

# Sedación inhalatoria en cuidados intensivos

ALBA PALACIOS CUESTA Y ANA MARÍA LLORENTE DE LA FUENTE

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. España.

alba\_palacios@hotmail.com; anamaria.llorentedela@salud.madrid.org

## Puntos clave

- En pacientes seleccionados, la sedación inhalatoria en Cuidados Críticos puede constituir una buena alternativa a la sedación intravenosa habitual. Algunas de las indicaciones más claras serían el estatus asmático y el estatus epiléptico.
- El mínimo metabolismo y la acumulación de los agentes halogenados proporcionan una gran precisión en el control de la sedación con una rápida y predecible recuperación.
- La MAC-awake para el sevoflurano en niños (concentración alveolar mínima que produce pérdida de consciencia pero permite respuesta adecuada a órdenes verbales) se encuentra entre 0,6-1% y disminuye con la edad, y con el uso concomitante de otros sedantes u opiáceos.
- El dispositivo AnaConDa® permite utilizar sedantes inhalatorios fuera de quirófano con respiradores convencionales.

## Introducción

La sedación es un componente esencial en el manejo de los pacientes ingresados en las Unidades de Cuidados Críticos. La mayoría de los pacientes ingresados en estas unidades recibe sedación en algún momento de su estancia debido a su grave estado físico, al alto nivel de invasividad, a los cuidados de enfermería y a muchos otros factores, como el aislamiento, la privación de sueño, la incapacidad de comunicarse, etc. La complejidad creciente de los pacientes, con sedaciones muy prolongadas, ofrece con frecuencia problemas en el manejo con los sedantes habituales.

En pediatría se utilizan fundamentalmente las benzodiazepinas y el propofol en periodos cortos, generalmente asociados a opioides. Sin embargo, estos agentes tienen características farmacológicas que los alejan del sedante ideal y efectos adversos como tolerancia, síndrome de abstinencia y acumulación, con el consiguiente retraso en el despertar.

Una alternativa posible a los sedantes convencionales es la sedación por vía inhalatoria, que tiene lugar mediante la acción de anestésicos inhalatorios, utilizados de igual modo que en la anestesia en las intervenciones quirúrgicas, si bien a una dosis

inferior. La mayor ventaja de esta vía de administración es el mínimo metabolismo y la escasa acumulación de los agentes halogenados, lo que proporciona una gran precisión en el control de la sedación, con una rápida y predecible recuperación.

Actualmente, disponemos del dispositivo AnaConDa® (Anaesthetic Conserving Device), dispositivo diseñado para la administración de los agentes inhalatorios isoflurano y sevoflurano con ventiladores estándar de cuidados críticos.

## Sedación inhalatoria

El primer gas utilizado fue el halotano, que fue sustituido por el isoflurano, gas de bajo coste pero con eliminación más lenta, lo que lo hace menos manejable. El desflurano, muy irritante en la inducción con mascarilla, no ha tenido mucho impacto en anestesia pediátrica. Los más modernos, sevoflurano y desflurano, llevan utilizándose 15 años, así que sus propiedades farmacodinámicas son bien conocidas. Debido a su perfil de seguridad cardiovascular, el sevoflurano ha ido desplazando al resto de los gases y se ha convertido en el gas de elección en niños, ya que es bien tolerado para la inducción y útil como agente de mantenimiento<sup>1</sup>. Su perfil de seguridad ha justificado su uso con un amplio rango terapéutico limitado en un extremo por el riesgo de despertar y, en el otro, por sus efectos deletéreos cardiovasculares<sup>2</sup>.

El sevoflurano tiene escasa solubilidad en sangre por lo que el inicio de acción y la recuperación son rápidos. Tiene efecto hipnótico-sedante, broncodilatador y escasamente analgésico. Interfiere poco en la hemodinámica, sobre todo a bajas concentraciones.

Algunas de las ventajas de la sedación inhalatoria frente a la sedación por vía intravenosa son<sup>3</sup>:

- No produce depresión respiratoria.
- No disminuye la motilidad intestinal.
- Permite extubación planificada.
- Permite ventanas de sedación.
- Fácil monitorización y dosificación.
- Escasa acumulación.
- Metabolismo hepático inferior al 5%, sin metabolitos activos.
- Independiente de función renal y hepática.
- No necesita vía venosa.
- Efecto broncodilatador de algunos gases anestésicos, como sevo e isoflurano.

El uso de sedantes inhalatorios fuera de quirófano no se ha extendido hasta el momento por la necesidad de utilizar para ello máquinas de anestesia con vaporizador, de difícil transporte, que además no tienen todas las modalidades de ventilación, existiendo además el problema de la contaminación ambiental de gas si no se administra con los sistemas de seguridad apropiados<sup>4</sup>.

La utilización de sedación inhalatoria en Cuidados Críticos constituye una alternativa a los sedantes habituales en pacientes seleccionados. Aunque se conoce su seguridad en el corto plazo, son necesarios más estudios para conocer los efectos a medio y largo plazo de la sedación prolongada con gases halogenados<sup>5-7</sup>.

## Indicaciones

1. Pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Críticos, que precisen sedación y que estén en ventilación mecánica a través de tubo endotraqueal o traqueostomía. Estaría especialmente indicado en:

- Estatus asmático/hiperreactividad bronquial: su efecto broncodilatador no actúa como la mayoría de los fármacos por la vía de los receptores de acetilcolina ni beta-2, por lo que puede utilizarse asociado a estos<sup>8-10</sup>.
- Estatus epiléptico refractario a tratamiento convencional<sup>11</sup>.

2. Pacientes sedados que han desarrollado una creciente tolerancia a los agentes intravenosos utilizados en su sedación<sup>12</sup>.

3. Cuando se precisa la interrupción de la administración de medicamentos («*drug Holiday*»). En estos casos, la sustitución de la sedación por vía intravenosa por sedación inhalatoria a menudo produce una recuperación del estado del receptor en el plazo de 48 h, de manera que después los medicamentos por vía intravenosa recuperan su efectividad y se pueden aplicar en dosis más bajas.

## Contraindicaciones

1. El sevoflurano está contraindicado en pacientes con antecedentes o sospecha de hipertermia maligna y en aquellos con antecedentes de hipersensibilidad al sevoflurano.

2. El sevoflurano puede producir elevación en los niveles plasmáticos de flúor inorgánico con el uso prolongado. Sin

embargo, niveles muy superiores a los normales no han demostrado provocar daño renal. No obstante, no se recomienda un uso superior a 48 h sin control de la función renal.

3. El sevoflurano debe utilizarse con precaución en pacientes con enfermedad de Duchenne, ya que en los pequeños puede producir hipercalemia y depresión miocárdica en adolescentes.

4. Fuga aérea significativa (p. ej., fistula broncopleurales).

## El dispositivo AnaConDa®

AnaConDa® (Anaesthetic Conserving Device, Sedana Medical, Sundbyberg, Suecia) es un dispositivo de pequeño tamaño, de fácil colocación, adaptable a todo tipo de ventilador, y que permite la reutilización del gas, con el consiguiente ahorro de anestésico inhalatorio.

Es básicamente un filtro intercambiador de calor y humedad modificado que, intercalado en el circuito de ventilación del paciente, permite administrar agente halogenado (isoflurano o sevoflurano) por medio de una cámara de vaporización conectada a una jeringa con anestésico líquido (figs. 1 y 2).

## Dosificación y monitorización

Se monitorizará al paciente mediante un analizador de gases, que mide la concentración de gas al final de la espiración (ET sevo). Esta medición se llevará a cabo, bien en la línea del dispositivo AnaConDa® destinada a tal efecto o, en el caso de pacientes pequeños en los que el dispositivo se coloque en el asa inspiratoria, se medirá la concentración de gas en la pieza en Y. Para medir el grado de sedación puede apoyarse también en la monitorización del índice bispectral, que se mantendrá entre 40-50 con relajante muscular y 60-65 sin relajante muscular.

La concentración alveolar mínima (CAM-MAC) es la medida de la profundidad anestésica: concentración alveolar mínima que hace que un paciente no se mueva ante un estímulo doloroso.

La MAC del sevoflurano en niños es la siguiente:

- 1-6 meses: 3,1%.
- 6-12 meses: 2,7%.
- 1-12 años: 2,55%.

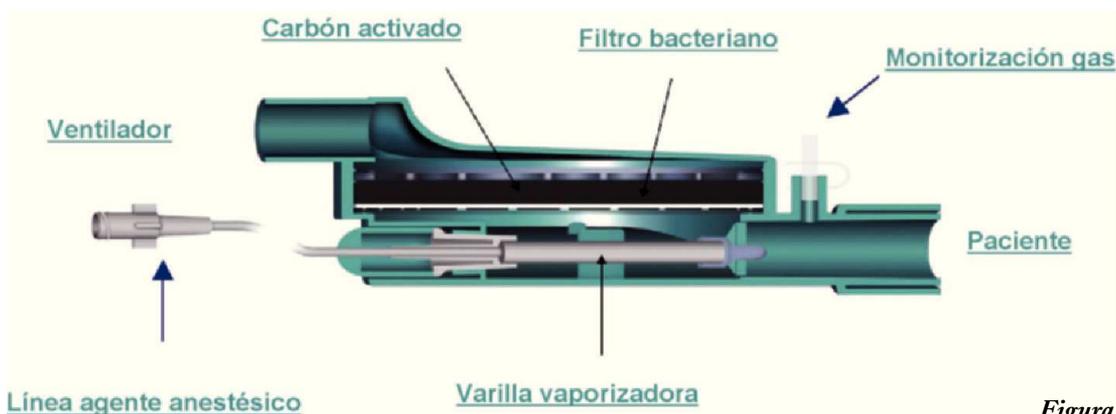
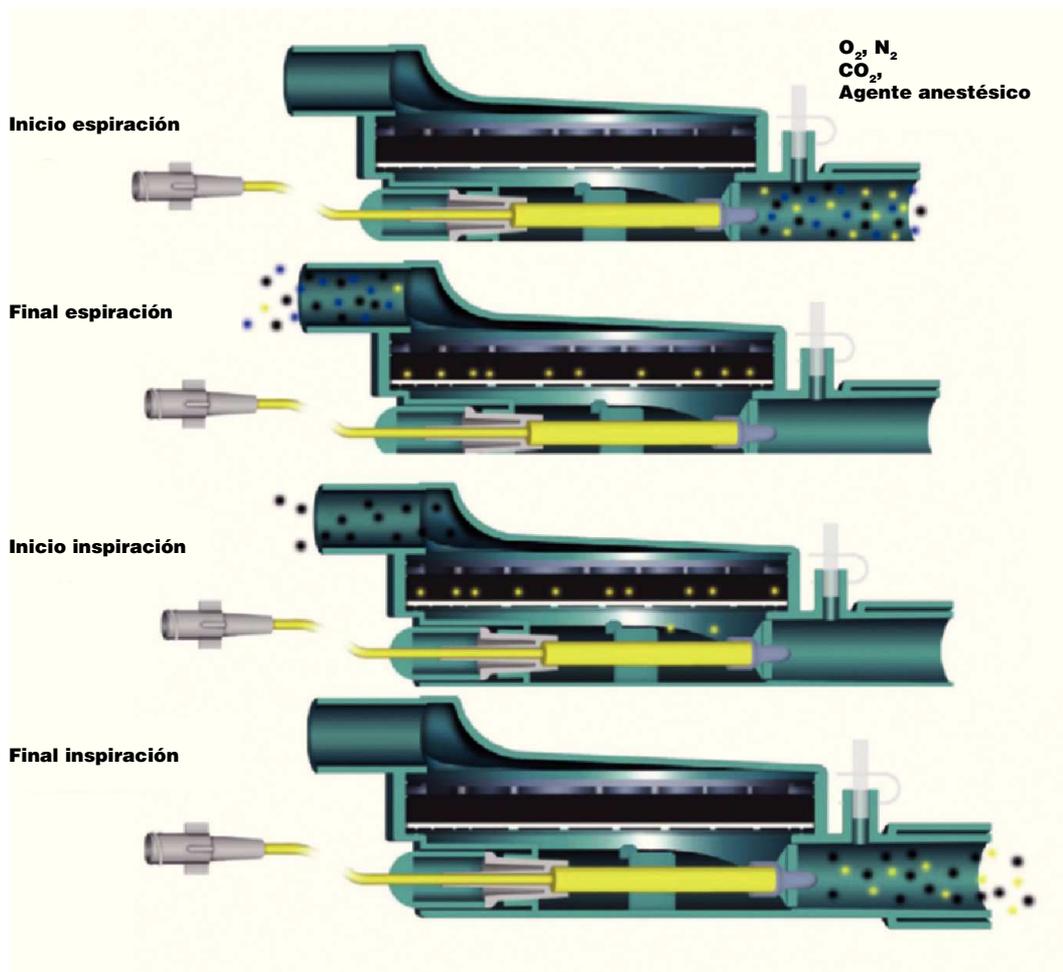


Figura 1. Dispositivo AnaConDa®.



**Figura 2.** Funcionamiento del dispositivo AnaConDa®. El anestésico difunde sobre la superficie de la varilla y se vaporiza instantáneamente, siendo arrastrado por el flujo de gases inspiratorios y entregado a los pulmones. Durante la espiración, el 90% del anestésico volátil se condensa en la superficie de las fibras de carbón activado y se libera de nuevo al paciente en la próxima inspiración. Por consiguiente, solo el 10% del agente anestésico atraviesa el filtro y se elimina finalmente al exterior a través de la salida espiratoria del ventilador.

Para la dosificación en Cuidados Críticos, se utilizará la MAC-awake, que es la concentración alveolar mínima que produce pérdida de consciencia pero permite respuesta a órdenes verbales adecuadamente. Esta concentración para el sevoflurano se encuentra entre 0,6-1%, y disminuye con la edad, y con el uso concomitante de otros sedantes u opiáceos<sup>13</sup>.

Existen tablas proporcionadas por el fabricante con el ritmo de infusión inicial recomendado para pacientes adultos, que se ajustará posteriormente para la ET sevo deseada. En niños, este ritmo de infusión inicial para una ET sevo 0,7-1% oscila entre 2-7 ml/h.

En pocos minutos, el analizador de gases mostrará los valores de ET sevo que se vayan obteniendo. En unos 10-20 min los valores se estabilizarán. Hay que tener en cuenta que cuando modifiquemos en el respirador el volumen minuto (la frecuencia respiratoria, el volumen total o ambos), a veces se precisa un reajuste de la velocidad de infusión para mantener constante la concentración de gas administrada.

Como regla general, si un paciente sedado por vía intravenosa va a recibir un anestésico volátil, los requerimientos de opiáceos disminuirán a menos de la mitad, por lo que puede ser útil suspender su infusión temporalmente hasta que baje la concentración en sangre y reiniciar a dosis inferior.

Por otra parte, dosis bajas de opiáceos permitirán una reducción de la ET sevo y, por su acción en el tronco cerebral, facilitan la tolerancia al tubo endotraqueal y suprimen el reflejo

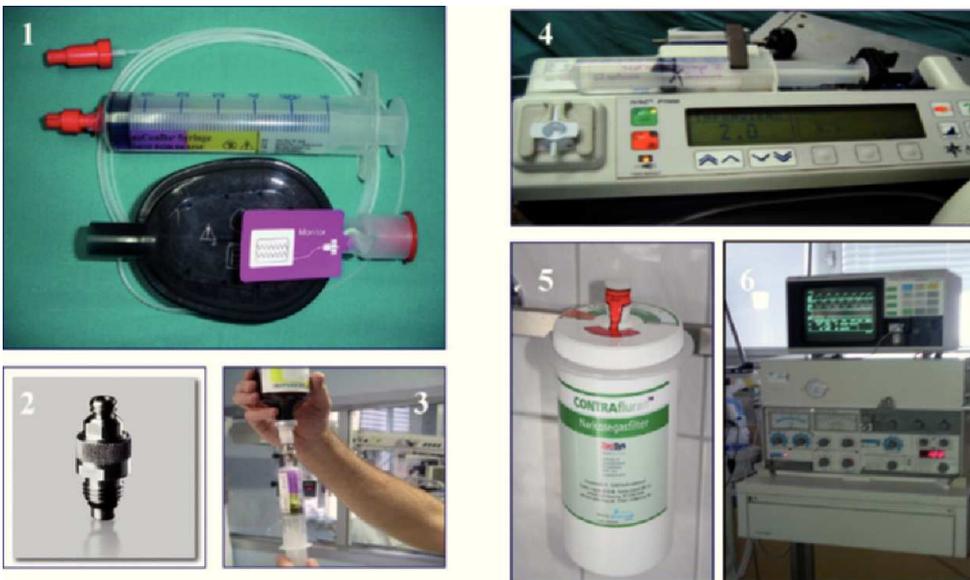
tusígeno y la excitación que se produce cuando se interrumpe la administración del anestésico volátil o se administra en concentraciones demasiado bajas.

Por su perfil farmacocinético, el remifentanilo puede ser un fármaco muy útil para asociar a los anestésicos volátiles, ya que tampoco se acumula, incluso en pacientes con insuficiencia hepática y/o renal.

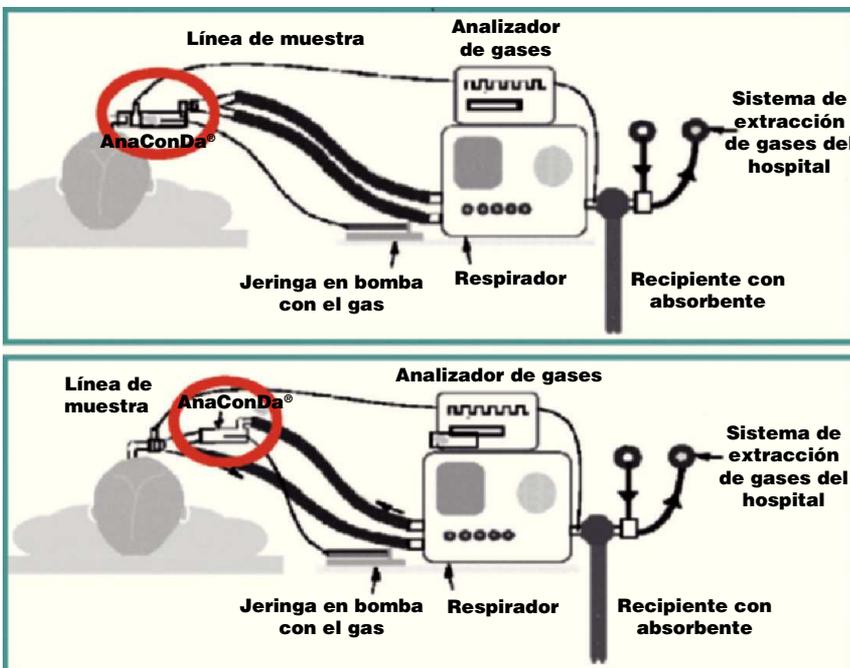
## Montaje del dispositivo

El dispositivo AnaConDa® está diseñado para ser colocado entre la pieza en Y del circuito de ventilación del paciente y el tubo endotraqueal. Para conducir el anestésico líquido al evaporador, el dispositivo incorpora una línea de infusión que está conectada a una jeringa de 50 ml llena de líquido anestésico; por medio de una bomba de jeringa estándar, se controla la velocidad de infusión. Antes de colocar la jeringa en la bomba, se rellena de agente anestésico líquido por medio de un adaptador especial que conecta la botella de anestésico con la jeringa, evitando así las fugas y la contaminación ambiental. La jeringa y la línea de infusión deben ser las suministradas por el fabricante ya que los anestésicos volátiles pueden disolver los materiales plásticos habitualmente utilizados en las jeringas estándar (fig. 3).

Cuando se rellena la jeringa, se debe tener cuidado para evitar la formación de burbujas en su interior, ya que debido a su alta presión de vapor, los anestésicos volátiles se evaporan



**Figura 3.** Material necesario para la sedación inhalatoria con sevoflurano. 1) Dispositivo AnaConDa® (filtro vaporizador y jeringa). 2) Adaptador. 3) Sevoflurano. 4) Bomba de jeringa. 5) Adsorbente. 6) Respirador y analizador de gases.



**VT 350**  
Después de la pieza en Y

**VT 350 ml**  
Rama inspiratoria.  
También puede colocarse justo a la salida del respirador

**Figura 4.** Colocación del dispositivo AnaConDa®. En esta figura se ilustra la diferente colocación del vaporizador en función del volumen tidal del paciente para evitar el excesivo aumento del espacio muerto: después de la pieza en Y si el volumen tidal es mayor de 350 ml y en la rama inspiratoria si es menor de 350 ml.

en estas burbujas y las hacen crecer si la jeringa se expone a altas temperaturas; las burbujas crecientes pueden bombear el líquido anestésico en el dispositivo AnaConDa® y dar lugar a sobredosis. Las fuentes de calor, por lo tanto, deben tenerse siempre lejos de la jeringa y en el caso de que las burbujas se detecten en el dispositivo, debe desconectarse del paciente e investigar la posible causa.

Durante el uso de dispositivo AnaConDa®, si es necesario aspirar secreciones, lo óptimo es que el paciente tenga conectado un sistema de aspiración cerrada, evitando la desconexión del circuito. En caso de que no lleve aspiración cerrada, para evitar la polución ambiental, se debe parar la jeringa de infusión, desconectar el circuito, aspirar las secreciones y reconectar el circuito, volviendo a poner en marcha luego la jeringa de infusión.

Si el paciente precisa sedación para las aspiraciones, puede administrarse previamente un bolo con la bomba de jeringa de 0,3 a 0,5 ml antes de la desconexión.

El dispositivo genera un aumento del espacio muerto de aproximadamente 100 ml, por lo que no se debe utilizar en pacientes con peso inferior a 30 kg o volumen tidal inferior a 350 ml. En estos pacientes, se puede interponer el dispositivo entre el respirador y el asa inspiratoria. En este caso, no se producirá el efecto de recirculación y «ahorro» de anestésico inhalatorio que se produce con su uso normal, aunque en estos pacientes el gasto de anestésico no es muy importante (fig. 4).

Para evitar la contaminación ambiental, se conectará la salida del gas del respirador, bien al sistema de extracción de gases del hospital, o bien a un recipiente con material absorbente<sup>14</sup>.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía



● Importante    ●● Muy importante

1. Jöhr M, Berger TM. Paediatric anaesthesia and inhalation agents. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2005;19(3):501-22.
2. Constant I, Seeman R. Inhalational anesthetics in pediatric anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2005;18:277-81.
3. ●● Meiser A, Laubenthal H. Inhalational anaesthetics in the ICU: theory and practice of inhalational sedation in the ICU, economics, risk-benefit. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2005;19(3):523-38.
4. ●● Soukup J, Schärff K, Kubosch K, Pohl C, Bomplitz M, Kompart J. State of the art: sedation concepts with volatile anesthetics in critically ill patients. *J Crit Care.* 2009;24:535-44.
5. Sackey PV, Martling CR, Granath F, Radell PJ. Prolonged isoflurane sedation of intensive care unit patients with the Anesthetic Conserving Device. *Crit Care Med.* 2004;32:2241-6.
6. Gentili A. Current certainties and future developments in the use of the anaesthetic conserving device (AnaConDa). *Minerva Anesthesiol.* 2012;78(3):283-5.
7. Eifinger F, Hünseler C, Roth B, Vierzig A, Oberthuer A, Mehler K, et al. Observations on the effects of inhaled isoflurane in long-term sedation of critically ill children using a modified AnaConDa-System. *Klin Padiatr.* 2013; doi:10.1055/s-0033-1345173.
8. Masuda Y, Tatsumi H, Goto K, Imaizumi H, Yoshida SI, Kimijima T, et al. Treatment of life-threatening hypercapnia with isoflurane in an infant with status asthmaticus. *J Anesth.* 2013; doi 10.1007/s00540-013-1751-0.
9. Shankar V, Churchwell KB, Deshpande KJ. Isoflurane therapy for severe refractory status asthmaticus in children. *Intensive Care Med.* 2006;32:927-33.
10. ●● Shutte D, Zwieterloot AM, Houmes R, de Hoog M, Draaisma JM, Lemson J. Sevoflurane therapy for life-threatening asthma in children. *Br J Anaesthesia.* 2012;111(6):967-70.
11. ●● Sackey P, Martling C, Radell P. Three cases of PICU sedation with isoflurane delivered by The «AnaConDa». *Paediatr Anesth.* 2005;15:879-85.
12. Jung C, Granados M, Marsol P, Murat I, Gall O. Use of sevoflurane sedation by the AnaConDa® device as an adjunct to extubation in a pediatric burn patient. *Burns* 2007, doi:10.1016/j.burns.2006.08.037
13. Davidson A, Wong A, Knottenbelt G, Sheppard S, Donath S, Frawley G. MAC-awake of sevoflurane in children. *Pediatric Anesthesia.* 2008;18:702-7.
14. Sackey PV, Martling CR, Nise G, Radell PJ. Ambient isoflurane pollution and isoflurane consumption during intensive care unit sedation with the Anesthetic Conserving Device. *Crit Care Med.* 2005;33(3):585-90.

## Bibliografía recomendada

Shutte D, Zwieterloot AM, Houmes R, de Hoog M, Draaisma JM, Lemson J. Sevoflurane therapy for life-threatening asthma in children. *Br J Anaesthesia.* 2012;111(6):967-70.

*Artículo muy reciente que describe 7 casos de asma grave en pacientes pediátricos ventilados mecánicamente en los que fracasó el tratamiento convencional, en los que la administración de sevoflurano mejora los niveles de pCO2 y la clínica.*

Ariyama J, Hayashida M, Shibata K, Sugimoto Y, Imanishi H, O-oi Y, et al. Risk factors for the development of reversible psychomotor dysfunction following prolonged isoflurane inhalation in the general intensive care unit. *J Clin Anesth.* 2009;21:567-73.

*Interesante revisión retrospectiva de 335 pacientes sedados durante más de 12 h con isoflurano, para el análisis de los factores de riesgo para el desarrollo de disfunción psicomotora reversible.*

Jöhr M, Berger TM. Paediatric anaesthesia and inhalation agents. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2005;19(3):501-22.

*Revisión de las bases científicas de la anestesia inhalatoria en pacientes pediátricos. Más dirigido a la inducción y mantenimiento de la anestesia en quirófano, pero de forma clara y concisa buena información general.*

Sackey P, Martling C, Radell P. Three cases of PICU sedation with isoflurane delivered by the «AnaConDa». *Paediatr Anesth* 2005;15:879-85.

*Presentación de 3 casos de pacientes pediátricos sedados con isoflurano mediante el dispositivo AnaConDa®, en el que se describen la diferente colocación del dispositivo en función del peso de cada paciente y la concentración espirada de isoflurano requerida para una apropiada sedación. El isoflurano fue eficaz en un paciente para controlar un estatus epiléptico refractario y en los otros 2 pacientes con sedación prolongada permitió suspender o disminuir en gran medida las dosis de sedoanalgesia convencional.*