

# RETIRADA DE LA VENTILACIÓN, COMPLICACIONES Y OTROS TIPOS DE VENTILACIÓN

Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos

## Retirada de la asistencia respiratoria

J. Balcells Ramírez

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Vall d'Hebron. Barcelona. España.

La retirada de la VM define el proceso que permite el paso de VM a ventilación espontánea. Se trata de un proceso que puede ocupar una porción significativa de la duración total de la VM y cuyo éxito o fracaso tiene implicaciones de gran trascendencia para el paciente. Para asegurar al máximo su éxito es preciso evaluar minuciosamente al paciente mediante: valoración de los requisitos para la extubación, tanto clínicos como de soporte ventilatorio; realización de una prueba preextubación y la evaluación de los indicadores pronósticos del éxito o fracaso de la extubación. La valoración preextubación pasa generalmente por una prueba de respiración espontánea en tubo en T o bien con CPAP con presión de soporte, sin que ninguno de los dos métodos haya demostrado superioridad sobre el otro. El mejor indicador pronóstico del éxito de la extubación es la valoración clínica del esfuerzo respiratorio del paciente. Por último, una vez llevada a cabo la retirada del soporte ventilatorio puede ser necesario tratar sus complicaciones o, incluso, reinstaurar la VM.

### Palabras clave:

*Ventilación mecánica. Retirada de la asistencia respiratoria. Extubación. Tubo en T. Presión de soporte. Estridor por extubación.*

### WEANING FROM MECHANICAL VENTILATION

**Weaning from mechanical ventilation can be defined as the process that allows the transition from mechanical ventilation to spontaneous breathing. This process can account for a significant proportion of total ventilation time and failure to resume spontaneous breathing affects**

**patient outcome. Thus, to ensure maximum success, patient readiness for weaning and extubation should be evaluated through the following steps: the patient must fulfill pre-established clinical and ventilatory support criteria for extubation, the patient should be observed during a breathing trial on minimal or no ventilatory support, and variables used to predict weaning success should indicate a favorable outcome. Breathing trials are usually conducted while the patient breathes spontaneously through a T-tube system or through the ventilator circuit on minimal ventilatory support. Neither of these methods has proved superior to the other. The best prognostic indicator of weaning outcome is clinical assessment of respiratory effort. Once mechanical ventilation is discontinued, it may be necessary to treat post-extubation complications or even to resume ventilatory support.**

### Key words:

*Mechanical ventilation. Weaning. Extubation. T tube. Support pressure. Post-extubation croup.*

### CONCEPTOS GENERALES

La retirada de la VM define el proceso que permite el paso de la VM a la ventilación espontánea. Como todo proceso, se distinguen en él varias fases: fase de partida o de soporte ventilatorio total; fase de transición o de soporte ventilatorio parcial y fase final o extubación. No todos los pacientes deben pasar por todas las fases del proceso, ya que en determinados casos es posible pasar de la fase de soporte total casi directamente a la extuba-

**Correspondencia:** Dr. J. Balcells Ramírez.  
Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Vall d'Hebron.  
Pº Vall d'Hebron, 119-129. 08035 Barcelona. España.

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

TABLA 1. Requisitos clínicos para la extubación

Resolución del proceso que motivó la VM
Estabilidad hemodinámica
Nivel de conciencia adecuado que garantice el esfuerzo respiratorio necesario y la correcta protección de la vía aérea (reflejo de tos, reflejo nauseoso)
Fuerza muscular suficiente
Ausencia de hemorragia activa y/o anemia significativa
Ausencia de signos clínicos de sepsis y de síndrome febril no controlado

VM: ventilación mecánica.

TABLA 2. Requisitos de soporte ventilatorio para la extubación

Saturación de hemoglobina > 90 % con $FiO_2 < 50\%$ o relación $PaO_2/FiO_2 > 200$ (salvo en cardiopatías cianósantes)
PEEP $\leq 5$ cmH <sub>2</sub> O
Presión pico < 30 cmH <sub>2</sub> O
$PaCO_2 < 45$ mmHg (en ausencia de insuficiencia respiratoria crónica)

ción (p. ej., en los pacientes que reciben soporte ventilatorio durante unas horas en el postoperatorio de una cirugía mayor no complicada). Como norma general, será posible aplicar una retirada rápida de la VM en pacientes con una patología aguda ya resuelta y que han recibido un soporte ventilatorio de corta duración. Por otro lado, pacientes con patología aguda muy grave, patología aguda "cronificada" y/o soporte ventilatorio muy prolongado o complejo precisarán una retirada gradual o lenta de la VM<sup>1</sup>. Así, los principales determinantes de la duración de la retirada del soporte ventilatorio son el tipo de enfermedad que motivó la VM y la duración de la propia VM. En general, la rapidez del descenso de la asistencia respiratoria debe ser inversamente proporcional a la duración de la VM.

### FASE DE PARTIDA O DE SOPORTE VENTILATORIO TOTAL

El proceso de la retirada de la VM empieza, desde un punto de vista conceptual, en el momento en que puede plantearse una reducción del soporte ventilatorio máximo que ha precisado un paciente (si esa reducción se debe a un cambio en la evolución del proceso de base hacia la mejoría). Así, en este período se lleva a cabo una reducción progresiva de la frecuencia respiratoria, la concentración de oxígeno inspirado y la PEEP hasta parámetros que podríamos considerar "parecidos" a los de la ventilación espontánea, es decir, frecuencia respiratoria normal para la edad,  $FiO_2 < 50\%$  y  $PEEP \leq 5$  cm H<sub>2</sub>O. A pesar de esta reducción, en esta fase y hasta este momento, toda la actividad mecánica respiratoria depende del respirador.

### FASE DE TRANSICIÓN O DE SOPORTE VENTILATORIO PARCIAL

La fase de transición es aquella en la que el paciente empieza a participar de forma gradual en la actividad mecánica ventilatoria. Así, durante este período, el paciente asume de una forma progresiva tanto el control de la función respiratoria como la carga de realizar el trabajo respiratorio por sí mismo. Las distintas técnicas o modalidades ventilatorias que pueden emplearse en esta fase de transición se han explicado anteriormente.

### FASE FINAL O EXTUBACIÓN

Es aquella en la que el soporte ventilatorio es mínimo, de modo que se plantea la retirada de la VM de forma definitiva. Llegado este punto, procede confirmar que el paciente cumple los requisitos necesarios para la extubación, hacer una última valoración preextubación y finalmente extubar al paciente.

### Requisitos para la extubación

Los requisitos previos que debe cumplir un paciente ventilado para considerar la retirada de la VM se dividen en requisitos clínicos (tabla 1) y requisitos de soporte ventilatorio (tabla 2).

#### Requisitos clínicos

El inicio de la resolución del proceso de base es una condición *sine qua non* para considerar la retirada de la VM. Es preciso señalar que no debe esperarse, en la mayoría de situaciones, a una resolución completa de la causa inicial que motivó la VM, y que es suficiente con que se haya producido una disminución de las necesidades de apoyo ventilatorio (hasta los parámetros ya mencionados) y que la trayectoria de mejoría esté claramente instaurada.

**Estado hemodinámico.** Los pacientes que van a ser extubados deben tener una situación hemodinámica estable con o sin tratamiento vasoactivo. Es decir, no es condición indispensable que el paciente no reciba fármacos vasoactivos para considerar la extubación; ahora bien, tampoco es razonable retirar la VM en pacientes con soporte cardiovascular importante en los cuales existen dudas sobre su capacidad de asumir las demandas impuestas por el trabajo respiratorio. No es prudente establecer recomendaciones precisas de qué nivel de soporte hemodinámico debe usarse como punto de corte, y el médico debe valorar a cada paciente individualmente, considerando variables como en qué fase se encuentra el proceso que motiva el apoyo circulatorio, qué trabajo respiratorio es esperable que tenga que realizar el paciente una vez extubado, qué papel puedan estar desempeñando los sedantes y analgésicos (propofol, morfina).

cos, benzodicepinas, etc.) en los requerimientos de fármacos vasoactivos (teniendo en cuenta que estos fármacos serán suspendidos al retirar la VM).

**Nivel de conciencia.** Por lo que respecta al nivel de conciencia que se considera adecuado, es preciso hacer algunas matizaciones. Así, idealmente, el paciente debería estar despierto y colaborador previo a la extubación, pero en muchas ocasiones, y sobre todo con pacientes pediátricos, es imposible mantener al niño intubado, despierto y colaborador. Con frecuencia se plantea, sobre todo en lactantes, una situación de todo o nada, es decir, o se seda profundamente al paciente o se procede a la extubación sin apenas poder evaluar su estado de conciencia. En esta situación es fundamental haber valorado bien el resto de requisitos para la extubación, ya que si todos se valoran positivamente, por lo general es posible extubar con éxito al lactante que lucha con el respirador. Cabe hacer mención especial a los lactantes sometidos a VM postoperatoria que han recibido dosis significativas de fentanilo durante la anestesia, los cuales, con frecuencia, intercalan en las primeras 3 a 6 h de postoperatorio intervalos breves de desadaptación con momentos sedación profunda; la extubación "diligente" o precoz de estos niños antes de que eliminen suficientemente la anestesia puede generar alguna situación comprometida ya que, una vez desaparece el estímulo del tubo endotraqueal, suelen quedar profundamente sedados, realizando algunos de ellos pausas de apnea (por obstrucción de la vía aérea superior) que pueden requerir reintubación o uso de antidotos (naloxona, flumazenilo). Un grupo de pacientes que debe considerarse aparte lo constituyen los pacientes con lesiones del sistema nervioso central (SNC). El paradigma de los mismos son los pacientes con traumatismo craneoencefálico (TCE) grave. Así como el criterio fundamental (desde el punto de vista neurológico) para intubar a estos pacientes es un estado de conciencia con una puntuación en la escala de Glasgow  $< 8$ , no es necesario (y muchas veces no es posible) esperar a que recuperen un Glasgow  $> 8$  para proceder a la extubación. Así, los pacientes con un TCE grave en quienes quedan importantes secuelas recuperan los mecanismos necesarios para mantener una ventilación espontánea (reflejo tusígeno, nauseoso, estímulo respiratorio), mucho antes de que se produzca una recuperación neurológica en términos de estado de conciencia y conexión ambiental.

**Fuerza muscular.** La valoración de la fuerza muscular será especialmente relevante en pacientes con patología aguda muy grave (riesgo de hipercatabolismo muscular, neuropatía del enfermo crítico), con enfermedad crónica caquectizante (insuficiencia cardíaca o respiratoria crónica grave, malnutrición de cualquier origen) o con patología neuromuscular aguda o crónica (síndrome de Guillain-Barré, miopatías). La debilidad muscular condiciona

el fracaso de la retirada de la VM, tanto por agotamiento respiratorio como por incapacidad para eliminar las secreciones bronquiales (tos débil).

**Otros factores.** La presencia de hemorragia, anemia, fiebre y signos de sepsis debe ser valorada en términos de gravedad y de previsión del curso evolutivo. En los pacientes que presentan estos signos o procesos de forma leve y con previsión de ser fácilmente controlados, es posible proceder a la retirada de la VM.

#### **Requisitos de soporte ventilatorio**

Los pacientes que no cumplen los requisitos enumerados en la tabla 2, no deberían *a priori*, ser considerados para la extubación. Las excepciones más frecuentes a la regla la constituirán los pacientes con enfermedad obstructiva crónica de la vía aérea en los cuales quizá no sea posible conseguir una presión pico menor a 30 cmH<sub>2</sub>O, y los pacientes bajo efecto residual de sedantes en los cuales la PaCO<sub>2</sub> puede ser discretamente elevada, pero en los que es esperable con un alto grado de certeza una mejoría de ésta en un plazo breve.

#### **Valoración preextubación**

La valoración preextubación consiste en un último análisis de la situación del paciente con la finalidad de proceder o no a la extubación. Se trata de un momento tan importante como la indicación de la VM, ya que de su correcta o incorrecta realización se derivan consecuencias de gran trascendencia para el paciente. Así, una valoración falsamente negativa que no identifique a un paciente como apto para ser extubado, cuando en realidad sí lo es, expone al paciente a una prolongación innecesaria de la VM. Por otro lado, una valoración falsamente positiva que no detecte aquellos pacientes en los que es posible anticipar un fracaso de la retirada de la VM, pone al paciente en una situación de estrés físico y psicológico, además de exponerlo a una situación de riesgo vital como puede ser una reintubación urgente.

A pesar de la relevancia que tiene la correcta o incorrecta indicación de la retirada de la VM, este es un apartado del soporte ventilatorio en el que se ha profundizado poco y en el que escasean datos objetivos extrapolables a la mayoría de pacientes críticos, sobre todo a los niños. A pesar de ello, en los últimos años han aparecido varios trabajos que han contribuido a arrojar algo de luz sobre el tema<sup>2-4</sup>.

A la hora de evaluar a un paciente es preciso decidir a qué tipo de prueba o evaluación va a someterse al paciente y escoger qué parámetros se van a valorar para considerar la prueba positiva o negativa. Respecto al primer punto existen fundamentalmente dos opciones: *a*) prueba de respiración espontánea con tubo en T y *b*) prueba con soporte ventilatorio mínimo (CPAP con o sin presión de soporte).

**Prueba de tubo en "T"**

La prueba de tubo en "T" es una prueba sencilla que consiste básicamente en desconectar al paciente del respirador y dejarlo respirar espontáneamente a través del tubo endotraqueal. Con la finalidad de garantizar una FiO<sub>2</sub> suficiente y una humidificación adecuada del gas inspirado, el tubo endotraqueal se conecta mediante una pieza en forma de "T" a una tubuladura por la que circula un flujo de aire y oxígeno humidificados. En el momento de iniciar la prueba, el médico debe decidir la FiO<sub>2</sub> inspirada (que será como mínimo la misma que recibía estando conectado al respirador) y el flujo que debe circular por el circuito. Este último punto tiene una importancia no siempre reconocida, ya que un flujo inapropiadamente bajo puede propiciar que el paciente respire aire atmosférico (con FiO<sub>2</sub> del 21 %) y que, por lo tanto, la FiO<sub>2</sub> inspirada real del paciente no sea la pausada; además, un flujo insuficiente en el circuito no lava el aire espirado y favorece la reinhalación de aire espirado con la consiguiente hipercapnia. La administración de flujos altos en el circuito del tubo en "T" no tiene ninguna repercusión sobre el paciente, por lo que siempre debe ajustarse el flujo al alza.

*Ventajas de la prueba de tubo en "T":*

1. Permite valorar al paciente en una situación en la que no recibe ningún tipo de ayuda del respirador.
2. Permite la valoración clínica de la función diafragmática, la cual no es posible realizar si el paciente recibe algún tipo de soporte inspiratorio (p. ej., presión de soporte).

*Inconvenientes de la prueba de tubo en "T":*

1. El paciente es sometido a un sobreesfuerzo al ser obligado a respirar sin ayuda a través del tubo endotraqueal, el cual, indudablemente, incrementa la resistencia de la vía aérea y, por lo tanto, el trabajo respiratorio.
2. Precisa de la preparación de material específico con la carga económica y de trabajo que ello supone para el equipo asistencial.

**Prueba de CPAP con presión de soporte**

Consiste en disminuir el soporte ventilatorio hasta el punto de administrar sólo una PEEP final positiva de 5 cmH<sub>2</sub>O o menos y una presión de soporte (PS) de entre 5 y 10 cmH<sub>2</sub>O.

*Ventajas del CPAP con PS:*

1. No requiere de la preparación de material auxiliar, ya que se hace con el respirador y circuitos que ya emplea el paciente.
2. El soporte inspiratorio pretende compensar el trabajo respiratorio impuesto por el tubo endotraqueal, permitiendo así la valoración del paciente en una situación más fisiológica.

*Inconvenientes del CPAP con PS:*

1. Enmascara una posible disfunción frénica, de modo que los pacientes de alto riesgo de disfunción frénica (p. ej., reintervenciones de cirugía cardíaca) deberían ser valorados preferiblemente con tubo en "T" o solamente con CPAP.
2. No es posible predecir el trabajo respiratorio que impone el tubo endotraqueal en el paciente individual, así que el ajuste de la presión de soporte se hace de acuerdo con recomendaciones genéricas y no individualizadas. Los datos disponibles en la literatura apuntan hacia una equivalencia entre la prueba de tubo en "T" y la prueba de CPAP (PEEP < 5 cmH<sub>2</sub>O) y PS (8 a 10 cmH<sub>2</sub>O). En niños, algún trabajo apunta a que el tubo en "T" sería equivalente a CPAP con PS de 10 cmH<sub>2</sub>O; en cualquier caso, una presión de soporte de 10 cmH<sub>2</sub>O debe ser considerada un apoyo respiratorio significativo en niños, sobre todo en aquellos en los que la VM debe ser retirada con lentitud. Así, en estos casos es más prudente disminuir la presión de soporte hasta 5 cmH<sub>2</sub>O antes de considerar la extubación. Por otro lado, en lo que respecta a la duración de la prueba en sí, se recomienda una duración de entre 30 a 120 min. Ahora bien, parece que si se opta por la prueba larga (120 min) la mayoría de pacientes que no van a superar la prueba pueden ser identificados en los primeros 30-60 min.

**Criterios de extubación**

Se han propuesto numerosos parámetros para ser valorados como indicadores del éxito de la extubación (tabla 3). Ningún parámetro tiene un comportamiento óptimo para valorar el éxito o fracaso de la extubación, aunque, en adultos, la respiración rápida superficial (f/VT) se ha mostrado superior a otros. En niños, no se ha validado ninguno de estos parámetros. Tanto para pacientes adultos como para niños, la valoración clínica del esfuerzo respiratorio del paciente realizada por una persona experta es superior a cualquiera de los indicadores propuestos. Dicha valoración deberá complementarse con la observación del patrón respiratorio (una respiración rápida y superficial es un indicador de mal pronóstico) y la integración de los datos de la gasometría (tanto

**TABLA 3. Variables usadas para predecir el éxito de la extubación**

Esfuerzo respiratorio
Relación PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> > 200
Capacidad vital > 10-15 ml/kg
Presión inspiratoria negativa máxima P <sub>imáx</sub> : ≤ 30 cmH <sub>2</sub> O
Distensibilidad del sistema respiratorio
Volumen minuto/ventilación voluntaria máxima
Presión de oclusión de la vía aérea en los primeros 100 ms (P <sub>0,1</sub> )
Razón entre frecuencia respiratoria y volumen corriente (f/V <sub>T</sub> ): < 100

los datos basales como los cambios que se producen durante la prueba preextubación).

### Extubación: técnica

Una vez tomada la decisión de extubar al paciente debemos, en primer lugar, preparar el material necesario para la reintubación: mascarilla facial, bolsa autohinchable, sondas de aspiración, cánula de Guedel, tubos endotraqueales, laringoscopio y medicación (sedoanalgesia, relajantes musculares). Una vez preparado el material se realiza una última aspiración de las secreciones traqueales, se comprueba que se ha deshinchado el balón del neumotaponamiento y se procede a la extubación, que puede realizarse a presión negativa o a presión positiva. La extubación a presión negativa consiste en retirar el tubo endotraqueal mientras se aspiran las secreciones traqueales con una sonda introducida a través del tubo con la finalidad de dejar la vía aérea limpia de secreciones en el momento de que el paciente inicie la respiración espontánea. La extubación a presión positiva consiste en retirar el tubo endotraqueal al mismo tiempo que se realiza una insuflación con bolsa autohinchable a través de éste, con la finalidad de que al retirar el tubo el paciente tenga los pulmones expandidos y pueda toser con fuerza para eliminar las secreciones respiratorias.

### COMPLICACIONES POSTEXTUBACIÓN

La principal complicación de la extubación es que fracase<sup>4</sup>. En un porcentaje no insignificante de los casos, fracasa a pesar de haber seguido una metodología cuidadosa en la retirada de la VM y en la valoración preextubación. Son muchas las causas por las que puede fallar la retirada de la VM y se enumeran en la tabla 4. La mayoría pueden ser intuitivas o sospechadas durante la valoración previa a la extubación; otras, en cambio, como la aparición de obstrucción alta de la vía aérea, bien sea por laringitis inflamatoria o por lesiones establecidas como estenosis o granulomas no se manifiestan hasta el momento en que se retira el tubo endotraqueal. Así, habrá que anticipar la posible aparición de estridor postextubación mediante la valoración de los siguientes factores de riesgo: antecedentes de intubación complicada, reintubaciones previas, tubo endotraqueal grande, desplazamientos repetidos del tubo, presión del neumotaponamiento excesivamente alta, presencia de infección laringotraqueal. En ocasiones, se emplea el tratamiento con corticoides sistémicos para prevenir la aparición del estridor postextubación, pero su utilidad no se ha demostrado. El tratamiento del estridor postextubación incluye: adrenalina inhalada (0,5 mg/kg, máximo 5 mg), budesonida inhalada (2 mg), metilprednisolona intravenosa (2 mg/kg), inhalación de mezclas de helio y oxígeno y, finalmente, reintubación si es preciso. Respecto al uso de mezclas de helio y oxígeno conviene señalar, que si bien pueden resultar muy útiles para rescatar a algunos pacientes de la

TABLA 4. Causas de fracaso de la extubación

Problemas neuromusculares
Disminución de la fuerza muscular: malnutrición, atrofia, corticoides o paralizantes
Parálisis frénica: cirugía torácica
Efecto residual de fármacos sedantes
Polineuropatía secundaria a fallo multiorgánico
Mielopatía secundaria a estatus asmático
Afectación del centro respiratorio: neurocirugía de fosa posterior, trauma
Depresión respiratoria por alcalosis metabólica
Obstrucción de vía aérea alta
Estridor postextubación
Estenosis y/o granulomas glóticos
Obstrucción de vía aérea baja
Traqueobroncomalacia
Compresión vascular
Broncospasmo
Insuficiencia respiratoria
Fibrosis pulmonar tras SDRA
Atelectasias
Insuficiencia cardíaca izquierda (latente)
Fallo de contractilidad
Defectos residuales tras cirugía cardíaca
Fístulas sistemicopulmonares con flujo excesivo
Ansiedad-dolor
Requerimientos ventilatorios elevados
Fiebre
Acidosis metabólica con administración de bicarbonato
Exceso de hidratos de carbono

SDRA: síndrome de dificultad respiratoria aguda.

reintubación, en ocasiones pueden hacer que ésta se retrase hasta un punto en que la obstrucción de la vía aérea sea tal que la reintubación sea técnicamente muy difícil o imposible. Por tanto, debe quedar claro que la administración de mezclas de helio y oxígeno es una medida paliativa, destinada a ganar tiempo mientras otros tratamientos (adrenalina inhalada, budesonida inhalada, etc.) controlan la inflamación laríngea.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Tobin MJ, Alex CG. Discontinuation of mechanical ventilation. En: Tobin MJ, editor. Mechanical ventilation. New York: McGraw-Hill, 1994; p. 1177-206.
2. Randolph AG, Wypij D, Venkataraman ST, Gedeit RG, Meert KL, Luckett PM, et al. Effect of mechanical ventilation weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children. JAMA 2002;288:2561-8.
3. Farias JA, Retta A, Alía I, Olazarri F, Esteban A, Golubicki A, et al. A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. Intensive Care Med 2001;27:1649-54.
4. Epstein SK. Decision to extubate. Intensive Care Med 2002;28: 535-46.