

Uso intraoperatorio de ventilación de alta frecuencia oscilatoria en dos casos pediátricos de cirugía pulmonar

A. F. Donoso*, P. I. Cruces*, F. J. Saitúa**, P. Herrera**, J. F. Camacho*, J. A. León*

*Área de Cuidados Críticos Pediátricos. **Departamento de Cirugía Pediátrica. Hospital Padre Hurtado. Santiago. Chile.

Resumen

En la última década se ha extendido el uso de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO) más allá del período neonatal, para diversas patologías respiratorias, ante el fracaso de la ventilación mecánica convencional. Pero a pesar de esta situación, cada vez más rutinaria en las diversas Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos, está aún poco extendido su conocimiento y uso durante el intraoperatorio por el anestesiólogo y el cirujano.

Presentamos nuestra experiencia con dos pacientes pediátricos de cinco años y de un mes de edad, en quienes se efectuó cirugía de tórax mientras se mantenían en VAFO con diversos objetivos: cierre de fístula broncopulmonar y biopsia pulmonar para limitar esfuerzos terapéuticos respectivamente. En ambos casos el procedimiento fue realizado sin inconvenientes y permitió modificar la conducta médica. Concluimos que es posible efectuar cirugía torácica en pacientes pediátricos mientras estén en VAFO.

Este modo de ventilación puede ser útil intraoperatoriamente y debe de ser familiar al equipo que atiende a estos niños críticamente enfermos.

Palabras clave:

Ventilación alta frecuencia oscilatoria. Ventilación mecánica. Fallo respiratorio. Cirugía torácica. Anestesia pediátrica. Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.

Introducción

Nuevas modalidades de ventilación mecánica se han incorporado en la última década, en un esfuerzo por disminuir la morbilidad de pacientes críticos.

Correspondencia:

Alejandro Donoso F.
Hospital Padre A. Hurtado. Esperanza, 2150.
San Ramón. Santiago. Chile
e-mail: adonoso@hurtadohosp.cl

Aceptado para su publicación en junio de 2005.

Intraoperative high frequency oscillatory ventilation in 2 children undergoing lung surgery

Summary

Over the past 10 years, the application of high frequency oscillatory ventilation (HFOV) has been extended beyond the neonatal period. The technique is now used in various respiratory disease settings when conventional mechanical ventilation fails. Even though HFOV has become increasingly routine in some pediatric intensive care units, familiarity with it is still limited among anesthesiologists and surgeons and it is not often applied during surgery.

We report our experience using HFOV during thoracic surgery on 2 pediatric patients, one aged 5 years and the other aged 1 month. The respective surgical procedures were to close a bronchopleural fistula and to obtain a lung biopsy in order to provide guidance for limiting therapeutic intervention. In both cases the procedure was performed without adverse effects and allowed medical interventions to be carried out. We conclude that it is possible to perform thoracic surgery in pediatric patients undergoing HFOV.

This ventilation mode can be useful during surgery and teams that care for critically ill children should be familiar with the equipment.

Key words:

High frequency oscillatory ventilation. Mechanical ventilation. Respiratory failure. Surgery, thoracic. Anesthesia, pediatric. Pediatric intensive care unit.

Ante este escenario, es cada vez más frecuente que el cirujano y anestesiólogo se vean enfrentados en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica (UCIP) a una variedad de pacientes gravemente enfermos, en quienes eventualmente es necesario efectuar cirugía mientras permanecen en ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO). Por otra parte son conocidas las limitaciones que existen para ventilar en el quirófano a los pacientes con distensibilidad respiratoria disminuida con máquinas de anestesia estándar.

Así entonces, a pesar de su uso cada vez más extendido en cuidados intensivos pediátricos, la información concerniente a su uso intraoperatorio es aún muy limitada¹⁻³.

Nosotros presentamos la experiencia de dos niños con el uso intraoperatorio de VAFO en el transcurso del último año, mientras se encontraban en condición crítica y discutimos algunas consideraciones de importancia a conocer por el equipo anestésico-quirúrgico sobre esta modalidad ventilatoria.

Casos clínicos

Caso clínico 1. Paciente de sexo masculino de 5 años 7 meses de edad, de 20 kilos de peso, previamente sano, quien ingresó por adenoflemon cervical izquierdo. Evolucionó hacia un shock séptico presentando un síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) grave y fallo multiorgánico. Se le aplicó ventilación de alta frecuencia oscilatoria (SensorMedics 3100 A Ventilator, SensorMedics Critical Care, Yorba Linda, CA, USA) por barotrauma bilateral con índice de oxigenación (IO) de 56 (IO = presión media en vía aérea (PMVA) x fracción inspirada de oxígeno (FIO₂)/Presión arterial de oxígeno (PaO₂) x 100). Los parámetros iniciales fueron PMVA 32 cm H₂O, FIO₂ 100%, amplitud (delta P) 54 cm H₂O y frecuencia de 8 Hz. Se observó una respuesta satisfactoria dentro de las primeras 12 horas con descenso de IO a 30. Sin embargo evolucionó con neumotórax de repetición y evidencias de fístula broncopleural de alto flujo hacia la izquierda, por lo que se decidió toracotomía exploradora al séptimo día de estancia en UCIP. En ese momento el paciente estaba recibiendo infusión de midazolam (0,3 mg Kg⁻¹h⁻¹), fentanilo (3,5 µg Kg⁻¹h⁻¹) y relajado con atracurio (0,2 mg Kg⁻¹h⁻¹) y sus datos gasométricos mostraban un pH= 7,28, PaO₂= 106 mm Hg y PaCO₂= 43 mm Hg (IO=18). El paciente se trasladó al quirófano donde se mantuvo en VAFO durante toda la cirugía (FiO₂ 100%, PMVA 22, delta P 42 y 8Hz), en decúbito lateral derecho. Recibió anestesia endovenosa con fentanilo 400 µg (20 µg Kg⁻¹) y bloqueo neuromuscular con atracurio (0,27 mgKg⁻¹h⁻¹) monitorizado mediante la respuesta al tren de cuatro estímulos. Se realizó el abordaje por el quinto espacio intercostal izquierdo. Se evidenció un pequeño orificio en el ápice de lóbulo superior izquierdo (LSI), cediendo el burbujeo tras ser suturado; posteriormente se colocó un drenaje pleural en el segundo espacio intercostal. Se efectuó bloqueo intercostal con bupivacaína 0,25%. El paciente mantuvo durante todo el acto quirúrgico estabilidad hemodinámica, SatO₂ sobre 97%, con pH= 7,25, PaO₂= 145 mm Hg y PaCO₂= 48 mm Hg (IO=15). La duración de la cirugía fue de 2 horas 30 minutos.

La evolución posterior fue satisfactoria, con control gasométrico post operatorio con pH= 7,29, PaO₂= 106 mm Hg y PaCO₂= 48 mm Hg (IO=13), sin nuevos episodios de neumotórax, lográndose retirar los drenajes pleurales y disminuir progresivamente los parámetros ventilatorios, pasando a ventilación mecánica convencional (VMC) al cuarto día del postoperatorio. Se efectuó traqueostomía por falta de protección de vía aérea, lográndose retirar la cánula al vigésimo noveno día de evolución. Alta sin requerimientos de oxígeno suplementario a las 5 semanas del ingreso.

Caso clínico 2. Recién nacido de sexo masculino, con antecedentes de haber nacido a término a las 41 semanas de gestación, pequeño para la edad gestacional, con peso de nacimiento de 2.950 gramos, que ingresó al noveno día de vida a UCIP por SDRA. Se conectó a VAFO con IO de 29 (SensorMedics 3100 A Ventilator, SensorMedics Critical Care, Yorba Linda, CA, USA) con los siguientes parámetros: PMVA 22 cmH₂O, FIO₂ 80%, amplitud (delta P) 49 cmH₂O y frecuencia de 12 Hz. No se logró demostrar etiología infecciosa viral, bacteriana o fúngica. VIH negativo. Recibió tratamiento antibiótico de amplio espectro, antiviral y terapia esteroideal sin lograrse respuesta. Evolucionó con barotrauma difuso (enfisema intersticial, neumotórax, neumomediastino, neumoperitoneo y enfisema subcutáneo) necesitando VAFO de forma permanente. La tomografía (TC) de tórax informó enfisema intersticial difuso con neumotórax derecho. Se decidió efectuar una biopsia pulmonar con el objetivo de limitar los esfuerzos terapéuticos, al vigésimo tercer día de uso de VAFO. Gases arteriales preoperatorios con pH= 7,44, PaO₂= 55 mm Hg y PaCO₂= 39 mm Hg (IO=38). La biopsia se realizó por vía toracotomía derecha en UCIP con los siguientes parámetros de VAFO: PMVA 21 cmH₂O, FiO₂ 100%, delta P 54 cmH₂O y frecuencia de 10 Hz. Gasometría intraoperatoria con pH= 7,54, PaO₂= 64 mm Hg y PaCO₂= 36 mm Hg (IO=33). Procedimiento efectuado sin complicaciones. Anestesia endovenosa con fentanilo 3 µg Kg⁻¹h⁻¹, midazolam 0,3 mg Kg⁻¹h⁻¹ y bloqueo neuromuscular con vecuronio 0,4 mgKg⁻¹h⁻¹ monitorizado mediante respuesta al tren de cuatro estímulos. La duración de la cirugía fue de una hora. Gases arteriales en el postoperatorio con pH= 7,54, PaO₂= 58 mm Hg y PaCO₂= 32 mm Hg (IO=27). El informe de la biopsia señaló "extensa fibrosis pulmonar, sin reconocerse estructura pulmonar conservada". Tras 28 días en VAFO y de acuerdo con los padres se pasó a VMC, falleciendo a las 6 horas. El estudio posterior reveló déficit de proteína B del surfactante. Se ofreció consejo genético a los padres.

Discusión

La ventilación de alta frecuencia más utilizada clínicamente es la de tipo oscilatoria (VAFO) y básicamente consiste en aplicar volúmenes corrientes menores o cercanos al espacio muerto anatómico (1,5-2 mL kg⁻¹) con pequeños cambios de presiones bifásicos a frecuencias respiratorias supra fisiológicas (generalmente entre 180-900 ciclos min⁻¹ o 3-15 Hz) sobre una presión media de la vía aérea ajustable y con una fase espiratoria activa, lo que permite manejar en forma independiente la oxigenación y la ventilación. El modo por el que se produce el intercambio gaseoso no está del todo aclarado; se sabe que intervienen diversos mecanismos como la difusión molecular, el mezclado cardiogénico, la dispersión de Taylor, el perfil de velocidad asimétrica, la dispersión aumentada y el efecto Pendelluft (mezcla de gas interregional)⁴.

La VAFO emplea un pistón tipo diafragma (parlante) que da una presión permanente en la vía aérea (PMVA), sobre la cual se sobreponen oscilaciones. Tanto la inspiración como la espiración son activas como resultado del movimiento de este diafragma; la característica de una fase espiratoria activa evita el atrapamiento aéreo. Así la VAFO cumple teóricamente los ideales de un modo de ventilación eficaz, es decir, rápidas frecuencias respiratorias y pequeños volúmenes corrientes sobre una PMVA, en un intento de reclutamiento pulmonar, reducir las presiones pico y limitar el volutrauma, manteniendo un intercambio gaseoso adecuado a nivel alveolar. Junto con esto, al no producirse el fenómeno de apertura y cierre reiterativo de las unidades alveolares, se evita la cascada de liberación de citoquinas pro-inflamatorias en el pulmón y hacia la circulación sistémica (biotrauma), las que inducen daño en otros parénquimas (fallo multiorgánico). Datos experimentales y clínicos avalan el uso de VAFO en pacientes con pulmones gravemente dañados⁴.

De este modo, la indicación de uso actual en pediatría es en pacientes con enfermedad con una pobre distensibilidad pulmonar o que presentan síndrome de escape aéreo, siendo el más frecuente el SDRA. El indicador más ampliamente usado para decidir el momento del inicio de la VAFO es el Índice de oxigenación, el cual evalúa el "costo de oxigenar".

La VAFO efectivamente produce un desacople entre la oxigenación y la ventilación, siendo los ajustes independientes; así la oxigenación se regula por medio de la presión media de la vía aérea (PMVA) y la fracción inspirada de oxígeno (FIO₂). La ventilación depende del volumen oscilatorio, el cual es determinado por el volumen corriente entregado (delta P), la frecuencia (Hz) y el tiempo inspiratorio.

Originalmente fue concebida como una terapia ventilatoria de rescate pero actualmente las indicaciones de VAFO son cada vez más amplias y de instauración más precoz.

Las recomendaciones actuales señalan partir con una presión media superior a la empleada en la modalidad convencional (entre 6 y 10 cm H₂O) siguiendo con el incremento necesario para lograr disminuir la FIO₂ a un valor deseado (60%). Lo adecuado de este reclutamiento alveolar se puede evaluar en una radiografía de tórax (8-9 espacios intercostales). La ventilación es controlada principalmente por la amplitud (delta P) y se ajusta para lograr una adecuada vibración de la pared torácica observando vibraciones hasta en la zona inguinal. Se modifica según el nivel de CO₂ deseado.

Los efectos de la VAFO sobre el gasto cardíaco, presión venosa central y flujo sanguíneo a diversos

parénquimas son similares cuando se compara con VMC, siendo determinado en ambos por la PMVA. No se describen efectos hemodinámicos secundarios de importancia y de existir estos son habitualmente transitorios y fácilmente corregibles con la optimización de la precarga. Por el contrario, habitualmente se observa una mejoría significativa en la situación hemodinámica al corregirse las alteraciones gasométricas o ácido-base del paciente.

Existen diversas publicaciones de empleo de VAFO en el intraoperatorio, la gran mayoría de ellos en cirugía neonatal, en patologías como malformaciones pulmonares congénitas, reparación de hernias diafragmáticas congénitas, cirugía de ductus arterioso, atresia esofágica, defectos de la pared abdominal. Todas ellas muestran ausencia de deterioro del intercambio gaseoso durante y después de la cirugía, hecho que ocurrió en nuestros pacientes, además de permitir una estrategia de ventilación protectora durante la cirugía^{1,5-9}. En otro escenario, en la cirugía de cierre de ductus, la VAFO ha permitido una menor expansión pulmonar y movimiento diafragmático, logrando un campo operatorio más estable para el cirujano¹.

En el grupo de edad más allá de la etapa neonatal tenemos la referencia de Aubin et al. quién efectuó toracotomía para resecar lesiones pulmonares difusas bullosas en un niño de cinco meses mientras era ventilado con VAFO¹⁰. Recientemente Eltzschig et al. reportaron sobre el tratamiento de una niña de once años con una fístula colobronquial con hepatoblastoma¹¹. En la población adulta se ha observado un incremento en el último tiempo del número de pacientes tratados con esta modalidad, apareciendo trabajos que informan de su uso intraoperatorio en pacientes quemados¹².

Sin embargo es importante destacar algunos aspectos cuando se esté usando intraoperatoriamente la VAFO. La monitorización de la ventilación no es factible de realizar mediante capnografía, siendo entonces necesario reemplazarla por medición directa de CO₂ en gasometría arterial o CO₂ transcutáneo, teniendo en consideración las variables técnicas y problemas del paciente que eventualmente pudieran alterar su interpretación¹³. No deja de tener relevancia, de ser posible, el visualizar las vibraciones de la pared torácica, siendo un indicador de confianza para ajustar la amplitud de presión, en búsqueda de la PaCO₂ deseada.

Los gases inhalatorios no son empleados en este tipo de ventilador, debiendo considerarse el uso de anestesia intravenosa total, lo que actualmente con los fármacos disponibles no constituye un inconveniente de importancia¹. Finalmente el uso de VAFO no es posible durante el traslado del paciente desde la UCI al quirófano; ante esto se debe evaluar la disponibilidad

y conveniencia de efectuar la cirugía en la UCI, pues en ocasiones, estos pacientes estarán demasiado inestables para ser trasladados con ventilación manual con bolsa, como ocurrió en nuestro segundo paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tobias J, Burd R. Anaesthetic management and high frequency oscillatory ventilation. *Paediatr Anaesth* 2001;11(4):483-487.
2. Bouchut JC, Godard J, Claris O. High-frequency oscillatory ventilation. *Anesthesiology* 2004;100(4):1007-1012.
3. Tietjen CS, Simon BA, Helfaer MA. Permissive hypercapnia with high-frequency oscillatory ventilation and one-lung isolation for intraoperative management of lung resection in a patient with multiple bronchopleural fistulae. *J Clin Anesth* 1997;9(1):69-73.
4. Singh JM, Stewart TE. High-frequency mechanical ventilation. Principles and practices in the era of lung-protective ventilation strategies. *Respir Care Clin* 2002;8(2):247-260.
5. Miguet D, Claris O, Lapillonne A, Bakr A, Chappuis JP, Salle BL. Preoperative stabilization using high frequency oscillatory ventilation in the management of congenital diaphragmatic hernia. *Crit Care Med* 1994;22(9 Suppl):S77-82.
6. Miguet D, Moussa M, Claris O, Takvorian P, Lapillonne A, Chappuis JP, et al. Ventilation par oscillation á haute fréquence en chirurgie néonatale. *Cah Anesthesiol* 1994;42(3):329-334.
7. Bouchut JC, Dubois R, Moussa M, Picaud JC, Di Maio M, Godard J, et al. High frequency oscillatory ventilation during repair of neonatal congenital diaphragmatic hernia. *Paediatr Anaesth* 2000;10(4):377-379.
8. Maekawa N, Nishina K, Mikawa K, Obara H. High-frequency oscillatory ventilation may be useful in perioperative management of neonates with congenital cystic adenomatoid malformation. *Anesthesiology* 1992;77(5):1051-1052.
9. Ratzenhofer-Komenda B, Prause G, Offner A, Smolle-Juttner FM. Intraoperative application of high-frequency oscillatory ventilation support in thoracic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996;109(Supl): 149-153.
10. Aubin P, Vischoff D, Haig M, Villeneuve E, Charest J, Lallier M, et al. Management of an infant with diffuse bullous pulmonary lesions using high-frequency oscillatory ventilation. *Can J Anaesth* 1999;46(10): 970-974.
11. Eltzschig HK, Palmer G, Brustowicz R. Colobronchial fistula in a pediatric patient: diagnostic value of isolated single-lung ventilation and intraoperative use of high frequency oscillatory ventilation. *Anesth Analg.* 2002;95(3):621-623.
12. Cartotto R, Ellis S, Gomez M, Cooper A, Smith T. High frequency oscillatory ventilation in burn patients with the acute respiratory distress syndrome. *Burns* 2004;30(5):453-463.
13. Berkenbosch JW, Tobias DJ. Transcutaneous carbon dioxide monitoring during high frequency oscillatory ventilation in infants and children. *Crit Care Med* 2002;30(5):1024-1027.