



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

INHALED SEDATION IN PEDIATRIC INTENSIVE CARE

	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
FECHA	Febrero 2020		
NOMBRE	Alba Palacios Cuesta ¹ Antonio Vázquez Florido ² Francisco Javier Portero Prados ³		
CARGO	¹ Facultativo Especialista de Área en Pediatría. Adjunto UCIP. Hospital Universitario Materno-Infantil 12 de Octubre (Madrid). ² Facultativo Especialista de Área en Pediatría. Adjunto UCIP Hospital Infantil Virgen del Rocío (Sevilla). ³ Graduado en Enfermería. Especialista en Pediatría. UCIP Hospital Infantil Virgen del Rocío (Sevilla).	¹ Médico Adjunto UCIP. Hospital ____ ² Médico Adjunto UCIP. Hospital ____ Enfermero UCP, Hospital	Grupo de Trabajo _____
REVISION		Octubre 2023	



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

RESUMEN

La sedación inhalatoria con gases halogenados constituye una vía alternativa a la vía intravenosa en cuidados intensivos. Puede utilizarse como agente único, asociado a opiáceos u otros hipnóticos o sustituyendo temporalmente a agentes intravenosos (recuperación de receptores “drug holiday”).

Los anestésicos volátiles actúan primariamente en las zonas más rostrales del cerebro como la corteza cerebral, e incluso a bajas concentraciones pueden deprimir completamente la consciencia, manteniendo las funciones autonómicas (control térmico, tensión arterial o respiración). La recuperación de la consciencia habitualmente es brusca, y puede haber un corto periodo de excitación. Se puede decir que los anestésicos volátiles actúan como una especie de “interruptores” de la consciencia.

Sevoflurano e isoflurano tienen escasa solubilidad en sangre por lo que el inicio de acción y la recuperación son rápidos. Tienen efecto hipnótico-sedante, broncodilatador y escasamente analgésico.

Palabras Claves: Anestésicos por Inhalación (DeCS); Sedación Profunda (DeCS); Unidades de Cuidado Intensivo Pediátrico (DeCS).

ABSTRACT

Inhaled sedation with halogenated gases constitutes an alternative to intravenous sedation in Intensive Care. It can be used as a sole agent, associated to opioid or other hypnotic agents, or eventually as a substitute to intravenous agents for receptor recovery.

Inhaled agents act primarily in rostral areas of brain, and even at low concentrations can depress consciousness, keeping autonomic functions (temperature control, blood pressure, breathing). Recovery of consciousness is abrupt, and can be followed by a transient excitatory state.

Sevoflurane and isoflurane have low solubility in blood, so onset and offset of action are fast. Effects are sedation, broncodilation and light analgesia.



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

Key Words: Anesthetics, Inhalation (MeSh); Deep Sedation (MeSh); Intensive Care Units, Pediatric (MeSh).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	Pág. 4
2. INDICACIONES	Pág. 5
3. CONTRAINDICACIONES	Pág. 5
4. UTILIZACIÓN DE AnaConDa® (Anaesthetic Conserving Device)	Pág. 6
4.1. DOSIFICACIÓN	Pág. 6
4.2. MONTAJE DE AnaConDa®	Pág. 8
4.3. MODO DE EMPLEO	Pág. 9
4.4. ASPECTOS A TENER EN CUENTA	Pág. 14
5. GUÍA RÁPIDA	Pág. 15
6. BIBLIOGRAFÍA	Pág. 16



1. INTRODUCCIÓN

Sevoflurano e Isoflurano son gases anestésicos halogenados con un efecto hipnótico sedante, y parece que pueden tener algún papel en la transmisión del dolor a nivel espinal.

Tienen un importante efecto broncodilatador. Son útiles en el estatus epiléptico.

Ventajas de la vía inhalatoria:

- Menor depresión respiratoria a las dosis utilizadas para sedación en cuidados intensivos pediátricos (CIP)
- Menor disminución de la motilidad intestinal
- Permiten extubación planificada
- Permiten ventanas de sedación
- Fácil monitorización y dosificación
- Ausencia de tolerancia en la administración prolongada (taquifilaxia)
- Escasa acumulación
- Independiente de función renal y hepática
- No necesita vía venosa.

El principal problema del uso de la vía inhalatoria en CIP es la necesidad de un sistema de evacuación de gases, y de respiradores especiales de anestesia, o bien respiradores modificados conectados a un vaporizador. Este problema queda resuelto con el dispositivo AnaConDa[®], que permite utilizar cualquier tipo de respirador, pudiendo conectar la salida de gases del respirador, bien a una toma de vacío, o a un canister.



2. INDICACIONES

El uso de estos gases en pediatría no está aprobado para sedación en CIP, así que constituye un uso off-label.

En principio pueden utilizarse en cualquier paciente ventilado (a través de tubo endotraqueal o traqueostomía) si se reúnen los requisitos técnicos.

Puede constituir una buena alternativa a los sedantes habituales en los siguientes casos:

- Pacientes difíciles de sedar
- Status asmático: su efecto broncodilatador no actúa como la mayoría de los fármacos por la vía de los receptores de acetilcolina ni Beta₂, por lo que puede utilizarse asociado a éstos, en los que además por su efecto sedante permite la adecuada adaptación a la ventilación mecánica
- Status epiléptico refractario a otros tratamientos
- Pacientes en los que la infusión de agentes intravenosos para la sedación haya desarrollado efectos adversos que desaconsejen su continuidad
- Pacientes sedados que han desarrollado una creciente tolerancia a los agentes intravenosos utilizados en su sedación, en los que es necesario aumentar excesivamente las dosis de estos medicamentos
- Cuando se precisa la interrupción de la administración de medicamentos intravenosos, lo que se conoce como “drug holiday” o descanso del medicamento.

3. CONTRAINDICACIONES

Absolutas:

- Susceptibilidad conocida para desarrollar hipertermia maligna (personal o familiar)
- Antecedentes conocidos de hipersensibilidad al sevoflurano o isoflurano



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

- Enfermedad neuromuscular, entre otras, las miopatías
- Asociación con IMAO no selectivos.

Relativas:

- El sevoflurano puede producir elevación en los niveles plasmáticos de flúor inorgánico con el uso prolongado. Sin embargo, niveles muy superiores no se ha visto que hayan provocado manifestaciones de toxicidad o daño renal. No obstante, no se recomienda un uso superior a 48 horas sin control de la función renal. Isoflurano produce un menor acúmulo de flúor.

4. UTILIZACIÓN DE AnaConDa® (Anaesthetic Conserving Device)

Para la administración de gases anestésicos en CIP se utilizará el dispositivo AnaConDa®. Este dispositivo es básicamente un filtro intercambiador de calor y humedad modificado que, intercalado en el circuito de ventilación del paciente, permite administrar agente halogenado por medio de una cámara de vaporización conectada a una jeringa con anestésico líquido.

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 un dispositivo de un solo uso, y debe cambiarse cada 24 horas. Contiene 50 ml de espacio muerto. Puede utilizarse con isoflurano o con sevoflurano.

4.1. DOSIFICACIÓN

Se monitorizará al paciente mediante un analizador de gases que mide la concentración de gas al final de la espiración (ETgas), pudiendo apoyarse también en las escalas clínicas (COMFORT-B) y en la monitorización del índice biespectral.

La concentración alveolar mínima (CAM-MAC) es la medida de la potencia de cada gas anestésico: es la concentración alveolar mínima con la que el 50% de los pacientes no se mueven ante un estímulo doloroso (incisión quirúrgica).

**PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS**

La MAC del sevoflurano es 2.3 y del Isoflurano es 1.5. Aumentan en niños menores de un año, y disminuyen en edades avanzadas.

Para la dosificación en CIP es más interesante 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 0.5-1.4%, y para el isoflurano 0.2-0.7% y disminuyen con la edad, y con el uso concomitante de otros sedantes u opiáceos

TABLA 1. Dosificación gases inhalados

Agente halogenado	Volumen de purga	Ritmo de la jeringa	Valores objetivo ETgas
Sevoflurano	1,2 ml	4-10 ml/h	0,5-1,4 %
Isoflurano	1,2 ml	2-7 ml/h	0,2-0,7 %

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.

Por otra parte, dosis bajas de opiáceos permitirán una reducción del ET, y por su acción en el tronco cerebral facilitan la tolerancia al tubo endotraqueal (TET) 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.

4.2. MONTAJE DE AnaConDa®

Equipo requerido para la administración de gases anestésicos mediante este dispositivo:



FIGURA 1. Elementos requeridos para la administración de gases anestésicos

- Dispositivo Anaconda y jeringa específica de 50 ml.
- Adaptador de llenado específico para botella de gas: 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.
- Bomba de infusión para jeringa: Para conducir el anestésico líquido al evaporador controlando la velocidad de infusión. Puede ser necesario anular la alarma de presión.
- Sistema de eliminación de gases espirados: recipiente con material absorbedor de anestésicos halogenados como el filtro Flurabsorb o Contrafluran. También puede conectarse la salida de gases del respirador al sistema de evacuación del hospital.
- Monitor de gases anestésicos.

PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS



FIGURA 2. Elementos para la administración de gases inhalados anestésicos

4.3. MODO DE EMPLEO

1. El anestésico (sevoflurano o isoflurano) se carga de la botella en la jeringa de 50 ml utilizando el adaptador específico destinado a tal fin.



FIGURA 3. Montaje del sistema: Llenado de jeringa para administrar gases inhalados anestésicos

2. Cuando se rellena la jeringa se debe tener cuidado para evitar la formación de burbujas en su interior, ya que los anestésicos volátiles se evaporan en estas burbujas y las hace crecer si la jeringa se expone a altas temperaturas, pudiendo dar lugar a sobredosisificación. Por ello:



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

- Los gases deben almacenarse a temperatura ambiente
 - La jeringa debe ser cargada sin burbujas
 - La jeringa debe estar alejada de fuentes de calor
3. La línea que sale de la jeringa va al dispositivo AnaConda®. Este dispositivo tiene un filtro y un vaporizador que hace que el líquido se convierta en gas.
4. Colocación del dispositivo:
- En > 25 kg, con $VT > 250$ ml, el dispositivo se coloca después de la Y de las tubuladuras ya que en esta posición parte del anestésico se recupera en la espiración y se consume mucho menos. El dispositivo hará las veces de filtro humidificador, así que no será necesario poner ningún otro filtro. Además no se podrá utilizar un sistema de humidificación activa.

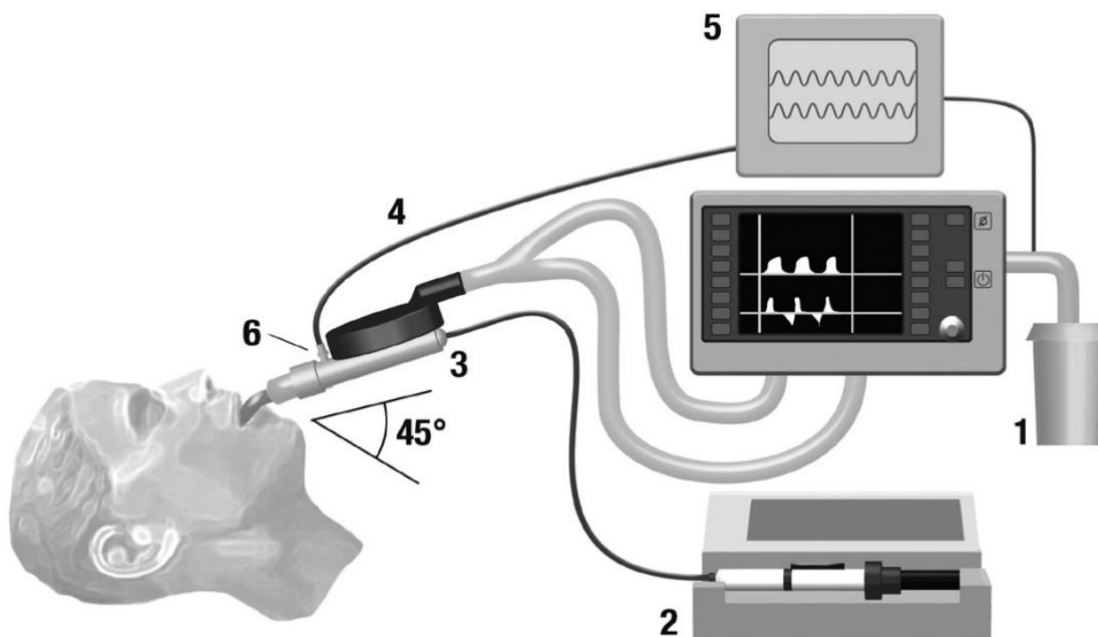


FIGURA 4. Montaje del sistema: Administración de gases inhalados anestésicos

- En < 25 kg, con $VT < 250$ ml, en los que no se puede asumir ese incremento del espacio muerto, se colocará el dispositivo en la rama inspiratoria (a la salida del respirador). Así, se evita el efecto de aumento de espacio muerto,



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

pero no se aprovecha el efecto de conservación de anestésico, con lo que se consume más gas. En este caso se deberá utilizar un sistema de humidificación activa, y la carcasa irá colocada después del dispositivo Anaconda®.

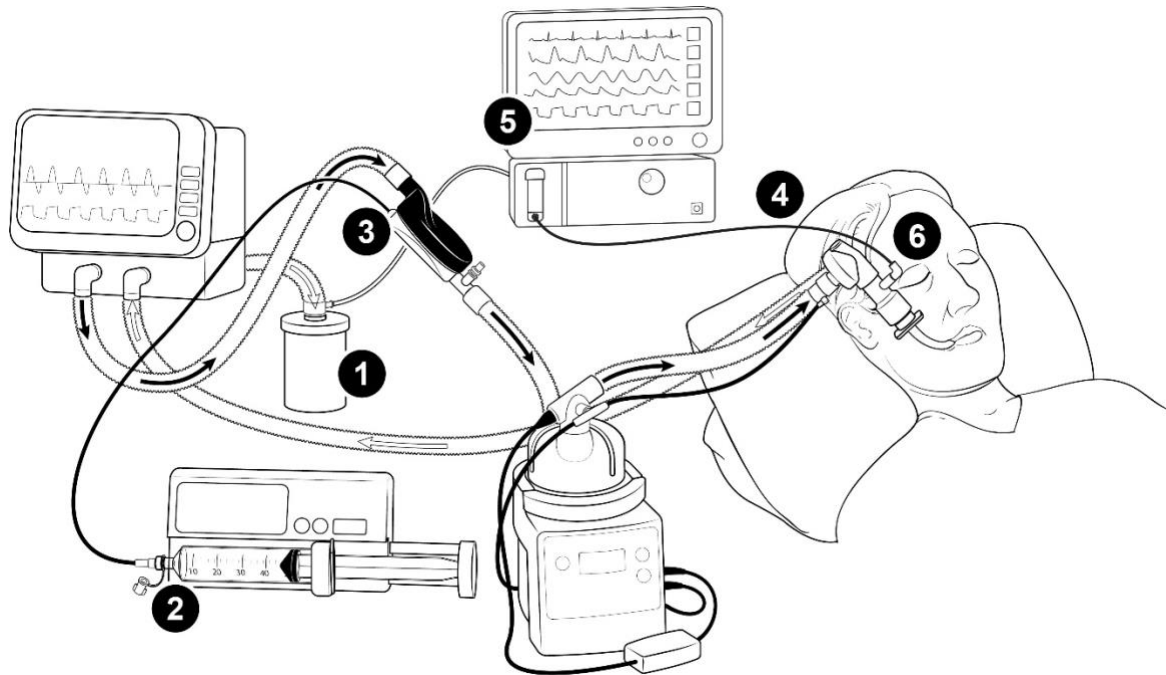


FIGURA 5. Montaje del sistema y monitorización: Administración de gases inhalados anestésicos

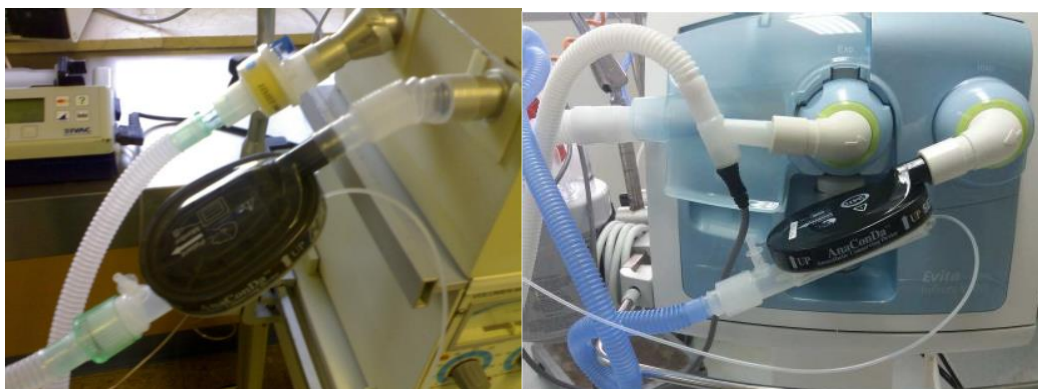


FIGURA 6. Montaje del sistema en ramas inspiratorias de ventilación mecánica invasiva



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

5. Monitorización del gas espirado:

- Cuando se coloca el dispositivo después de la Y, se colocará la línea de muestra en la conexión destinada a ese fin del dispositivo AnaConDa y de ahí, al analizador de gases.
- Cuando se coloca en la rama inspiratoria la monitorización del gas espirado se hará con la pieza del analizador de gases colocada entre la pieza en Y y el tubo endotraqueal.

6. Colocar sistema de evacuación de gases: recipiente con material absorbedor de gases anestésicos halogenados que se conecta a la salida de gases del respirador. El filtro absorbedor tiene una capacidad máxima que se debe conocer (Ej. Flurabsorb 10 jeringas).

Si se utiliza un analizador de gases con toma de muestra se debe conectar también la salida de gas del monitor analizador al absorbedor.



FIGURA 7. Analizador de gases en la administración de anestésicos inhalados

7. Cuando esté todo conectado, hay que purgar la jeringa con 1,2 ml con la bomba de infusión antes de conectar al paciente. Nunca debe purgarse de forma manual para evitar sobredosificación. A continuación, se programa un ritmo inicial de 5-7 ml/h en el caso de usar sevoflurano y 3-5 ml/h en el caso de usar isoflurano hasta que se



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

- empiece a detectar el gas espirado, vigilando la aparición de efectos secundarios (vasodilatación, hipotensión arterial, etc). En pacientes > 25 kg, en los que el dispositivo se coloca después de la Y de las tubuladuras se puede fijar el ritmo de la infusión según el normograma que facilita el fabricante (serán ritmos inferiores).
8. Para titular el efecto se debe monitorizar el gas espirado, que debe estar entre 0,5-1.4% en el caso del sevoflurano y 0.2-0.7% en el caso del isoflurano. En pocos minutos el analizador de gases mostrará los valores de la fracción alveolar de gas que se vayan obteniendo. En unos 10-20 minutos estos valores se estabilizarán.
 9. A partir de ese momento, la tasa de infusión raramente necesita ser modificada. Únicamente hay que tener en cuenta que cuando modifiquemos en el respirador el volumen minuto (la FR, el VT o ambos), a veces se precisa un reajuste (aproximadamente 0.5-1ml) de la velocidad de infusión para mantener constante la concentración de agente administrada. Esto es aplicable siempre y cuando no se modifique sustancialmente la condición hemodinámica o ventilatoria del paciente.
 10. Durante el uso de 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, para el respirador, aspirar las secreciones y reconectar el circuito, volviendo a poner en marcha luego el respirador y la jeringa de infusión.
 11. Pueden administrarse bolos de gas con la bomba de 0.1-0.3 ml previo a aspiraciones, manipulaciones, aseo, etc.
 12. Cuando se decida finalizar la sedación con el sistema AnaConDa®, hay que parar la bomba de infusión, desconectar el AnaConDa® del circuito del paciente, desconectar la línea de gases y por último, desconectar la jeringa de la línea de infusión.



4.4. ASPECTOS A TENER EN CUENTA

- Isoflurano y sevoflurano tienen poco o ningún efecto analgésico, por lo que deben combinarse con fármacos analgésicos si es previsible que el paciente tenga dolor.
- Isoflurano y sevoflurano producen vasodilatación periférica por lo que hay que valorar riesgo/beneficio en pacientes inestables.
- Como regla general, cuando un paciente está con opioides y se inicia sevoflurano, los opioides se pueden bajar a menos de la mitad. Es conveniente asociarlos, al menos a dosis bajas, ya que permiten mantener el mismo nivel de sedación con menores concentraciones de gas espirado y además facilitan la tolerancia al tubo endotraqueal.
- Está descrita la presencia de disfunción psicomotriz reversible al suspender el gas anestésico, consistente en agitación, movimientos anormales (corea, mioclonias), etc. Esta agitación puede tratarse con benzodiazepinas o alfa2-agonistas.



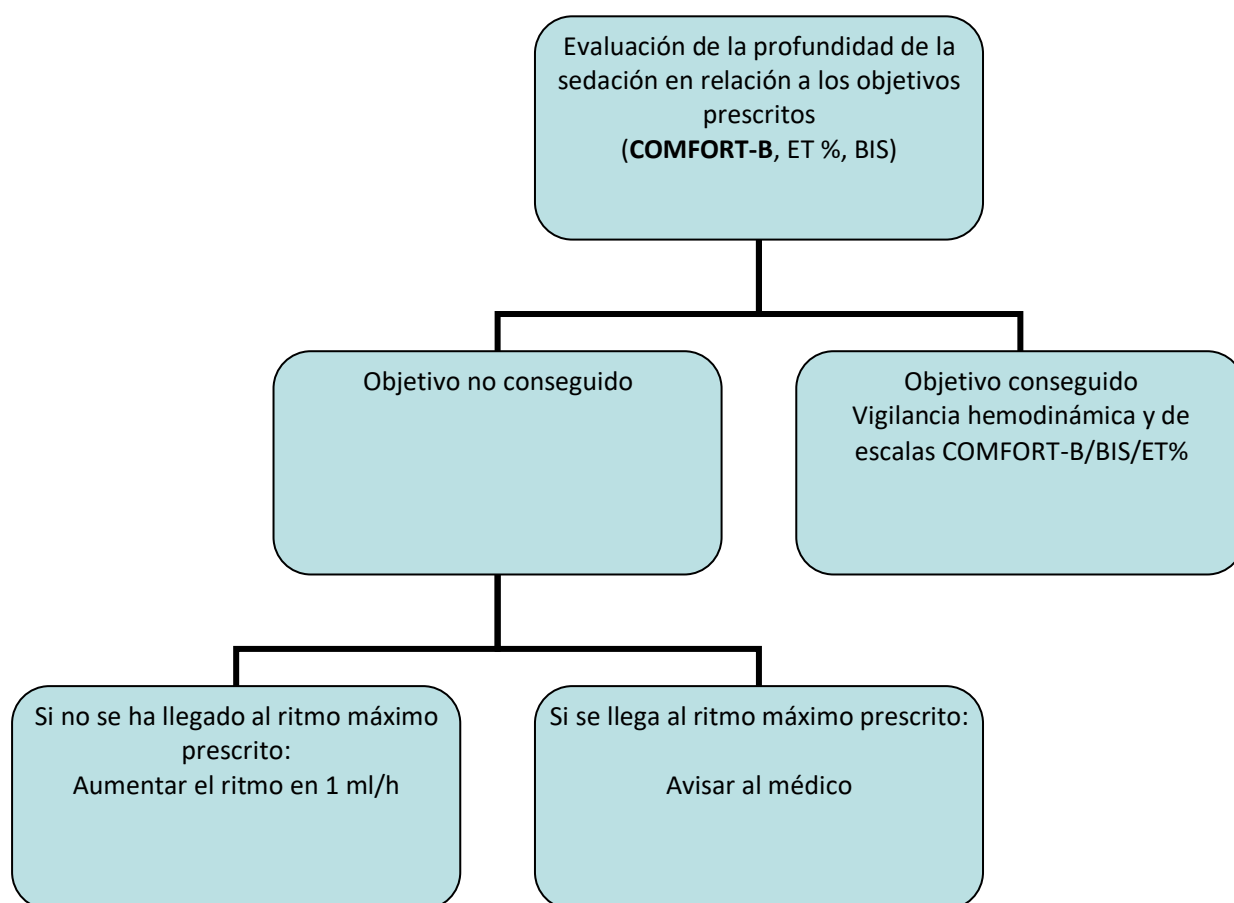
5. Guía rápida

SECUENCIA DE EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE SEDACIÓN

Fase 1 : Inicio de la sedación

- Purgar el sistema con 1.2 ml de Isoflurano o Sevoflurano
- Empezar con un ritmo en la jeringa de 3 ml/h
- Supervisión hemodinámica en los primeros minutos tras la conexión

Fase 2 : Evaluación, mantenimiento de la sedación y supervisión (repetir el esquema cada 5 min)





6. Bibliografía

1. Carroll CL, Zucker AR: The increased cost of complications in children with status asthmaticus. *Pediatr Pulmonol* 2007; 42:914-9
2. Carrié S, Anderson TA: Volatile anesthetics for status asthmaticus in pediatric patients: a comprehensive review and case series. *Pediatr Anesth* 2015; 25:460-7
3. Meyer NE, Schotz S: Relief of intractable bronchial asthma with cyclopropane anesthesia: report of case. *J Allergy* 1939; 10:239-40
4. Migliari M, Bellani G, Rona R, Isgrò S, et al: Short-term evaluation of sedation with sevoflurane administered by the anesthetic conserving device in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2009; 35:1240-6
5. Patel SS, Goa KL. Sevoflurane. A review of its pharmacodynamics and pharmacokinetic properties and its clinical use in general anaesthesia. *Drugs* 1996; 51:658-700
6. Tobias JD: Inhalation anesthesia: basic pharmacology, end organ effects, and application in the treatment of status asthmaticus. *J Int Care Med* 2009; 24:361-71
7. Schutte D, Zwitserloot AM, Houmes R, et al.: Sevoflurane therapy for life-threatening asthma in children. *Br J Anaesth* 2013; 111:967-70
8. Constant I, Seeman R: Inhalational anesthetics in pediatric anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2005; 18:277-81
9. Turner DA, Heitz D, Cooper MK, Smith PB et al: Isoflurane for life threatening bronchospasm: a 15-year single-center experience. *Respi Care* 2012; 57: 1857-1864
10. Sackey PV, Martling CR, Radell P: Three cases of PICU sedation with isoflurane delivered by the "AnaConDa®". *Pediatr Anesth* 2005; 15:879-85
11. Vaschetto R, Bellotti E, Turucz E, et al: Inhalational anesthetics in acute severe asthma. *Curr Drug Targets* 2009; 10:826-32



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

12. Sackey PV, Martling CR, Radell P: Three cases of PICU sedation with isoflurane delivered by the "AnaConDa®". *Pediatr Anesth* 2005; 15:879-85
13. Jung C, Granados M, Marsol P, Murat I, et al: Use of sevoflurane sedation by the AnaConDa® device as an adjunct to extubation in a pediatric burn patient. *Burns* 2007
14. Davidson AJ, Wong A, Knottenbelt G, Sheppard S, et al: MAC-awake of sevoflurano in children. *Pediatr Anesth* 2008; 18:702-7
15. Kihara S, Inomata S, Yaguchi Y, et al: The awakening concentration of sevoflurane in children. *Anesth Analg* 2000; 91:305-8
16. Wheeler DS, Clapp CR, Ponaman ML, et al: Isoflurane therapy for status asthmaticus in children: A case series and protocol. *Pediatr Crit Care Med* 2000; 1:55-9
17. Shankar V, Churchwell KB, Deshpande JK; Isoflurane therapy for severe refractory status asthmaticus in children. *Intensive Care Med* 2006; 32:927-33
18. Masuda Y, Tatsumi H, Goto K, Imaizumi H, et al: Treatment of life-threatening hypercapnia with isoflurane in an infant with status asthmaticus. *J Anesth* 2014; 28:610-2
19. Roberts JS, Bratton SL, Brogan TV: Acute severe asthma: differences in therapies and outcomes among pediatric intensive care units. *Crit Care Med* 2002; 30:581-5
20. Bratton SL, Odetola FO, McCollegan J, et al: Regional variation in ICU care for pediatric patients with asthma. *J Pediatr* 2005; 147:355-61
21. Char DS, Ibsen LM, Ramamoorthy C, Bratton SL, et al: Volatile anesthetic rescue therapy in children with acute asthma: innovative but costly or just costly?. *Pediatric Crit Care Med* 2013; 14:343-50
22. Mesnil M, Capdevila X, Bringuier S, et al: Long-term sedation in intensive care unit: a randomized comparison between inhaled sevoflurane and intravenous propofol or midazolam. *Intensive Care Med* 2011; 37:933-41



PROTOCOLO DE SEDACIÓN INHALATORIA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

23. Restrepo RD, Pettignano R, DeMeuse P: Halothane, an effective infrequently used drug, in the treatment of paediatric status asthmaticus: a case report. *J Asthma* 2005; 42:649-51
24. Ariyama J, Hayashida M, Shibata K, Sugimoto 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
25. Eifinger F, Hunseler C, Roth B, Vierzig A, 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; 225:206-11
26. 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; 33:585-90
27. Breslin M, Warner J, Helfaer MA et al: Assessing exposure of healthcare workers to isoflurane in the pediatric critical care setting. *Crit Care Med* 1999; 27: A121