

ARTÍCULO ORIGINAL

Ventilación de alta frecuencia, una opción terapéutica

High frequency ventilation, a therapeutic option

MSc. Dra. Odalis de la Caridad Aríz Milián

Dra. Lisbet Ynfiesta González

MSc. Dra. Tania Quesada Quesada

MSc. Dra. Yaquelin Pérez Martínez

MSc. Dra. Mireya Rodríguez Rochela

Hospital Universitario Gineco-Obstétrico “Mariana Grajales”, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

RESUMEN

La ventilación de alta frecuencia oscilatoria ha surgido como una alternativa segura frente a los métodos convencionales de ventilación en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria neonatal. Es por ello que se realizó un estudio de tipo descriptivo retrospectivo con el objetivo de caracterizar el comportamiento de la ventilación de alta frecuencia en los recién nacidos atendidos en el Servicio de Neonatología del Hospital Universitario Ginecoobstétrico “Mariana Grajales” de Villa Clara entre los años 2009 y 2014. La muestra coincidió con el universo y estuvo compuesta por 68 recién nacidos ventilados con alta frecuencia. La información obtenida fue procesada y representada estadísticamente. Se obtuvo que la edad gestacional menor de 34 semanas y el peso inferior a 1 500 gramos se relacionaron estrechamente con esta modalidad ventilatoria; el fracaso de la ventilación mecánica convencional en la enfermedad de la membrana hialina fue la indicación más frecuente -estos pacientes lograron mejor recuperación gasométrica después de empleada-; los neonatos con menor edad posnatal tuvieron una estadía menos prolongada en alta frecuencia y mejores resultados de la oxigenación-ventilación; se evidenció la recuperación cuando la estadía ventilatoria superó las 24 horas y se logró sobrevida en más de la mitad de los recién nacidos que utilizaron esta ventiloterapia.

Palabras claves: ventilación de alta frecuencia, insuficiencia respiratoria, recién nacido

ABSTRACT

The oscillatory high frequency ventilation has emerged as a safe alternative to conventional methods of ventilation in the treatment of neonatal respiratory failure. That is why an observational study was made of retrospective descriptive type with qualitative and quantitative approach to characterize the behavior of

high frequency ventilation in neonates treated in Neonatal Service at "Mariana Grajales" Gynecobstetric University Hospital in Villa Clara between 2009 and 2014. The exhibition coincided with the universe and it was composed of 68 infants ventilated with high frequency. The information obtained was processed and statistically represented. It was found that the gestational age less than 34 weeks and less than 1500 grams were closely related to the ventilation mode; the failure of conventional mechanical ventilation in the hyaline membrane disease was the most common indication -these patients achieved better gasometrical recovery after used-; infants with less postnatal age had less prolonged stay at high frequency and better oxygenation-ventilation; Recovery was evident when ventilatory stay exceeded 24 hours and survival was achieved in more than half of newborns who used this therapy of ventilation.

Key words: high-frequency ventilation, respiratory insufficiency, infant, newbo

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han producido mejoras constantes en la tecnología de los respiradores de uso neonatal que han contribuido, de manera eficaz, a la reducción de la morbilidad y la mortalidad. Aún así existen complicaciones del uso de la ventilación mecánica como los escapes aéreos y la displasia broncopulmonar y, en algunas situaciones, ante enfermedades respiratorias muy graves, puede hablarse de fracaso de la ventilación mecánica convencional (VMC) cuando no se consigue el adecuado recambio gaseoso o es necesario emplear presiones muy elevadas; por este motivo se proponen métodos de ventilación alternativos, uno de ellos es la ventilación de alta frecuencia (VAF).¹

El primer VAF fue patentado en 1959 por John Emmerson y era un vibrador de la vía aérea. Con el desarrollo ulterior de su tecnología aparecieron otros tipos de ventiladores que engloban la ventilación de alta frecuencia por jet (VAFJ), por interrupción de flujo (VAFIF) y por oscilador (VAFO) y que cumplen totalmente los ideales de un modo de ventilación eficaz, es decir, rápidas frecuencias respiratorias y pequeños volúmenes corrientes en un intento de reclutar el pulmón atelectásico, reducir las presiones pico, limitar el volutrauma y mantener un intercambio gaseoso adecuado a nivel alveolar.² Su uso, de forma experimental, se inició a fines de la década de los 80, y actualmente son utilizados en las unidades neonatales de Estados Unidos, Europa y América.³

Durante los 10 últimos años se han introducido en Cuba, con el objetivo de generalizar esta práctica en los cuidados neonatales, ventiladores de alta frecuencia oscilatoria -Babylog 8000- que fueron empleados, por primera vez, en el Hospital Ginecoobstétrico "Ramón González Coro", de Ciudad de la Habana, en el año 2002; esto permitió transmitir experiencias sobre su manejo al resto de las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del país. En febrero de 2008 comenzó su uso en Villa Clara, provincia en la que se mantiene una tendencia a incrementar su empleo, de lo que es ejemplo la UCIN del Hospital Universitario Ginecoobstétrico "Mariana Grajales", de la Ciudad de Santa Clara, centro asistencial de referencia con atención neonatal de nivel III; hasta la fecha no se ha realizado ninguna investigación al respecto, lo que motivó la realización de este trabajo.

MÉTODOS

Se realizó un estudio de tipo descriptivo retrospectivo dirigido a caracterizar el comportamiento de la ventilación de alta frecuencia en los recién nacidos atendidos en el Servicio de Neonatología del Hospital Universitario Ginecoobstétrico “Mariana Grajales” de la Ciudad de Santa Clara, Provincia de Villa Clara, desde enero de 2009 hasta junio de 2014.

La población de estudio quedó conformada por 68 recién nacidos ventilados en la modalidad de alta frecuencia y atendidos en el Servicio de Neonatología de esta institución hospitalaria en el período de tiempo establecido. La muestra coincidió con la población de estudio, la que fue seleccionada de forma intencional; se tuvieron en cuenta los criterios de selección. El método y la técnica utilizada en el nivel empírico fue el análisis documental. Para la recolección del dato primario se confeccionó un instrumento en el que se vertió la información obtenida del Departamento de Estadística del hospital y de las historias clínicas pediátricas, así como los registros de morbilidad y mortalidad continúa del servicio, lo que permitió darle salida a cada uno de los objetivos propuestos.

Definición y operacionalización de las variables:

Peso al nacer: peso en gramos tomado al nacimiento. Variable cuantitativa continua discretizada en los siguientes grupos: menos de 1 500 gramos, entre 1 500-1 999, entre 2 000-2 499 y 2 500 y más.

Edad gestacional: semanas a partir del primer día de la última menstruación. Variable cuantitativa continua discretizada en los siguientes grupos de edades: menos de 28 años, entre 28 y 29.6, entre 30 y 33.6, entre 34 y 36.6 y 37 o más.

Indicación de VAFO: motivo por el que cada paciente fue llevado a la VAFO. Variable cualitativa nominal politómica. Puede dividirse como sigue:

- Fracaso de VMC (FVMC). De ellas se consideraron: enfermedad de la membrana hialina (EMH), bronconeumonía connatal (BNC), neumonía asociada a la ventilación (NAV) y edema pulmonar
- Hipertensión pulmonar persistente del recién nacido (HTP)
- Hernia diafragmática congénita grave
- Bloqueo aéreo (BA)
- Neumonía con hipertensión pulmonar en su forma severa
- Síndrome de aspiración meconial en su forma severa (SAM)
- Hipoplasia pulmonar

Edad de inicio en VAFO: edad en horas que tiene el recién nacido al comenzar la VAFO. Variable cuantitativa continua que se discretiza en: menos de 48 horas, entre 49 y 96 o más de 96.

Estadía en VAFO: según las horas de permanencia en VAFO. Variable cuantitativa continua discretizada en los siguientes intervalos: menos de 24 horas, entre 24 y 48, entre 49 y 72 y más de 72.

PaO₂ (presión arterial de oxígeno): según los resultados de la gasometría antes y una hora después de la VAFO. Variable cuantitativa continua.

PaCO₂ (presión arterial de dióxido de carbono): según los resultados de la gasometría antes y una hora después de la VAFO. Variable cuantitativa continua.

Índice de oxigenación (IO): antes y una hora después de la VAFO. Índice que integra las mediciones de la oxigenación (PO_2 y FiO_2) y la de respirador. Variable cuantitativa continua. Índice de oxigenación: se calcula con la ecuación:

$$IO = \frac{PMA \times FiO_2(\%)}{PaO_2}$$

Se considera normal si es menor de 7%.

Oxigenación-ventilación después del uso de la VAFO: variable cuantitativa continua. Se discretiza en:

-Mejoría evidente: IO con variación mayor de 50%, con PO_2 y PCO_2 que varían más de 30mmHg.

-Mejoría aceptable: IO con variación entre 20-50%, con PO_2 y PCO_2 que varían entre 10 y 30 mmHg.

-Sin mejoría: IO con variación menor al 20%, con PO_2 y PCO_2 que varían menos de 10mmHg.

Estado al egreso: estado clínico al egreso. Variable cualitativa nominal dicotómica. Se divide en: vivo y fallecido.

La información obtenida fue procesada a través de una base de datos, se utilizó el software de procesamiento estadístico Pasw Statistics (SPSS versión 21.0) para Windows. Se realizó el análisis descriptivo de la muestra, para lo que se usaron las frecuencias absolutas (número de casos) y relativas (por cientos). Para identificar diferencias significativas entre categorías se utilizó la prueba de Chi cuadrado.

Se fijó un intervalo de confianza del 95%, la significación estadística se interpretó según el siguiente criterio:

- Si $p > 0.05$ no existen diferencias significativas
- Si $p < 0.05$ diferencia significativa
- Si $p < 0.01$ diferencia altamente significativa.

RESULTADOS

En el transcurso de los últimos seis años (2009-2014) en el Hospital Universitario Ginecoobstétrico "Mariana Grajales" de Santa Clara ha existido una tendencia al uso de esta alternativa en la terapia ventilatoria. De los 68 neonatos que usaron VAFO el 92.6% tenía menos de 37 semanas al nacer y 37, para un 54.4%, tenían peso al nacer por debajo de 1 500 gramos, mientras que de los neonatos con edad gestacional igual o mayor a 37 semanas se ventilaron solamente el 7.4% y el mayor por ciento (60.0) tenían peso al nacer igual o mayor a 2 500 gramos; diferencias que resultaron altamente significativas ($p < 0.01$).

Al relacionar el motivo por el que los recién nacidos usaron la VAFO como terapéutica adicional, relacionados a su vez con los resultados de la oxigenación-ventilación después de su uso, se obtuvo que el fallo de la VMC constituyó la indicación más frecuente (73.5%) y, dentro de las enfermedades incluidas en el fracaso ventilatorio, la enfermedad de la membrana hialina ocupó un 48.5%, con una mejoría global de la oxigenación -ventilación en el 44.1% de estos recién nacidos y el bloqueo aéreo se ubicó en el segundo lugar, con un 14.7%, con una mejoría de comportamiento equitativo entre la evidente y la aceptable en cuatro bloqueados para un 5.8% respectivamente. Las diferencias estadísticas resultaron altamente significativas ($p < 0.01$).

En la investigación se analizó la edad de inicio en VAFO con los resultados de la oxigenación-ventilación después de su uso. Se constató que en el mayor porcentaje (55.8) se inició la ventilación antes de las 48 horas; de ellos el 33.8% tuvieron una mejoría aceptable de la oxigenación-ventilación. De esta forma también se comportó tanto para el grupo que inició la ventilación entre 48 y 96 horas, así como los de más de 96 horas con 19.1% y 5.8% respectivamente. Resultados desde el punto de vista estadístico no significativos ($p > 0.05$).

Al analizar la estadía en VAFO y los resultados de la oxigenación-ventilación después del uso de esta terapia se encontró que el 36.7% tuvo una estadía ventilatoria entre 24 y 48 horas, de ellos el 25.0% presentó una mejoría aceptable de la oxigenación-ventilación, mientras que 12 neonatos (17.6%) de los que estuvieron con esta modalidad menos de 24 horas no mostraron mejoría; las diferencias estadísticas resultaron altamente significativas ($p < 0.01$).

En cuanto al egreso de los neonatos en esta opción terapéutica por cada año de estudio se destacó una elevada evidencia porcentual en los 47 egresados vivos, con una sobrevivencia de un 69.1%, mientras que el 30.8% fallecieron. En los años 2009 y 2013 fallecieron menos niños (solamente uno, para un 1.4%); en el primer semestre de 2014 solo un paciente.

DISCUSIÓN

La aplicación de la ventilación mecánica como medio de soporte de la función respiratoria es uno de los grandes logros de la medicina moderna en los cuidados de los enfermos críticos. De los recién nacidos que usaron VAFO en la institución (según el presente estudio) el 95.5% fueron bajo peso y más de la mitad concierne a los menores de 1 500 gramos; los menores de 34 semanas fueron los más afectados. Mir Villamayor³ en su estudio encontró que el peso promedio fue de 2 310 gramos y la edad gestacional de 35 semanas, lo que no es consistente con la actual investigación por la existencia de limitaciones para el uso de la VAFO en el mayor de 2 000 gramos, atribuible a que el Babylog 8000 tiene una potencia limitada para ser usada en pacientes normopeso, lo inverso a lo que ocurre con el sensor Medics 3100 que, a nivel internacional, es el más usado.^{4,5}

Al contrario Morcillo F.⁶ informa como promedio una edad gestacional de 32 semanas y un peso de 1 187 gramos, lo que se relaciona con los resultados del trabajo de Domínguez F.⁷ en el que la tercera parte de sus neonatos fueron menores de 34 semanas y de 1 500 gramos; estos resultados coinciden con los del presente estudio.

Las principales indicaciones que motivaron usar la VAFO destacan al fallo de la VMC; la recuperación post-VAFO de los gases arteriales en casi la mitad de los ventilados se evidenció de manera aceptable, especialmente en los que padecen EMH, lo que aseguró la efectividad de esta terapia en el reclutamiento alveolar y el intercambio gaseoso. Eichenward EC.⁸ afirma que la VAFO ha llegado a ser el tratamiento estándar del síndrome de distress respiratorio (SDR). Ugarte S.⁹ plantea que se debe considerar a la VAFO como una terapia de rescate, que se muestra promisorio al mejorar la oxigenación en pacientes que no responden a las terapias convencionales.

En relación al tema Donoso A.² sugiere que en todo niño con insuficiencia respiratoria refractaria a VMC se considere el uso de esta terapia; en los primeros

recién nacidos cubanos tratados con VAF⁷ se aplicó al fracasar la VMC o cuando existió enfisema pulmonar intersticial. Lo planteado coincide con el presente estudio en el que la mayor indicación médica estuvo determinada por el FVMC en un 73.5%, con un predominio de pacientes con EMH. Domínguez F.⁷ informa que en los neonatos en los que fracasó la VMC el diagnóstico fue EMH, seguido por los de HTP y BNC. El presente estudio no es afín en lo concerniente a la HTP pues su uso constituyó una terapia de rescate en el 11.7%; no se evidenció estabilización de los gases sanguíneos después de su aplicación.

La causa más común de BA en neonatos según Jengemil MJ.¹⁰ es una VM inadecuada o la fragilidad y la inmadurez pulmonar; la VAFO está considerada como técnica reductora del riesgo de BA neonatal. Taffarella P.¹¹ describe al BA como otra de las indicaciones para esta terapia. Existe coincidencia con este trabajo pues el BA se ubicó en el segundo lugar de las indicaciones, con un comportamiento equitativo entre la mejoría evidente y aceptable en cuatro pacientes, para un 5.8% respectivamente.

La edad al inicio de la VAFO es una variable que determina la evolución clínica del ventilado. Se percibe que hubo una mayor evidencia porcentual entre los atendidos antes de las 48 horas de nacidos pues más de la tercera parte reflejó una favorable evolución gasométrica, lo que apoya que los beneficios de esta opción terapéutica en cuanto a la recuperación de la hipoxemia y la hipercapnia serán más evidentes mientras más temprano se use después de considerar fallido el soporte ventilatorio convencional.⁵ Ellsbury DL.¹² estudió la optimización de la VAFO en pacientes con diagnóstico de SDR -el promedio de edad cuando entraban a la VAFO fue de 36 horas en pacientes ventilados-, realizó una evolución temporal de la oxigenación (PaO_2/FIO_2) y la ventilación alveolar ($PaCO_2$) antes de la VAFO, durante las primeras 48 horas de la terapia y al momento de volver a VMC y detectó una mejoría significativa del intercambio gaseoso, evidenciable desde la primera hora en la ventilación ($PaCO_2$) y a las 12 horas de iniciada, en la oxigenación (PaO_2/FIO_2) permanecieron estos parámetros estables a través del tiempo, lo que es consistente con el presente trabajo.

La estadía ventilatoria y los resultados de la oxigenación-ventilación post-VAFO en el presente estudio muestra que la mejoría se evidenció cuando esta terapia se usó entre 24-48 horas. Marchack y colaboradores,¹³ en 1981, realizaron un primer estudio en 80 neonatos con SDR en los que observaron una mejoría de la oxigenación al utilizar la VAF durante dos horas con frecuencias entre ocho y 20Hz. Estos resultados no son consistentes con la investigación en cuestión pues de los neonatos con corta estadía el 19.7% no obtuvieron mejoría.

El presente trabajo coincide con Mir Villamayor³ que apunta, en relación a la variación de PaO_2 en el control gasométrico pre-VAFO y post-VAFO, que se comprobó una mejoría evidente; solo en un paciente hubo una variación de menos de 10mmHg en el valor de la PaO_2 y se reportó, de manera general, una estadía de menos de 48 horas. Los resultados del actual estudio concuerdan con los obtenidos por Yáñez L.,¹⁴ quien acierta mejoría de la acidosis respiratoria después de la primera hora en VAFO gracias a una reducción efectiva de la $PaCO_2$ desde las primeras horas de conexión. La oxigenación aumenta en forma lenta, pero progresiva, entre 36 y 48 horas de estadía en dicha modalidad.

Referente al estado al egreso de los neonatos en esta opción terapéutica por cada año tratado se observó una sobrevida de un 69.1% lo que, a consideración de la

autora, es favorable. Mir Villamayor,³ en un estudio de un año en el Hospital de Asunción, resalta una sobrevida de un 43.0%, la que no consideran buena y está por debajo de los resultados obtenidos en el presente trabajo. Domínguez F.,⁷ en el primer informe de pacientes que usaron alta frecuencia, expuso una sobrevida de un 72.0%, lo que se consideró adecuado al tomar en cuenta que se aplicó, básicamente, en neonatos con afecciones respiratorias graves y con FVMC o cuando existió un BA significativo en el curso de esta modalidad ventilatoria. Así mismo, Donoso A.² plantea una sobrevida del 66.0% de los pacientes, resultados cercanos a los del presente estudio.

La mortalidad, próxima a un tercio de los pacientes resultante de la actual investigación, se asemeja a lo observado en las series extranjeras con un tamaño muestral superior al incluido en este trabajo. En relación a estas cifras otros autores¹⁵⁻¹⁸ plantean que la VAFO es una modalidad útil para lograr la sobrevida de un por ciento de niños los que, sin ella, probablemente morirían debido a la imposibilidad de oxigenarlos; esto se ve refrendado en las altas cifras de mortalidad predicha para este tipo de pacientes en las UCIN. De igual manera en otro artículo¹⁹ se mostró una sobrevida del 69.0%, lo que permitió rescatar con VAFO una proporción de niños que, de otra manera, hubieran muerto en hipoxemia refractaria.

De manera general se concluye que la edad gestacional por debajo de 34 semanas y el peso menor de 1 500 gramos se relacionaron estrechamente con esta opción ventilatoria. La recuperación de la oxigenación-ventilación después del uso de la alta frecuencia se comportó inversamente proporcional a la edad gestacional y al peso al nacer. El fracaso de la ventilación mecánica convencional en la enfermedad de la membrana hialina fue la indicación más frecuente de los neonatos ventilados y, a su vez, los que lograron mejor recuperación gasométrica. Los neonatos con menor edad posnatal tuvieron una estadía menos prolongada en la alta frecuencia y mejores resultados de la oxigenación-ventilación. La recuperación de la oxigenación-ventilación fue mejor en los neonatos con una estadía en alta frecuencia superior a las 24 horas y se logró sobrevida en más de la mitad de los recién nacidos que utilizaron esta modalidad de ventilación.

El presente trabajo aporta elementos que apoyan el uso de la VAFO como otra terapia alternativa eficaz en la falla ventilatoria refractaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mario Cerda S. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria, un avance en la terapia intensiva infantil. Rev Chil Pediatr [Internet]. 1999 [citado 14 Jun 2014]; 70(3): 12-3. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41061999000300002
2. Donoso A, León J, Rojas G, Valverde C, Escobar M, Ramírez M, et al. Uso de ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos. Rev Chil Pediatr [Internet]. 2002 [citado 14 Jun 2014]; 73(5): 461-70. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062002000500003
3. Mir Villamayor R. Ventilación de Alta Frecuencia en Recién Nacidos. Un soporte necesario en la Unidades Neonatales. Pediatr (Asunción) [Internet]. 2010 [citado 12 Jun 2014]; 37(1): [aprox. 3 p.]. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S1683-98032010000100008&script=sci_arttext

4. Mir R, Fonseca R, Mendieta E. Ventilación de Alta Frecuencia Oscilatoria (VAFO). Experiencia inicial en una Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. *Pediatr (Asunción)* [Internet]. 2010 [citado 09 Abr 2014]; 37(1): 36-41. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-98032010000100005&lng=es&nrm=iso
5. Solana M, Lopez-Herse J, Urbano J, Mencía S, Castillo J, Bellon J. Medición del volumen corriente en ventilación de alta frecuencia. *An Pediatr (Barc)* [Internet]. 2012 [citado 11 Abr 2014]; 76(1): 11-15. Disponible en: http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet? f=10&pident_articulo=90093100&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=37&ty=40&accion=L&origen=elsevier&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=37v76n01a90093100pdf001.pdf
6. Morcillo F, Gutiérrez A, Izquierdo I. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria como estrategia de rescate en el recién nacido: estudio multicéntrico español. *An Esp Pediatr*. 1999; 50: 269-74.
7. Domínguez Dieppa F, Roca Molina MC, Millán Cruz Y, Barrios Rentarí Y. Ventilación de alta frecuencia: primer reporte en recién nacidos cubanos. *Rev Cubana Pediatr* [Internet]. 2006 [citado 14 Jun 2014]; 78(3): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ped/v78n3/ped07306.pdf>
8. Eichenward EC. Ventilación Mecánica. En: Cloherty JP, Eichenward EC, Hansen AR, Stark AR. *Manual de Neonatología*. 7^{ma} ed. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. p. 377-92.
9. Ugarte S, Jiménez E, del Despósito A. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria. *Rev Chil Med Intens* [Internet]. 2011 [citado 14 Jun 2014]; 26(1): [aprox. 4 p.]. Disponible en: <http://www.medicina-intensiva.cl/revistaweb/revistas/indice/2011-1/6.pdf>
10. Jengemail MJ, Lee YS, Tsao PC, Soong WJ. Neonatal air leak syndrome and the role of high-frequency ventilation in its prevention. *J Chinese Med Assoc* [Internet]. 2012 [citado 14 Jun 2014]; 75(11): 551-59. Disponible en: <http://www.jcma-online.com/article/S1726-4901%2812%2900204-3/pdf>
11. Taffarela P, Bonetto G, Jorro Baróna F, Selandaria J, Sasbóna J. Análisis de efectividad de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda en un centro de alta complejidad. *Arch Argent Pediatr* [Internet]. 2012 [citado 14 Jun 2014]; 110(3): [aprox. 3 p.]. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752012000300004
12. Ellsbury DL, Klein JM, Segar JL. Optimization of high-frequency oscillatory ventilation for the treatment of experimental pneumothorax. *Crit Care Med*. 2002; 30: 1131-5.
13. Marchak BE, Thompson WK, Duffy P. Treatment of RDS by high-frequency oscillatory ventilation: A preliminary report. *J Pediatr*. 1981; 99: 287-90.
14. Yáñez L, Lapadula M, Benavente C, Von Dessauer B, Emilfork M. Ventilación de Alta Frecuencia en Infección Respiratoria Grave por VRS. *Rev Chil Pediatr* [Internet]. 2010 [citado 14 Jun 2014]; 81(3): 221-27. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062010000300004
15. Department of Neonatology, Shaoyang Central Hospital, Shaoyang. Clinical application of high-frequency oscillatory ventilation for the treatment of neonatal pneumothorax. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi*. 2012 Jul; 14(7): 499-501.
16. Mortellaro V, Fike F, Adibe O, Juang D, Aguayo P, Ostlie D, et al. The use of high-frequency oscillating ventilation to facilitate stability during neonatal thoracoscopic operations. *J Laparoendoscopic & Advanced Surg Technique* [Internet]. 2011 [citado 14 Jun 2014]; 21(9): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <http://online.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/lap.2011.0134>

17. Zivanovic S, Peacock J, Alcazar-Paris M, Lo J, Lunt A, Marlow N. Late outcomes of a randomized trial of high-frequency oscillation in neonates. NEJM [Internet]. 2014 [citado 14 Jun 2014]; 370(12): [aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa1309220>
18. Jengemail MJ, Lee YS, Tsao PC, Soong WJ. Neonatal air leak syndrome and the role of high-frequency ventilation in its prevention. J Chinese Med Association [Internet]. 2012 [citado 14 Jun 2014]; 75(11): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <http://www.jcma-online.com/article/S1726-4901%2812%2900204-3/pdf>
19. Selandari JO, Vasallo JC, Collman C, Tomes S, Carbón J. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pediatría. Arch Argent Pediatr [Internet]. 2001 [citado 2 Ago 2014]; 99(5): 390-91. Disponible en: <http://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2001/397.pdf>

Recibido: 8-1-2015

Aprobado: 28-4-2015

Odalís de la Caridad Aríz Milián. Hospital Universitario Gineco-Obstétrico "Mariana Grajales". Avenida 26 de Julio. Carretera Acueducto. Reparto Escambray. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Código Postal: 50200 Teléfono: (53)(42)273106. Correo electrónico: odalisca@hmmg.sld.vcl.cu