

# Ventilación de alta frecuencia oscilatoria como estrategia de rescate en el recién nacido. Estudio multicéntrico Español. I.

F. Morcillo<sup>1</sup>, A. Gutiérrez<sup>1</sup>, I. Izquierdo<sup>1</sup>, J. Pérez Rodríguez<sup>2</sup>, J. Quero<sup>2</sup>, M.D. Elorza<sup>2</sup>, M. Sánchez Luna<sup>3</sup>, B. Arias<sup>3</sup>, J. Krauel<sup>4</sup>, J. Moreno<sup>4</sup>, C. Tejera<sup>5</sup>, A. García Alix<sup>5</sup>, C. Barrios<sup>6</sup>, A. Belaustegui<sup>6</sup>, E. Doménech<sup>7</sup>, C. Ormazábal<sup>7</sup>, S. Salcedo<sup>8</sup>, F. Castillo<sup>8</sup>, J. López Heredia<sup>9</sup>, L. Roman<sup>9</sup>

**Resumen.** *Objetivo:* Evaluar los resultados de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO) como terapia de rescate, en recién nacidos (RN) con patología respiratoria severa, en los que se objetivó fracaso de la ventilación mecánica convencional (VMC) o escape aéreo (EA) grave.

*Pacientes y métodos:* Estudio prospectivo, multicéntrico, desarrollado entre abril de 1995 y junio de 1998, que incluye a 241 recién nacidos con patología respiratoria grave, a los que se aplicó VAFO como terapia de rescate, según un protocolo común, en 9 Unidades Neonatales de nivel III. Se utilizó en todos los casos el respirador Babylog 8000 de Dräger. Los diagnósticos más frecuentes fueron: EMH (119), SAM (24), neumonía (19) y hernia diafragmática congénita (18).

*Resultados:* La edad gestacional media fue de 32,0 semanas (ds 5,5) y el peso al nacimiento medio de 1.186,8 g (ds 1.071), con diferencias según el tipo de patología. Todos precisaron VMC previa durante una media de 58,7 horas. En el momento de pasar a VAFO su IO medio fue de 28,3 (ds 15,3) y el a/A de O<sub>2</sub> de 0,10 (ds 0,08). La edad media de entrada en VAFO fue de 82 h, con parámetros iniciales medios en VAFO de: MAP de 12,8 mbar (ds 3,4), frecuencia de 8,3 Hertzios (ds 1,4), amplitud de 53,3 % (ds 20), volumen corriente 2,2 ml/kg (ds 0,7) y FiO<sub>2</sub> de 0,88 (ds 0,2). A las 2 horas de entrada en VAFO se evidenciaron cambios significativos ventilatorios que expresados en medias fueron los siguientes: la FiO<sub>2</sub> paso de 0,88 a 0,79, la PaO<sub>2</sub> ascendió de 48 a 80 mm Hg, la PaCO<sub>2</sub> bajó de 60 a 46 mm Hg, el IO bajó de 28 a 18 y el a/AO<sub>2</sub> subió de 0,10 a 0,19; estos cambios se mantuvieron posteriormente. La salida de VAFO se hizo por mejoría en el 70% de los casos, tras una media de 95 horas. En el 19% la salida fue por exitus y en un 11% por fracaso de la técnica ventilatoria. La mortalidad intrahospitalaria fue del 32%. Un 10% presentaron neumotórax durante la VAFO y un 4% enfisema intersticial. La incidencia de hemorragia intraventricular grados III-IV fue del 14,5% y la de DBP del 35%.

*Conclusiones:* La VAFO como terapia de rescate es una técnica segura que permite mejorar la oxigenación, ventilación y el cociente a/A de O<sub>2</sub> a las 2 horas de iniciada

*An Esp Pediatr 1999; 50:269-274.*

**Palabras clave:** Ventilación de alta frecuencia oscilatoria; Distrés respiratorio; Recién nacido.

## HIGH FREQUENCY VENTILATION IN NEWBORN INFANTS. SPANISH MULTICENTER STUDY (I)

**Abstract.** *Objective:* The aim of this study was to evaluate the results of high frequency ventilation (HFV) used as a rescue strategy in newborn infants with severe lung disease who either failed conventional mechanical ventilation (CMV) or had an air block.

*Patients and methods:* From April 1995 to June 1998, 241 infants with severe lung disease and managed according to a common protocol of HFV used as a rescue strategy were prospectively evaluated in the nine participating level III Spanish Neonatal Intensive Care Units. The most frequent diagnoses were respiratory distress syndrome (119), meconium aspiration (24), pneumonia (19) and congenital diaphragm hernia (18).

*Results:* Mean  $\pm$  SD gestational age and birth weight were 32.0  $\pm$  5.5 weeks and 1,187  $\pm$  1,071 g, respectively. All babies were previously managed with CMV for a mean of 59 hours. HFV was started at a mean postnatal age of 82 hrs, with a mean oxygenation index (OI) of 28.3  $\pm$  15.3 and an a/A DO<sub>2</sub> of 0.10  $\pm$  0.08. Initial mean HFV settings were: mean airway pressure 12.8  $\pm$  3.4 mbar, frequency 8.3  $\pm$  1.4 Hz, amplitude 53  $\pm$  20 percent, tidal volume 2.2  $\pm$  0.7 ml/kg and FiO<sub>2</sub> 0.88  $\pm$  0.2. At two hours of HFV there was a significant increase in the mean PaO<sub>2</sub> (from 48 to 80 mmHg), with a concomitant decrease in FiO<sub>2</sub> (from 0.88 to 0.79), PaCO<sub>2</sub> (from 60 to 46 mmHg) and OI (from 28 to 18). Mean a/A DO<sub>2</sub> increased from 0.10 to 0.19; these changes remained similar thereafter. HFV was suspended after a mean of 95 hrs because of improvement in 70%, death in 19% and failure to improve the clinical condition in the remaining 19%. Intrahospital death rate was 32%. The following complications were observed: pneumothorax (10%), interstitial emphysema (4%), intraventricular hemorrhage grades III and IV (14.5%) and bronchopulmonary dysplasia (35%).

*Conclusions:* HFV is an effective rescue strategy that improves pulmonary gas exchange within two hours of its initiation.

**Key words:** High frequency ventilation. Respiratory distress syndrome. Respiratory insufficiency. Newborn infant.

Grupo Colaborativo Español sobre Alta Frecuencia Oscilatoria: <sup>1</sup>(H. La Fe, Valencia); <sup>2</sup>(H. La Paz, Madrid); <sup>3</sup>(H.G. Marañón, Madrid); <sup>4</sup>(H. S. Juan de Dios, Barcelona); <sup>5</sup>(H. Las Palmas); <sup>6</sup>(H. 12 Octubre, Madrid); <sup>7</sup>(H. Tenerife); <sup>8</sup>(H.V.Hebron, Barcelona); <sup>9</sup>(H. Cruces, Baracaldo).

*Correspondencia:* Francisco Morcillo Sopena. Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. Servicio de Neonatología. Hospital Universitario "La Fe". Avd. Campanar 21. 46009. Valencia.

*Recibido:* Enero 1999

*Aceptado:* Febrero 1999

## Introducción

La VAFO es una nueva técnica de ventilación mecánica que utiliza frecuencias suprafisiológicas (5-15 hertzios; 1 hertzio=60 ciclos/m) con volúmenes corrientes (Vc) iguales o inferiores al espacio muerto (1,5-2 ml/kg). Dado el bajo volumen ventilatorio empleado, consigue un intercambio efectivo de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> con menores presiones de pico y mínimas variaciones de presión y volumen<sup>(1,2)</sup>, manteniendo los pulmones con un volumen rela-

tivamente constante gracias a la aplicación de una MAP estable. Diferentes trabajos<sup>(3,4)</sup>, sobre todo, posteriores al estudio HiFi<sup>(5)</sup>, parecen indicar una mayor eficacia de la VAFO utilizando estrategias que permitan mantener el volumen pulmonar por encima de la capacidad funcional residual.

Durante 1995 varias Unidades Neonatales (H. La Paz, H. 12 de Octubre y H. Gregorio Marañón de Madrid; H. Valle Hebrón y Unidad Integrada H. San Juan de Dios de Barcelona; H. Materno Infantil de Las Palmas, H. Universitario de La Laguna Tenerife, H. de Cruces Baracaldo y H. La Fe de Valencia) (centro coordinador) crean, bajo el auspicio de la Sociedad Española de Neonatología, un grupo de trabajo sobre VAFO y consensúan un protocolo de VAFO como terapia de rescate en el fracaso de la VMC y/o en el escape aéreo (EA) grave, en diferentes patologías respiratorias neonatales.

## Objetivo

Estudio multicéntrico prospectivo diseñado para comprobar la eficacia de la VAFO como terapia respiratoria de rescate ante el fracaso de la VMC en diferentes patologías neonatales o en los EA graves.

## Pacientes y métodos

El protocolo común de aplicación de VAFO como terapia de rescate se definió en los supuestos siguientes:

1.- *Fracaso de la VMC*: PaO<sub>2</sub> < 50 mmHg y/o PaCO<sub>2</sub> > 55 mmHg ( en dos determinaciones separadas por 30 minutos) con frecuencias superiores a 60 rpm y FiO<sub>2</sub> > 0,8, con presión inspiratoria de pico (PIP) > 20 mbar en RN de PN < 1000 g., > 25 en RN de PN entre 1.000-1.499 g. y > 28 en RN de PN > 1500 g. En la EMH estos criterios se aplicaron después de la primera dosis de surfactante exógeno.

2.- *Escape aéreo grave*: neumotórax (NTX) o enfisema intersticial (EI) que precise PIP superiores a las ya descritas para los diferentes grupos de peso, o con fístula abierta más de 12 horas, o asociada a neumopericardio o neumoperitoneo.

Se consideraron criterios de exclusión la existencia de malformaciones congénitas graves no tratables y el diagnóstico previo de hemorragia periintra ventricular grado IV, según la clasificación de Papile<sup>(6)</sup>.

El respirador utilizado en todos los casos fue el Babylog 8000 de Dräger (Dräger Medizintechnik GmbH, Moislinger Allee 53-55 D-23542- Lübeck- Germany), dado que en ese momento era el más utilizado en estas Unidades para proporcionar VAFO. Es un ventilador mixto que proporciona VMC sincronizada y VAFO mediante un oscilador de diafragma, situado en la válvula espiratoria, con espiración activa. Las frecuencias óptimas de oscilación de este respirador se sitúan entre 5 y 10 Hz, la MAP posible entre 3 y 25 mbar, el ajuste de flujo y la relación I/E se realizan automáticamente. La modalidad utilizada fue VAFO pura, sin intervalos de VMC superpuesta.

La estrategia ventilatoria fue de "alto volumen / alta presión" con una MAP inicial superior en 1-2 mbar a la previa en VMC, excepto en los casos de EA que fue la misma. La frecuencia se

ajustó entre 6-10 Hz intentando dentro de estos límites la más alta que permitiera un Vc adecuado. La FiO<sub>2</sub> inicial fue igual a la que tenía previamente en VMC.

El control de la oxigenación se realizó mediante ajustes de la FiO<sub>2</sub> y la MAP intentando descender primero la FiO<sub>2</sub> al mejorar el paciente y posteriormente la MAP, hasta encontrar la MAP menor que permitiera una buena oxigenación<sup>(7-10)</sup>, con valores de PaO<sub>2</sub> entre 50 y 70 mmHg y/o SatO<sub>2</sub> Hb entre 90 y 95%. La ventilación se manejó ajustando la amplitud del oscilador y si fue necesario la frecuencia, para conseguir un Vc entre 1,5 - 2 cc/kg y cifras de PaCO<sub>2</sub> entre 40-50 mmHg. En la primera hora de VAFO se controló radiológicamente la expansión pulmonar, siendo el objetivo en los procesos que se acompañan de bajo volumen pulmonar recuperar éste, sin que el nivel del diafragma sobrepasara la 9ª costilla.

Se diseñó un registro específico en papel recogiendo datos somáticos, diagnósticos, complicaciones, modalidades y duración de la ventilación mecánica, estancia y evolución intrahospitalaria, así como gasometría y parámetros de asistencia respiratoria y monitorización de modo evolutivo inmediatamente antes y al inicio de la VAFO y posteriormente a las 2, 6, 12, 24, 48, 72 horas, al 7º día y previamente a la retirada. Este protocolo fue completado por todas las Unidades y remitido al Centro coordinador.

Han participado en el estudio los nueve hospitales referidos anteriormente durante un período de tiempo que va desde abril de 1995 a junio de 1998.

Los estudios de significación estadística se realizaron aplicando la "t" de Student para variables cuantitativas y la chi cuadrado para las cualitativas.

## Resultados

En el período de tiempo referido se remitieron al centro coordinador 290 casos ventilados en VAFO de los que se han excluido 49 por desviaciones del protocolo, insuficiente número de datos o utilización de VAFO de entrada.

El total de casos analizados fue de 241. El número de casos aportados por cada unidad difiere en función de sus características y del número de respiradores disponibles. Dos unidades (H. La Paz y H. La Fe) aportan, a partes iguales, el 57% del total de casos.

El 72% nacieron en los propios centros, el 55% por cesárea. No hubo diferencias en el sexo (58% varones / 42% mujeres). Existió alta incidencia de asfisia perinatal (el 41% tuvieron un test de Apgar al minuto menor de 4 y el 16% un Apgar a los 5 minutos menor de 5). El 73% tenían EG < 37 semanas y de los 138 con EG < 34 semanas el 55% fue tratado con corticoides prenatalmente.

La tabla I muestra los datos más característicos de la muestra, agrupados según el diagnóstico principal. El grupo más numeroso lo constituye la EMH 119 casos (49%). A continuación se encuentran: SAM 24 (10%), neumonía 19 (8%), HDC 18 (7%), sepsis 17 (7%), hipoplasia pulmonar 11 (4%), HPPRN 8 (3%), hidrops no inmune 6 (2%). Escapes aéreos 6 (2%), SDRA 4 (2%) y otros 9 (4%).

Tabla I Características generales de la muestra

	<i>n</i>	<i>PN</i> (gramos)	<i>EG</i> (sem.)	<i>Horas</i> <i>previas</i> <i>VMC</i>	<i>IO</i> <i>previo</i> <i>VAFO</i>	<i>a/AO<sub>2</sub></i> <i>previo</i> <i>VAFO</i>	<i>Edad (hr)</i> <i>entrada</i> <i>VAFO</i>	<i>Duración</i> <i>VAFO</i> <i>horas</i>	<i>Salida</i> <i>VAFO</i> <i>mejoría</i>	<i>Exitus</i>
E. membranas hialinas	119	1186,5	28,5	41,5	24,7	0,12	49,1	87,5	86 (72%)	41 (34%)
S. aspiración meconial	24	3133,3	39,7	23,1	29,1	0,08	24,2	92,9	20 (83%)	3 (12%)
Neumonía	19	2681,8	36,3	54,8	36,7	0,07	181,0	84,4	13 (68%)	5 (26%)
Hernia diafragmática	18	2954,4	37,6	21,5	25,7	0,10	24,6	151,0	12 (67%)	6 (33%)
Sepsis	17	1532,4	31,8	182,0	28,9	0,08	233,0	99,2	9 (52%)	8 (47%)
Hipoplasia pulmonar	11	1254,5	28,9	20,8	36,4	0,09	20,7	100,5	4 (37%)	8 (73%)
Hipertensión pulmonar	8	2715,0	35,6	12,2	53,3	0,05	18,3	40,5	5 (62%)	1 (12%)
Hidrops no inmune	6	2362,5	35,2	30,0	33,9	0,09	30,2	47,5	4 (66%)	2 (33%)
Escapes aéreos	6	2663,3	35,7	11,5	24,8	0,08	30,2	167,5	5 (83%)	1 (16%)
SDRA	4	2257,7	34,7	27,0	26,9	0,10	176,3	68,7	4 (100%)	0 (0%)
Otros	9	1840,0	32,7	162,9	24,1	0,07	193,0	142,2	7 (78%)	3 (33%)
TOTAL	241	1816,8	32,0	58,7	28,3	0,10	82,8	95,1	169 (70%)	78 (32%)

Valores expresados como *n*, media, %.

Otros: 2 DBP, 2 hemorragias pulmonares, 2 I. cardíacas, 1 neumonía aspirativa alimenticia, 1 quilotórax congénito, 1 maladaptación pulmonar

Tabla II Parámetros al definir fracaso de la VMC y a la entrada en VAFO. Valores en medias (ds)

	<i>Fracaso VMC</i> <i>n= 234</i>	<i>Inicio VAFO</i> <i>n= 238</i>
MAP (mbar)	11,4 (2,8)	12,8 (3,4)
Frecuencia (rpm/Hz)	75,7 (17)	8,3 (1,4)
VC (ml/kg)	4,3 (1,5)	2,2 (0,7)
Amplitud (%)	----	53,3 (20)

La EG media fue de 32,0 semanas (ds 5,5) [21-42] y el peso al nacimiento medio de 1.816 g (ds 1.071) [420-4.780], pero diferente y acorde para cada grupo de patología.

La edad media al inicio de la VAFO fue de 82,8 h (ds 168) [1-984] y previamente habían estado en VMC una media de 58,7 h (ds 123) [1-892]. También existen diferencias para los diferentes grupos de patologías así en la EMH la edad media de entrada en VAFO fue de 24 h, en la HDC y el SAM, en la HPPRN de 18 y más tardíamente en las neumonías y sepsis (181 y 233 horas respectivamente). En su conjunto, el 51% entro en VAFO en las primeras 24 h de vida, el 27% entre el 2-3 días, el 9% entre el 4-7 día y el 13 % por encima del 7 día de vida.

En el 82% el motivo de entrada en VAFO fue el fracaso de la VMC (46% por hipoxemia, 19% por hipercarbia y 35% por ambas) y en el 18% EA grave.

Previo a la entrada en VAFO habían recibido surfactante el total de las EMH y 51 pacientes más (12 neumonías 10 SAM, 8 sepsis, 6 hipoplasias pulmonares, 5 HDC, 5 HPPRN y 5 otros).

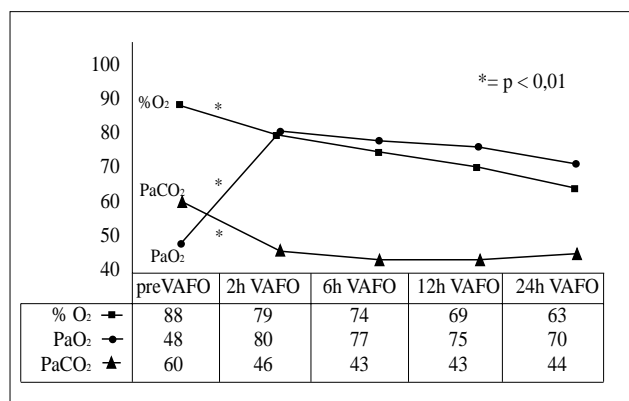


Figura 1. Evolucion del porcentaje de oxígeno, PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub>.

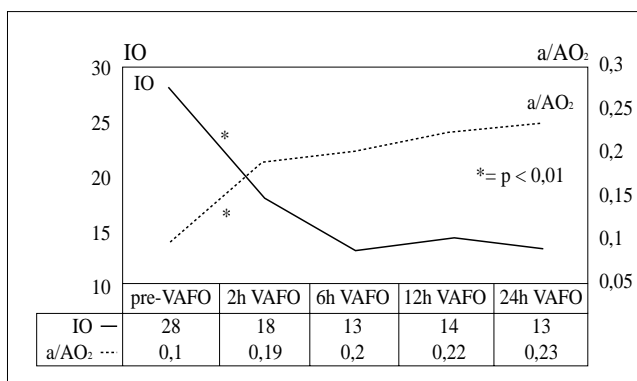
Se administró óxido nítrico inhalado a 15 (6%). Precisaron sedación 200 (83%), relajación 92 (42%) e inotropos 184 (76%).

La gravedad de la insuficiencia respiratoria queda patente al comprobar que el IO medio previo a la entrada en VAFO fue de 28,3 (ds 17) y el a/AO<sub>2</sub> de 0,10 (ds 0,08).

Los parámetros de VMC previos a la entrada en VAFO y los de inicio en VAFO se reflejan en la tabla II. La MAP media previa fue de 11,4 mbar (ds 2,8), la frecuencia de 75,7 cpm (ds 17) y el Vc/kg de 4,3 ml (ds 1,5).

Los valores medios al inicio de la VAFO fueron: frecuencia de oscilación de 8,3 Hz (ds 1,4), amplitud 53,3% (ds 20) y Vc/kg de 2,2 ml (ds 0,7). En la tabla se pueden ver las diferencias entre los grupos de patologías.

La figura 1 muestra la evolución del % de oxígeno, PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> en la que se evidencia que a las 2 horas de iniciada la VA-



**Figura 2.** Evolución del IO y a/AO<sub>2</sub>.

FO existe una mejoría significativa ( $p < 0,01$ ) indicada por un descenso de la necesidad de O<sub>2</sub>, un aumento de la PaO<sub>2</sub> y un descenso de la PaCO<sub>2</sub>.

La figura 2 muestra la evolución del IO y del a/AO<sub>2</sub> en el que también podemos ver la significativa mejoría ( $p < 0,01$ ) de ambos índices a las 2 horas del inicio de la VAFO.

En el conjunto de pacientes a las 24 horas del inicio de VAFO el 71% seguía necesitando apoyo inotropeo, el 76% sedación y el 40% relajación.

Durante la VAFO un 36% precisó nuevas dosis de surfactante y un 21% óxido nítrico inhalado, sin que se refirieran dificultades ni complicaciones relacionadas con la aplicación de alguna de estas terapéuticas en el curso de la VAFO.

La duración media de la VAFO en horas fue de 95,1 (ds 94).

La indicación de salida de VAFO fue por mejoría en el 70%, 19% por exitus y 11% por fracaso para conseguir los objetivos de oxigenación y/o ventilación. Estas salidas de VAFO por fracaso se produjeron precozmente (el 48% en las primeras 12 horas de instaurada) y en pacientes de mayor peso (el 57% tenían un PN > 2499 g) falleciendo posteriormente el 48%.

Las patologías con peores resultados fueron la hipoplasia pulmonar y la sepsis (Tabla I).

Todos los pacientes que salieron de VAFO por mejoría lo hicieron a VMC sincronizada (65% SIPPV y 35% SIMV) con una duración de VMC post VAFO de 164 h (ds 197), si bien el 27% estaban en espontánea a las 48 horas. Ningún paciente salió directamente de VAFO a respiración espontánea o a CPAP nasal.

Durante la VAFO fallecieron 45 RN (18%). De estos el 64% lo hicieron en las primeras 48 h de instaurada la misma. Se trataba de pacientes con grave insuficiencia respiratoria (IO medio de 89,3, ds 25), grandes prematuros (el 40% con PN < 750 g y el 64% con EG < 28 semanas) y con patología asociada (29% HPIV III-IV). En el resto de fallecidos durante su estancia hospitalaria (33 casos) la edad media al fallecimiento fue de 20,3 días y éste no se pudo relacionar con problema respiratorio en el 61% de los casos.

Para valorar las complicaciones aparecidas en los pacientes ventilados con VAFO, hay que tener en cuenta que ésta se

utilizó como terapia de rescate ante el fracaso de la VMC o por EA graves y que ya estaban en VMC una media en horas de 58,7 (ds 12,3).

Presentaron neumotórax durante la VAFO 24 pacientes (10%) y enfisema intersticial 10 (4%).

En los registros de gasometrías remitidos se detectaron valores de PaCO<sub>2</sub> < 30 mmHg, durante las primeras 48 horas de VAFO, en 50 pacientes (21%); en el 76% de los casos se trató de un solo episodio, siendo más frecuentes en las 6 y 12 horas posteriores al inicio de la VAFO. Este hecho fue más frecuente en la primera mitad del estudio, pues en ella se detectaron el 68% de la hipocarbias. Presentaron valores de PaO<sub>2</sub> > 100 mmHg, en el mismo período de tiempo, un 18% de los pacientes, siendo más frecuente ésta a las 2 horas de iniciada la VAFO.

Presentaron hemorragia periintra ventricular grados III-IV 35 pacientes (14,5%). No se disponía de ecografía previa en el 68% de los casos.

De los 177 pacientes vivos a los 28 días de vida, 63 necesitaban oxígeno suplementario, por lo que la incidencia de DBP según este criterio fue del 35%.

## Discusión

Dentro de las modalidades de VAFO el grupo colaborativo consensuó utilizar la de alto volumen y alta presión, con el fin de obtener un adecuado reclutamiento alveolar<sup>(3,11-13)</sup>. No se utilizó nunca VMC interpuesta. Se vigiló el riesgo de sobredistensión pulmonar que podría conducir a compromiso cardiocirculatorio y atrapamiento aéreo, aunque este último se minimiza en ventiladores, como el utilizado, ya que realizan la espiración de modo activo.

Se han incluido en el análisis tres RN con pesos < 500 g (420, 425 y 430) y edades gestacionales de 23, 25, 26 semanas con EMH severa que entraron en VAFO después de 24 y 48 horas de VMC por escapes aéreos graves y que fallecieron tras 29 y 96 horas de VAFO. El motivo de incluirlos se debe a que no existió criterio de exclusión en función del peso al nacimiento, pero dada su extremada inmadurez sus posibilidades de supervivencia eran escasas, aunque inicialmente respondieron a la VAFO. Uno de estos pacientes presentó un DAP que precisó cirugía falleciendo después por una HPIV severa.

Los resultados globales obtenidos son satisfactorios, en la línea de otras publicaciones anteriores<sup>(5,14-19)</sup>. A pesar de tratarse de pacientes graves, como indica su IO y a/AO<sub>2</sub> en el momento de entrar en VAFO, en todos los grupos se observó una mejoría de estos índices, con diferencia estadísticamente significativa a las dos horas en los pacientes con EMH, SAM, HDC, neumonías e HPPRN, siendo posible retirar la VAFO por mejoría en el 70% de los casos y con una mortalidad global del 32%. Los resultados de mortalidad según el diagnóstico no permiten en este estudio hacer otras valoraciones, al no existir un criterio de inclusión aleatorio para cada uno de los grupos ni disponer del número total de casos con esas patologías tratados en los diferentes centros participantes.

El alto porcentaje de pacientes que precisaron sedación y relajación a las 24 horas de iniciada la VAFO es, en parte, debido a que en la época en que el protocolo fue diseñado se empleaban dosis más altas de fármacos sedantes, tanto para la VAFO, como en la VMC. Muy probablemente este hecho explica que ningún paciente consiguiera pasar de VAFO directamente a espontánea o CPAP nasal aunque se intentó en varios casos.

Están descritas alteraciones hemodinámicas durante la VAFO<sup>(20-22)</sup>. En nuestra serie no se evidenció un deterioro significativo de la situación hemodinámica, aunque se trataba de pacientes con grave insuficiencia respiratoria, ya que la entrada en VAFO no representó una mayor necesidad de soporte inotropeo.

El uso de surfactante exógeno y VAFO producen sinergismo, mejorando la función pulmonar y las atelectasias<sup>(23-25)</sup>. Se requiere más experiencia para recomendar una determinada estrategia en el tratamiento con surfactante en los pacientes en VAFO.

El porcentaje de valores de PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> en las muestras remitidas en que se observaron valores por exceso (PaO<sub>2</sub> >100 y/o PaCO<sub>2</sub> < 30 mmHg), aunque sin duda fueron realizados para tomar las medidas terapéuticas oportunas para corregirlos, pone de manifiesto la necesidad de considerar durante la VAFO, todavía más que en la VMC, los riesgos, tanto de la hiperoxia, como de la hipocarbía, sobre todo en RN de MBPN, por las posibles repercusiones sobre el flujo sanguíneo cerebral. Con estos datos queremos destacar la importancia de una monitorización continua y muy estrecha para minimizar la incidencia y duración de estas situaciones y garantizar, en todo momento, que se está aplicando la ventilación mecánica que se considera más adecuada y menos agresiva para el paciente. En el mismo sentido es preciso destacar la escasa incidencia de situaciones de sobredistensión pulmonar observadas en nuestros pacientes.

En relación a la controversia existente en la literatura sobre el papel que podría jugar la VAFO sobre una disminución en la incidencia de la DBP<sup>(26-28)</sup>, si bien el trabajo no fue diseñado para contestar esta cuestión, los resultados obtenidos sugieren una incidencia de DBP ligeramente inferior a la referida por otros autores para pacientes con cuadros de insuficiencia respiratoria tan grave como demuestran los IO y a/AO<sub>2</sub> previos a la entrada en VAFO. Hay que recordar además que la VAFO fue utilizada como rescate tras una media en horas de 58 de VMC, que también pudo jugar su papel en la génesis de la DBP.

Respecto a la hemorragia intraventricular, la incidencia de casos graves en nuestra serie se encuentra también dentro de los límites inferiores a las descritas en otras publicaciones<sup>(29,30)</sup>, por lo que no parece que la aplicación de VAFO como terapia de rescate haya condicionado un aumento de esta patología, aunque de nuevo es preciso recordar que esta afirmación es sólo orientativa por tratarse de un trabajo observacional.

La edad de entrada en VAFO puede parecer alta para procesos en su gran mayoría de comienzo neonatal inmediato. Las características de la serie en que se recogen, tanto fracasos iniciales de la VMC, como complicaciones posteriores y tal vez, en al-

gunos casos, el escaso número de respiradores de alta frecuencia en las unidades participantes justificarían estos resultados.

## Conclusiones

1.- La VAFO como terapia de rescate en el fracaso de la VMC o en el EA grave es una técnica segura, que permite mejorar la oxigenación, la ventilación y el cociente a/AO<sub>2</sub> a las 2 horas de iniciada.

2.- La respuesta de las diferentes patologías respiratorias neonatales muestran algunas diferencias entre ellas siendo las que mejor responden el SDRA(100%), escapes aéreos graves (83%), SAM (83%), EMH (72%) y las que peor hipoplasia pulmonar(36%), sepsis (52%) e hipertensión pulmonar primaria (62%)

3.- Es preciso vigilar cuidadosamente y preferiblemente mediante monitorización continua en todos los RN sometidos a VAFO los valores de PaO<sub>2</sub>, SatO<sub>2</sub> Hb y PaCO<sub>2</sub>, por el riesgo de hiperoxia y/o hipocapnia.

4.- Son necesarios estudios controlados sobre algunos aspectos concretos de su utilización, como terapia de rescate o de inicio, en ciertos grupos de patología.

## Tabla de abreviaturas

VAFO: ventilación de alta frecuencia oscilatoria

VMC: ventilación mecánica convencional

EMH: enfermedad membrana hialina

SAM: síndrome de aspiración meconial

NTX: neumotórax

EA: escape aéreo

EI: enfisema intersticial

HPPRN: hipertensión pulmonar persistente del recién nacido

SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo

MAP: presión media en vía aérea

IO: índice de oxigenación

a/AO<sub>2</sub>: cociente arterioalveolar de oxígeno

HDC: hernia diafragmática congénita

MBPN: muy bajo peso al nacimiento

EG: edad gestacional en semanas

PN: peso al nacimiento en gramos

FiO<sub>2</sub>: fracción inspirada de oxígeno

PaCO<sub>2</sub>: presión parcial arterial de oxígeno

PaCO<sub>2</sub>: presión parcial arterial de CO<sub>2</sub>

## Bibliografía

- 1 Hatcher D, Watanabe H, Ashbury T, Vincent S, Fisher J, Froese A. Mechanical performance of clinically available, neonatal, high-frequency, oscillatory-type ventilators. *Crit Care Med* 1998; **26**:1081-1088.
- 2 Clark RH. High-frequency ventilation. *J Pediatr* 1994; **124**:661-670.
- 3 Gerstmann DR, DeLemos RA, Clark RH. High frequency ventilation. Issues of strategy. *Clin Perinatol* 1991; **18**:564-580.
- 4 Froese AB, Bryan AC. High frequency ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1987; **135**:1363-1374.
- 5 The HIFI Study Group. High-frequency oscillatory ventilation compared with conventional mechanical ventilation in the treatment of respiratory failure in preterm infants. *N Engl J Med* 1989; **320**:88-93
- 6 Papile LA, Munsick-Bruno G, Schaefer A. Relationship of cerebral

- intraventricular hemorrhage and early childhood neurologic handicaps. *J Pediatr* 1983; **103**:273.
- 7 Chan V, Greenough A. Determinants of oxygenation during high frequency oscillation. *Eur J Pediatr* 1993; **152**:350-353.
  - 8 Kamitsuka MD, Boynton BR, Villanueva D, Vreeland PN, Frantz ID. Frequency, tidal volume, and mean airway pressure combinations that provide adequate gas exchange and low alveolar pressure during high frequency oscillatory ventilation in rabbits. *J Pediatr Res* 1990; **27**:64-69.
  - 9 Bryan AC. Reflections on the HIFI Trial. *Pediatric* 1991; **87**:565-567.
  - 10 Chan V, Greenough A, Gamsu HR. High frequency oscillation for pre-term infants with severe respiratory failure. *Arch Dis Child* 1994; **70**:F44-F46.
  - 11 Boynton BR, Mannino FL, Davis RF, Kopotic RJ, Friederichsen G. Combined High-frequency oscillatory ventilation and intermittent mandatory ventilation in critically ill neonates. *J Pediatr* 1984; **105**:297-302.
  - 12 Chang HK. Mechanisms of gas transport during ventilation by high-frequency oscillation. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 1984; **56**(S):553-563.
  - 13 Pedley TJ, Corieri P, Kamm RD, Grotberg JB, Hydon PE, Schroter RC. Gas flow and mixing in the airways. *Crit Care Med* 1994; **22**:S24-S36.
  - 14 Chan V, Greenough A, Gamsu HR. High frequency oscillation for pre-term infants with severe respiratory failure. *Arch Dis Child* 1994; **70**:F44-F46.
  - 15 Vierzig A, Gunther M, Kribs A, Roth B. Clinical experiences with high-frequency oscillatory ventilation in newborns with severe respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 1994; **22**:S83-S87.
  - 16 Arnold JH, Hanson JH, Toro-Figuero LO, Gutiérrez J, Berens RJ, Anglin DL. Prospective randomized comparison of high-frequency oscillatory ventilation and conventional mechanical ventilation in pediatric respiratory failure. *Crit Care Med* 1994; **22**:1530-1539.
  - 17 Clark RH, Gestman DR, Null DM, DeLemos RA. Prospective randomized comparison of high-frequency oscillatory and conventional ventilation in respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 1992; **89**:5-12.
  - 18 Tejera C, Siles C, Reyes, González M, Gresa M, Martínez J, Quero J. Ventilación de alta frecuencia de casos rescatados en recién nacidos con síndrome de distrés respiratorio. *An Esp Pediatr* 1997; **46**:177-182.
  - 19 Gutiérrez A, García E, Izquierdo I, Alberola A, Morcillo F. Ventilación oscilatoria de alta frecuencia en el recién nacido. *An Esp Pediatr* 1997; **46**:183-188.
  - 20 Chang V, Greenough A. Determinants oxygenation during high frequency oscillation. *Eur J Pediatr* 1993; **152**:350-353.
  - 21 Kinsella JP, Gersturann DR, Clark RH, Null Jr DM, Morrow WR, Taylor AF, Delemos RA. High frequency oscillatory ventilation versus intermittent mandatory ventilation: early hemodynamic effects in the premature baboon with hyaline membrane disease. *Pediatr Res* 1991; **29**:160-166.
  - 22 Vincent RN, Star AR, Lang P, Close RH, Norwood WI, Castañeda AR, Frantz III ID. Hemodynamic response to high-frequency ventilation in infants following cardiac surgery. *Pediatrics* 1984; **73**:426-430.
  - 23 Claris O, Lapillonne A, Madinier-Chappat N, Miguot D, Salle BL. Ventilation par oscillation a haute fréquence (OHF) apres surfactant au cours de la maladie des membranes hyalines. *Cahiers d'Anesthesiologie* 1994; **42**:325-328.
  - 24 Claris O, Salle BL. High frequency oscillation and exogenous surfactant in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome. *Acta Paediatr* 1997; **86**:339-341.
  - 25 Jackson JC, Truog WE, Standaert TA, et al. Reduction in lung injury after combined surfactant and high-frequency ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; **150**:534.
  - 26 Gerstmann DR, Minton SD, Stoddard RA et al. The provo multicenter early high-frequency oscillatory ventilation trial: improved pulmonary and clinical outcome in respiratory distress syndrome. *Pediatric* 1996; **98**:1044-1056.
  - 27 Ogawa Y, Miyasaka K, Kawano T, Imura S, Inukai K, et al. A multicenter randomized trial of high frequency oscillatory ventilation as compared with conventional mechanical ventilation in preterm infants with respiratory failure. *Early Hum Dev* 1993; **32**:1-10.
  - 28 Imai Y, Kawano T, Miyasaka K, Takata M, Imai T, Okuyama K. Inflammatory chemical mediators during conventional ventilation and during high-frequency oscillatory ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; **150**:1550-1554.
  - 29 Hifo Study Group. Randomized study of high-frequency oscillatory ventilation in infants with severe respiratory distress syndrome. *J Pediatr* 1993; **122**:609-619.
  - 30 Clark RH, Dykes FD, Bachman TE, Ashurst JT. Intraventricular he-