



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

**VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENCIA
OSCILATORIA : EXPERIENCIA EN UN
HOSPITAL PEDIÁTRICO DE TERCER NIVEL**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO EN:

**MEDICINA DEL ENFERMO
PEDIÁTRICO EN ESTADO CRÍTICO**

PRESENTA:

Dr. Carlos Ariel Espinoza Gutiérrez

**DIRECTOR DE TESIS
Dr. Víctor B. Olivar López**



HOSPITAL INFANTIL de MÉXICO
FEDERICO GÓMEZ
Instituto Nacional de Salud

MÉXICO, D. F.

Febrero 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

1. Resumen	2
2. Antecedentes	3
3. Planteamiento del problema	7
4. Justificación	8
5. Objetivos	10
6. Material y métodos	11
7. Aspectos éticos	16
8. Resultados	17
9. Discusión	27
10. Conclusiones	30
11. Anexos	31
12. Bibliografía	33

RESUMEN

Introducción: La ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO) es una terapéutica alternativa de ventilación que teóricamente alcanza las metas de la ventilación protectora pulmonar. A pesar del incremento del uso de la VAFO en pacientes pediátricos con falla respiratoria aguda, existe un número limitado de estudios clínicos publicados, siendo aún menos los estudios prospectivos y tan solo un ensayo clínico controlado aleatorizado.

Objetivo: El presente estudio será el primer reporte que describa la experiencia de la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Infantil de México en el empleo de la VAFO en pacientes pediátricos críticamente enfermos con falla respiratoria aguda

Metodología: Estudio descriptivo, prospectivo y analítico. Se desarrolló en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Infantil de México "Federico Gómez" entre el 1 de Enero del 2007 al 30 de Junio del 2007 en 11 niños (1 – 132 meses de edad) que recibieron tratamiento con VAFO por presentar insuficiencia respiratoria aguda tras haberse deteriorado en ventilación mecánica convencional. Se realizó seguimiento justo antes de iniciar VAFO, a la 1 h, 3 h, 12h, 24h, 48 h, 72h, 96h, 120h e inmediatamente posterior a VAFO e iniciar ventilación convencional en el caso de los sobrevivientes. Se estudiaron las variables gasométricas (pH, PaCO₂, paO₂, bicarbonato), ventilatorias (presión media de la vía aérea, índice Kirby, índice de oxigenación, fracción inspirada de oxígeno), hemodinámicas (PVC, FC y Tensión arterial media). El análisis se realizó con estadística descriptiva, con comparación de variables continuas independientes mediante U de Mann-Whitney.

Resultados: Se incluyeron a 11 pacientes, 3 de ellos requirieron VAFO en dos ocasiones, sumando 14 eventos. La causa mas frecuente de indicación de VAFO fue SDRA primario (72%) debido a neumonía, seguido por SDRA secundario y barotrauma con 14% respectivamente. Sobrevivieron 6 pacientes correspondientes a 9 casos. Se presentó un caso barotrauma como complicación. Observamos disminución importante en el IO, FiO₂ y presión media de la vía aérea las primeras 24 a 48h, con comportamiento variable tras este tiempo. A pesar de que se tuvo mejoría en las variables estudiadas en todos los pacientes, al comparar las tendencias entre sobrevivientes y no sobrevivientes no mostró significancia estadística.

Conclusiones: Con la VAFO se observó mejoría de las variables ventilatorias más importantes estudiadas, sin embargo no se demostró desde el punto de vista estadístico, principalmente las primeras 48h, en que existió el máximo beneficio. Nuestra limitante principal

fué una muestra pequeña y el carácter no controlado del diseño. Se requieren estudios con una muestra mayor y de diseño controlado, aleatorizado, para demostrar plenamente el beneficio de la VAFO en la insuficiencia respiratoria aguda en niños.

ANTECEDENTES

La ventilación asistida ha evolucionado significativamente en los últimos años: la mejora en los dispositivos de ventilación, el desarrollo de estrategias ventilatorias específicas, o el mejor conocimiento de la fisiopatología del daño inducido por la ventilación mecánica son algunos de los elementos que han condicionado un cambio significativo en la teoría, práctica y resultados actuales de la ventilación en las unidades de terapia intensiva pediátricas (1).

A pesar de ello, la morbilidad asociada al fracaso respiratorio sigue siendo importante, ya que algunos pacientes no responden adecuadamente a las modalidades ventilatorias empleadas y/o desarrollan lesión pulmonar aguda adicional como consecuencia de la ventilación (1).

Por esto y por otras razones continúan apareciendo nuevas técnicas y/o estrategias ventilatorias, que tratan de mejorar los resultados de la ventilación asistida, minimizando sus riesgos. Entre ellas destaca la ventilación de alta frecuencia (1).

La ventilación de alta frecuencia (VAFO) fue inventada por Jonzon en 1970, quien buscando un modo ventilatorio que no produjera variaciones de presión sobre el cuerpo carotídeo de sus animales de estudio, ideó un aparato que, mediante oscilaciones de un diafragma en un circuito, mantenía la oxigenación de sus animales de experimentación (2).

Aunque utilizada fundamentalmente como técnica de "rescate pulmonar" en aquellos casos en los que las modalidades convencionales no resultan eficaces y particularmente en pacientes neonatales, su uso se ha extendido a las unidades de terapia intensiva pediátricas, con indicaciones cada día más amplias y precoces, y comienza también a emplearse en pacientes adultos (1).

Fundamentalmente, sus ventajas sobre la ventilación convencional radican en una mayor protección del pulmón, reflejada por una mayor incidencia de barotrauma, volutrauma, atelectrauma y biotrauma (1, 3).

La VAFO, trata de "abrir el pulmón y mantenerlo abierto", utilizando para ello volúmenes corrientes muy pequeños (1-2 ml/Kg.) a frecuencias suprafisiológicas (290-900 respiraciones por minuto o 4 – 15 Hz). Se requiere de tres elementos fundamentales: una fuente de flujo de gas fresco continuo, un mecanismo oscilador capaz de generar oscilaciones de la columna de gas en el circuito y en la vía aérea a altas frecuencias (en general un diafragma o un pistón), y un puerto

espiratorio con un sistema de filtro low-pass que mantenga la presión media en la vía aérea a lo largo de todo el ciclo respiratorio. El aparato así genera ondas oscilatorias de presión que son de alta amplitud a nivel proximal, pero que se atenúan por las fuerzas resistivas del circuito y las fuerzas conductivas de la vía aérea, de tal modo que a nivel alveolar solo llegan ondas de presión de baja amplitud. En consecuencia las presiones pico tanto inspiratorias como espiratorias están marcadamente disminuidas en el alveolo (1, 3).

El modo exacto por el que se produce el intercambio gaseoso durante la VAFO no está completamente aclarado (1, 2, 4), aunque se saben que intervienen diferentes mecanismos tales como la ventilación alveolar directa, la difusión molecular, el mezclado cardiogénico, la dispersión aumentada de Taylor, el perfil de velocidad asimétrica, o el efecto Pendelluft entre otros (1, 2, 3, 4, 5).

A diferencia de otras modalidades de alta frecuencia, la espiración es activa, por lo que la eliminación de carbónico es más eficaz y controlable, y el atropamiento de aire es menor. La espiración activa es gracias al desplazamiento hacia atrás del pistón o diafragma, que genera una presión espiratoria negativa. Por tanto, en VAFO, oxigenación y ventilación pueden ser manejadas de modo prácticamente independientes (1).

Consideramos *candidatos a VAFO* a todo paciente pediátrico que cumple alguno de los siguientes criterios:

1. Insuficiencia respiratoria grave de cualquier etiología con un índice de oxigenación mayor de 13, en dos muestras de gases arteriales a intervalos de 6 h.
2. Síndrome de distres respiratorio aguda (SDRA) grave o infección pulmonar severa por virus sincitial respiratoria que precise: Fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) en aumento, modo controlado por presión con relación inspiración/espiración invertida y ajuste de la presión positiva al final de la espiración (PEEP).
3. Síndromes de escape aéreo grosero.

Se consideran como *criterios relativos de exclusión*, la existencia de resistencias en la vía aérea muy aumentadas, presión intracraneana elevada, presión arterial media por debajo de percentiles, y/o dependencia de flujo sanguíneo pulmonar pasivo (1, 2).

En todo paciente sometido a VAFO es preciso realizar monitorización continua invasiva de presión venosa central y presión arterial media, así como monitorización seriada de pO₂ y pCO₂ a través de gases, transcutánea o de forma invasiva continua (1, 3).

PROGRAMACIÓN INICIAL DEL RESPIRADOR DE VAFO:

1. Hacer las dos calibraciones obligatorias del aparato antes de iniciar su uso en cada paciente.
2. FiO₂ al 100%.
3. Presión media de la vía aérea (P_{aw}): comenzar con una P_{aw} de 4 a 8 cm de H₂O por encima de la PaW que se venía utilizado en el ventilador convencional, con incrementos progresivos de 1-2 cm H₂O según necesidad hasta lograr un volumen pulmonar óptimo, que será aquel que: a) proporciona una saturación de O₂ que nos permite disminuir progresivamente la FiO₂ a < 60%; b) coloca diafragma a nivel de T8 – T9 en la radiografía de tórax. En el caso de los síndromes de fuga aérea groseros comenzaremos con una P_{aw} similar a la que se venía utilizando en ventilación convencional aún a expensas de utilizar una FiO₂ más alta.
4. Tasa de flujo (bias flow): utilizaremos siempre un bias flow mínimo de 20 lpm. El bias flow inicial óptimo en cada paciente será aquel que nos permita alcanzar una P_{aw} de 12 a 15 cm H₂O por encima de la P_{aw} de inicio.
5. Frecuencia: se establecerá según el peso del paciente (500g-2Kg = 15 Hz, 2 – 12 Kg = 10 Hz, 13 – 20 Kg = 10 Hz, 21 – 30 Kg = 8 Hz, > 30 Kg = 6 Hz).
6. Amplitud (Delta-P): comenzar con Power setting a 4.0, y aumentar progresivamente hasta conseguir que la vibración del pecho del paciente llegue hasta el ombligo en el recién nacido y lactante, y hasta el muslo en el niño y el adolescente.
7. Porcentaje inspiratorio: 33% en todos los casos (1).

ESTRATEGIA DE MANEJO Y MODIFICACIÓN DE PARÁMETROS:

1. FiO₂: Debe ser el primer parámetro a disminuir progresivamente, en función de la gasometría del paciente (saturación de O₂ mayor o igual a 90%). Una

vez alcanzada una FiO₂ igual o menor de 60%, pasaremos a modificar otros parámetros.

2. P_{āw} : Una vez alcanzada una FiO₂ igual o menor de 60% disminuirémos la P_{āw} en decrementos de 1 cm H₂O, si es tolerado por el paciente.
3. Delta P: lo disminuirémos o aumentaremos en 5 cm H₂O según la pCO₂ deseada, teniendo en cuenta que a más Delta P menor pCO₂.
4. Frecuencia: una vez alcanzada la frecuencia deseada, debemos mantenerla igual durante todo el proceso de ventilación. Únicamente la disminuirémos en caso de que la eliminación de CO₂ no sea adecuada.
5. Porcentaje inspiratorio: se mantendrá siempre al 33%, salvo que no seamos capaces de disminuir la pCO₂ a pesar de mantener la amplitud maximizada y la frecuencia mínima (3Hz), en cuyo caso aumentaremos el porcentaje inspiratorio, siendo esta maniobra de carácter excepcional.
6. Tasa de flujo: no es necesario modificarla, salvo en casos de hipercapnea refractaria a otras maniobras, circunstancia en la que el aumento de la tasa de flujo en incrementos de 5 L/min cada 15 – 30 min puede ser eficaz (1, 3).

CRITERIOS Y MODO DE DESTETE DE VAFO:

Clínicamente el paciente está preparado para el destete cuando durante la succión y/o desconexión transitorias no se producen desaturaciones significativas ni mantenidas (>10 min) una vez reinstaurada la VAFO. Objetivamente, en el momento en el que el paciente tiene una FiO₂ menor de 40%, P_{āw} de 15 a 20 cm H₂O y Delta P menor de 40 cm H₂O, podemos cambiarlo a modalidad ventilatoria convencional (3).

CRITERIOS DE FRACASO DE LA VAFO:

Cuando no ha sido posible descender la FiO₂ un 10% tras 24 h de VAFO optimizada, o no es posible mantener la pCO₂ por debajo de 80 cm H₂O con un pH > 7.25 (1).

EFFECTOS SECUNDARIOS:

A pesar de su papel protector del pulmón, la VAFO no elimina por completo la incidencia del daño pulmonar agudo y, además tiene una morbimortalidad asociada dependiente del equipo que realiza la técnica y/o de la aplicación inadecuada de la misma. La mortalidad descrita en pacientes pediátricos ventilados con VAFO oscila entre 34 y un 45%, cifra muy dependiente la

gravedad de los pacientes incluidos en dichas series. Por otro lado la mortalidad de los pacientes que no responden a la técnica está por encima de 85% la principal complicación de la VAFO es la aparición de nuevos síndromes de escape aéreo que en algunas series alcanza el 20 – 25% de los casos.

Desde el punto de vista hemodinámico, existen algunos trabajos que sugieren que la VAFO, debido a las altas presiones medias que utiliza, puede disminuir el retorno venoso de la circulación sistémica al comprometer la circulación pulmonar cuando el alveolo es sobredistendido. Sin embargo, esta disminución del llenado ventricular izquierdo puede prevenirse fácilmente mediante un manejo adecuado de los líquidos e incluso el uso de soporte inotrópico cuando fuese necesario (1, 2, 3).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los resultados de la experiencia sobre el empleo de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en la falla respiratoria aguda en pacientes pediátricos críticamente enfermos?

OBJETIVOS

GENERAL:

Describir la experiencia del empleo de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en niños con insuficiencia respiratoria aguda en una unidad de terapia intensiva pediátrica.

PARTICULARES:

1. Evaluar la seguridad de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en niños con insuficiencia respiratoria aguda.
2. Analizar la efectividad de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en niños con insuficiencia respiratoria aguda respecto a variables hemodinámicas, ventilatorias y gasométricas.
3. Describir los eventos desencadenantes de insuficiencia respiratoria aguda en los niños estudiados.
4. Analizar la influencia de la ventilación de alta frecuencia sobre la mortalidad.

JUSTIFICACION

La ventilación de alta frecuencia oscilatoria es un método alternativo de ventilación que teóricamente alcanza las metas de la ventilación protectora pulmonar (6, 7, 8). Teóricamente, la ventilación de alta frecuencia oscilatoria puede llegar a mejorar el reclutamiento alveolar mientras que evita tanto el cierre y apertura cíclicos de las unidades alveolares, además de evitar las presiones pico de la vía aérea que ocurren con la ventilación convencional (6, 9, 10, 11).

El beneficio teórico de la ventilación de alta frecuencia sobre la ventilación convencional es respaldado por los resultados de estudios animales (6, 7). Estos estudios demostraron la efectividad de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en la reversión de atelectasias, mejoramiento de la oxigenación y la distensibilidad pulmonar, así como la reducción de la evidencia bioquímica e histopatológica de la lesión pulmonar inducida por el ventilador (7, 11).

A pesar del incremento del uso de la VAFO en pacientes pediátricos con falla respiratoria aguda, existe un número limitado de estudios clínicos publicados, siendo aún menos los estudios prospectivos y tan solo un ensayo clínico controlado aleatorizado (10).

Varios estudios prospectivos han comparado la VAFO, como modo de ventilación inicial, con la ventilación convencional en neonatos prematuros con síndrome de distres respiratorio, sin embargo los resultados de estos estudios han sido contradictorios y no existe evidencia clara de que la VAFO, comparada con la ventilación convencional, ofrezca ventajas importantes (12).

Solo se ha realizado un ensayo clínico prospectivo aleatorizado de VAFO en niños con falla respiratoria, el cual mostró que este modo ventilatorio, con el uso de la estrategia del volumen pulmonar óptimo, resulta en el mejoramiento significativo de la oxigenación en comparación con la ventilación convencional, además de una menor frecuencia de barotrauma y mejores resultados (13).

En un estudio, se observaron buenos resultados en 21 pacientes pediátricos con SDRA que fueron manejados con VAFO, evolucionando con menor presión media de la vía aérea (a las 36h), menor gradiente alveolo arterial (a las 6 h), y menor índice de oxigenación (a las 24 h) (14).

Recientemente Arnold et al (7), realizaron un estudio retrospectivo, multicéntrico, que sumó su experiencia sobre el empleo de la VAFO en pacientes pediátricos con falla respiratoria aguda. En este estudio se observaron diferencias significativas en respuesta a la VAFO entre los pacientes con y sin enfermedad pulmonar preexistente. La VAFO fue menos exitosa en pacientes

con enfermedad pulmonar preexistente (45% vs. 63%, $p < 0.05$) y más frecuentemente requirieron técnicas de circulación extracorpórea (ECMO) o murieron cuando se compararon con aquellos sin patología pulmonar previa (64% vs. 38%). No hubo diferencias significativas en la duración de la VAFO o duración de la ventilación convencional después de la VAFO. Los pacientes clasificados con falla al tratamiento agudo (VAFO < 3 h) tuvieron la mayor mortalidad o requerimiento de ECMO. Todos los pacientes tuvieron mejoría significativa en su índice de oxigenación y la relación PaO₂/FiO₂ durante las primeras 72 h de VAFO. Este modelo predijo el 70% de probabilidad de morir cuando el índice de oxigenación después de 24 h fuera de 28 en pacientes inmunocomprometidos y de 64 en los inmunocompetentes. En los inmunocomprometidos, el modelo predijo mortalidad del 90% cuando el índice de oxigenación después de 24h fuera de 58. En los sobrevivientes sin neuropatía preexistente, el modelo predijo un 70% de posibilidades de desarrollar enfermedad pulmonar crónica cuando el índice de oxigenación a las 24h fuera de 31 en los pacientes con síndrome de sepsis y de 50 en los pacientes sin tal síndrome.

Muchos estudios se han enfocado en el índice de oxigenación como un predictor de mortalidad después de iniciar la VAFO. Sarnaik et al (15) propusieron que aquellos pacientes con un índice de oxigenación >20 que no tuvieran una reducción de al menos 20% en dicho índice dentro de las primeras 6h en VAFO morirían.

La tasa de sobrevivientes de los pacientes sometidos a VAFO es variable dependiendo de los estudios reportados, donde Arnold et al (13, 16) refieren 66 a 86% de sobrevivientes, mientras que Slee-Wiffels et al (9) reportan 64%, y Jaballah et al (10) hasta un 75% de sobrevivientes.

Sin embargo a pesar de estos estudios, no existe evidencia que concluya si la VAFO reduce la mortalidad o la morbilidad a largo plazo en niños y adultos con SDRA o lesión pulmonar aguda (17).

La experiencia latinoamericana respecto al empleo de la VAFO para el manejo de la falla respiratoria aguda en niños aún es limitada. De igual manera, en nuestro país la experiencia se limita en gran medida a algunos estudios pequeños en el campo de la neonatología, sin embargo la experiencia en pacientes pediátricos mayores de 1 mes de edad es prácticamente nula.

El presente estudio será el primer reporte de la experiencia de la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Infantil de México en el empleo de la VAFO en pacientes pediátricos críticamente enfermos con falla respiratoria aguda.

METODOLOGÍA

DISEÑO:

El presente estudio es de tipo descriptivo, prospectivo y analítico.

UNIVERSO DE ESTUDIO:

El estudio se realizó en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) del Hospital Infantil de México "Federico Gómez", ubicado en el Distrito Federal, México, considerado de atención de tercer nivel para la población pediátrica que habita el centro y sur del país y que carece de cualquier tipo de seguridad social. La UTIP cuenta con 20 camas para atender pacientes pediátricos de 1 mes de edad hasta los 16 años, que ingresan con patología médica y quirúrgica. Las subespecialidades pediátricas que más frecuentemente ingresan pacientes a este servicio son pediatría general, cirugía pediátrica, cirugía cardiovascular, oncología/hematología, nefrología, neurología, infectología, cardiología, entre otros. El personal que labora en la UTIP se desempeña en 3 turnos, y se encuentra integrado por médicos pediatras intensivistas, enfermeras generales y pediátricas además de contar con apoyo de médicos residentes de terapia intensiva y pediatría médica.

El estudio se realizó del 1 de enero del 2007 al 30 de junio del 2007.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- 1) Todos los pacientes ingresados al servicio de UTIP durante el periodo de estudio, independientemente de su género, edad y raza, con insuficiencia respiratoria aguda precipitada por cualquier etiología o barotrauma y que hayan requerido ventilación de alta frecuencia oscilatoria como método de ventilación mecánica.

CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN:

- 1) Pacientes que no contaron con expediente clínico completo para la obtención de información.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- 1) No fueron elegibles aquellos pacientes que, aún cumpliendo con los criterios de inclusión, presentaron: hipoxemia refractaria severa por más de 12h o choque refractario.

El tipo de muestra de nuestro estudio fué no probabilística, mediante muestreo de casos consecutivos.

VARIABLES DE ESTUDIO

1. Sexo.
2. Edad.
3. Diagnóstico de ingreso
4. Diagnóstico respiratorio.
5. Indicación de VAFO.
6. Complicaciones relacionadas con la ventilación.
7. Duración de la VAFO.
8. Sobrevida de pacientes.
9. Influencia de la VAFO sobre el estado hemodinámico.
10. Influencia de la VAFO sobre el estado de oxigenación y ventilación.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Sexo: Diferencia biológica entre los sujetos de una misma especie, caracterizada por la presencia de gónadas masculinas o femeninas.

Edad: Tiempo transcurrido de vida desde el nacimiento hasta el momento actual.

Diagnóstico de ingreso: Estado mórbido de salud que motivó su ingreso a la unidad de terapia intensiva.

Diagnóstico respiratorio: Estado mórbido de salud con origen respiratorio conocido desde su ingreso a UTIP o que acontece durante su estancia y que motiva el inicio de la VAFO.

Indicación de VAFO: La indicación de la VAFO fue la imposibilidad de ventilar al paciente con ventilación convencional y se basó en los siguientes criterios: a) insuficiencia respiratoria aguda, caracterizada por disminución de la distensibilidad pulmonar, hipoxemia con índices de oxigenación mayores de 12; b) barotrauma, definido por la evidencia radiográfica de neumomediastino, neumotórax, neumopericardio, neumoperitoneo o enfisema intersticial pulmonar.

Complicaciones relacionadas con la VAFO: Aparición de efecto adverso indeseable relacionado directamente con la VAFO, pudiendo corresponder a inestabilidad hemodinámica grave o barotrauma y hemorragia intracraneana.

Duración de la VAFO: Número de horas transcurridas desde el inicio de la VAFO hasta su retiro definitivo.

Sobrevida de pacientes: Número de pacientes vivos egresados de la UTIP tras haberse sometido a VAFO.

Influencia de la VAFO sobre el estado hemodinámico: Potenciales efectos favorables o desfavorables de la VAFO sobre los siguientes parámetros hemodinámicos: frecuencia cardiaca, tensión arterial media, presión venosa central y si se dispone de índice cardiaco, presión capilar en cuña de la arteria pulmonar y la saturación de oxígeno venosa.

Influencia de la VAFO sobre la oxigenación y ventilación: Cambios gasométricos sufridos tras el inicio de la VAFO sobre los índices ventilatorios y de oxigenación mas comunes así como la tendencia de los parámetros ventilatorios hasta la suspensión de la VAFO.

DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

VARIABLE	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN	ESTADÍSTICO
SEXO	Cualitativa	Nominal	Género	Descriptivo
EDAD	Cuantitativa	Discreta	Meses	Descriptivo
DIAGNÓSTICO DE INGRESO	Cualitativa	Nominal	Específico en cada patología	Descriptivo
DIAGNÓSTICO RESPIRATORIO	Cualitativa	Nominal	Específico en cada patología	Descriptivo
INDICACION DE VAFO	Cualitativa	Nominal	- SDRA primario - SDRA secundario - Barotrauma	Descriptivo
COMPLICACIONES DE VAFO	Cualitativo	Nominal	Si / no	Descriptivo
DURACIÓN DE VAFO	Cuantitativa	Discreta	Horas	Descriptivo
SOBREVIDA	Cualitativa	Nominal	Si / no	Descriptivo
INFLUENCIA EN				Descriptivo

HEMODINAMIA	Cuantitativa	Discreta		
INFLUENCIA EN OXIGENACION Y VENTILACIÓN	Cuantitativa	Discreta		Descriptivo

RECOLECCION DE LOS DATOS:

Los datos fueron colectados en un formato prediseñado (Anexo 1) que incluyó datos demográficos de los sujetos de estudio, los diagnósticos (de ingreso, respiratorio), la indicación de la VAFO, la etiología de la falla respiratoria aguda, otros tratamientos adjuntos durante la VAFO (posición prona, óxido nítrico), la presencia de complicaciones relacionadas con la ventilación, la duración de la VAFO, las variables hemodinámicas, variables ventilatorias y las variables gasométricas.

El seguimiento de los pacientes se realizó por un solo observador registrando los parámetros ventilatorios, respiratorios y hemodinámicas justo antes de iniciar la VAFO, durante la misma y hasta su cambio a ventilación convencional o aconteciera el fallecimiento durante VAFO, según fuese el caso, intentando identificar la causa de la muerte. Se realizó seguimiento de sobrevivida a 28 días para el grupo de pacientes sobrevivientes a partir del reinicio de la ventilación convencional.

ESTRATEGIAS VENTILATORIAS:

Todos los pacientes incluidos fueron tratados con el ventilador de alta frecuencia oscilatoria (3100 A Sensor Medics, Yorba Linda, CA) tras un periodo variable de ventilación convencional (Vela, Avea). Los niños sobrevivientes al finalizar la VAFO fueron sometidos a ventilación convencional para continuar su proceso de retirada de la ventilación.

El manejo de la ventilación convencional se basó en una estrategia habitual para la enfermedad respiratoria en particular, alcanzando un soporte ventilatorio con parámetros elevados reflejados en presión media de la vía aérea y fracción inspirada de oxígeno muy altos. Los cuidados generales incluyeron sedación, relajación muscular, mantenimiento hídrico, apoyo nutricional, y antibióticos en caso necesario. El soporte hemodinámico con inotrópicos y/o vasopresores se optimizó con la presión arterial invasiva.

Con la VAFO el objetivo inicial fué conseguir un volumen pulmonar óptimo mediante una estrategia de rápido reclutamiento alveolar. Para ello, los parámetros ventilatorios iniciales se

estandarizaron de acuerdo a las siguientes variables: FiO_2 100%; frecuencia de oscilación de 3.5 - 10 Hz; un tiempo inspiratorio del 33%; una presión media de la vía aérea de 3-4 cm H₂O mayor que la requerida previamente con la ventilación convencional; flujo de gas de 20 L/min; y una amplitud de oscilación necesaria para conseguir un adecuado movimiento del tórax. Durante la VAFO los pacientes fueron tratados utilizando la estrategia de "volumen pulmonar ideal", que consiste en aumentar escalonadamente la presión media de la vía aérea y el volumen pulmonar para lograr una saturación de oxígeno arterial > 90% con una FiO_2 < 60%.

La hipoxemia persistente después de iniciada la VAFO, se trató aumentando el volumen pulmonar mediante aumentos progresivos de la presión media de la vía aérea de 1 - 2 cm H₂O, hasta conseguir una saturación arterial de oxígeno >90% con una FiO_2 <60%, o hasta que aparecieran signos de inestabilidad hemodinámica o de sobredistensión pulmonar.

Una vez obtenida una saturación arterial de oxígeno >90% con una FiO_2 <60%, una PaO_2 >60 mmHg y un pH arterial > 7.25, se descendió muy lentamente la presión media de la vía aérea de 1 en 1 cm H₂O hasta conseguir una presión media de la vía aérea de 15 cm H₂O, una FiO_2 <40%, y una amplitud de oscilación < 40 cm H₂O, momento en el que se realizó la transición a ventilación convencional para continuar luego con el proceso de retirada de la ventilación. Los ajustes iniciales en el ventilador convencional dependerán de los utilizados al final de la VAFO, de tal modo que se empleó un modo controlado por presión, PEEP generalmente de 10, una P_{aw} similar a la usada en VAFO y una FiO_2 un 10% mayor que la que veníamos utilizando en VAFO.

Consideramos que la VAFO ha fracasado cuando no ha sido posible descender la FiO_2 un 10% tras 24 h de VAFO optimizada o no es posible mantener la pCO_2 por debajo de 80 cmH₂O con un pH > 7.25. En este punto plantearíamos la necesidad de reiniciar la ventilación convencional.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para fines de análisis, decidimos considerar solo las primeras 120 h de tratamiento con VAFO, para posteriormente analizar el estado de los casos inmediatamente posterior a VAFO. Se aplicó estadística descriptiva (frecuencia, media, mediana, promedios). Las características de los sobrevivientes y no sobrevivientes se compararon con U de Mann-Whitney para las variables continuas.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Apegado a los principios emanados de la XVIII Asamblea Médica Mundial celebrada en Helsinki, Finlandia en 1964 y en la modificación hecha por la propia asamblea en Tokio, Japón, en 1975, en donde se contempla la investigación médica (Investigación clínica). Acorde a la Ley General de Salud en México. Se hace hincapié en el respeto a la persona, la vida, seguridad y derechos de todos los que integran la unidad de investigación.

Dado que nuestro estudio fue de tipo observacional, descriptivo y de que no se realizó ninguna intervención durante la investigación, no consideramos necesario redactar un consentimiento informado por escrito.

RESULTADOS

Los pacientes tratados con VAFO fueron 11, de los cuales 3 requirieron esta ventilación durante dos eventos diferentes, sumando un total de 14 eventos, mismos que se incluyeron para el análisis del estudio. De los 11 pacientes ingresados al estudio, 7 fueron del sexo masculino (63%) y solo 4 (37%) fueron del sexo femenino, con un rango de edad de 1 - 132 meses (mediana de 36 meses).

Tabla 1. Características demográficas y de diagnóstico.

CA-SO	SEXO	EDAD (meses)	DIAGNÓSTICO DE BASE	DIAGNÓSTICO RESPIRATORIO	DURA- CIÓN EN VC PV (H)	DURACIÓN EN VAFO (H)	SOBRE- VIDA
1	M	36	LMA M5/ Choque séptico	Neumonía	115 H	154 H	SI
2	F	31	Choque séptico	Neumonía	24 H	30 H	NO
3	M	1	PCA / CIV / CIA Choque séptico / FOM	Insuficiencia respiratoria aguda	3 H	55 H	NO
4	M	6	Choque séptico/ Neumonía	Neumonía	168 H	64 H	SI
5	M	3	VIH/SIDA/ Neumonía	Neumonía	192 H	273 H	SI
6	F	48	Osteopetrosis Neumonía	Neumonía	17 H	79 H	SI
7	M	108	Síndrome hemofagocítico Choque séptico	Neumonía SDRA	360 H	26 H	NO
8	M	6	Neumonía / Barotrauma	Barotrauma	31 H	50 H	SI
9	F	10	VIH / SIDA / Neumonía	Neumonía	96 H	274 H	NO
10	F	10	VIH / SIDA / Neumonía	Neumonía	3 H	816 H	NO
11	M	132	Síndrome Lyell Choque mixto	Neumonía SDRA	101	170 H	SI
12	F	84	LMA M4 / Colitis neutropénica	Neumonía	48 H	116 H	SI
13	M	132	LMA M3 / SDRA / Choque séptico	SDRA	96 H	230 H	SI
14	M	36	LMA M5/ Choque séptico	Barotrauma	13 H	24 H	SI
MED		33.5			48 H	97.5 H	
DS		48.17			99.15 H	206.48 H	
Rango		1-132 m			3-360 H	24-816 H	

Abreviaturas: M: masculino; F: femenino; MED: Mediana; DS: Desviación estándar; LMA: leucemia mieloblástica aguda; PCA: persistencia de conducto arterioso; CIA: comunicación interauricular; CIV: comunicación interventricular; FOM: falla orgánica múltiple; VIH: virus de inmunodeficiencia humana; SIDA: síndrome de la

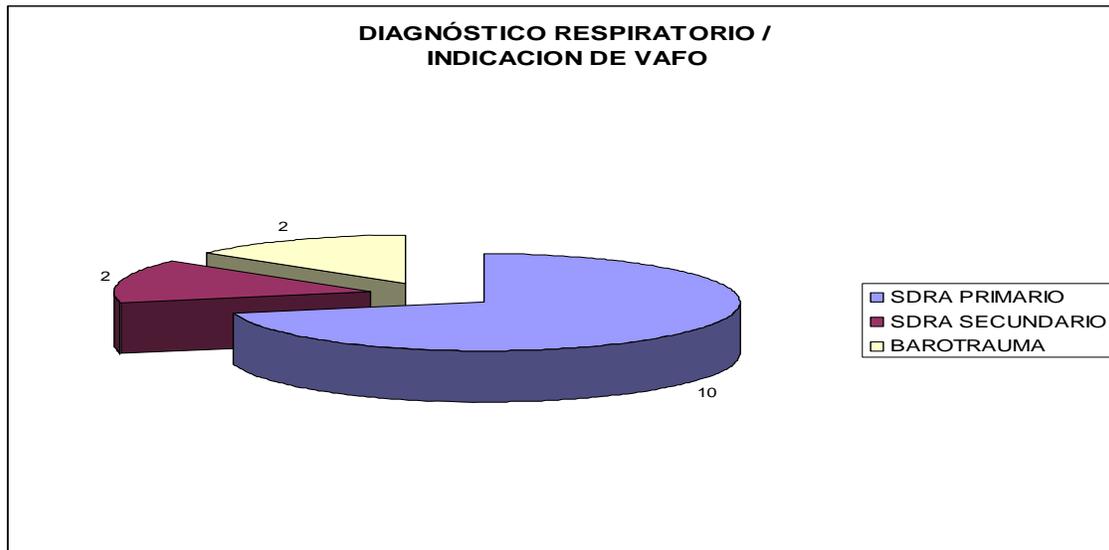
inmunodeficiencia humana; SDRA: Síndrome de distres respiratorio agudo. H: horas. VC PV: ventilación convencional previa a Ventilación de alta frecuencia oscilatoria; VAFO: Ventilación de alta frecuencia oscilatoria. H: horas. m: meses.

De los 11 niños incluidos, 6 (54.5%) presentaron una inmunodeficiencia secundaria por alguna enfermedad oncológica o hematológica, y 5 (45.5%) fueron pacientes inmunocompetentes.

Respecto a la enfermedad motivo de ingreso a la Unidad de terapia intensiva pediátrica el choque séptico fue el diagnóstico de base que se presentó en 8 (57%) de los 14 casos estudiados. En cuatro casos (28%), el diagnóstico de base fue una leucemia mieloblástica acompañada de choque séptico.

Respecto al diagnóstico respiratorio que finalmente motivó el inicio de la VAFO, observamos que el SDRA primario debido a neumonía se presentó en 10 casos (72%), mientras que el barotrauma y el SDRA secundario fue motivo de inicio de VAFO en dos casos respectivamente (gráfica 1).

Gráfica 1.



La sobrevida fue de 9 casos (64%), que correspondieron a 6 pacientes, mientras que fallecieron 5 pacientes considerado mismo número de casos (36%). Todos los fallecimientos ocurrieron durante la utilización de VAFO.

Para el grupo de sobrevivientes la duración de VAFO fue una mediana de 116 h (rango 24 – 273 h), mientras que para el grupo de fallecidos la duración fue una mediana de 55 h (rango de 26 – 816 h) (Tabla 2).

Tabla 2.

PARÁMETRO	SOBREVIVIENTES (n= 9 casos) (MEDIANA Y RANGO)	NO SOBREVIVIENTES (n= 5 casos) (MEDIANA Y RANGO)	
<i>DURACIÓN VC ANTES DE VAFO (HRS.)</i>	96 (13 – 168)	24 (3 – 360)	
<i>DURACIÓN VAFO (HRS.)</i>	116 (24 – 273)	55 (26 – 816)	
<i>INDICE OXIGENACIÓN INICIAL</i>	19.2 (6.5 - 37)	26 (7.4 – 38)	P = 0.125
<i>PaO2/FiO2 PRE VAFO</i>	106 (46 – 193)	74 (54 – 131)	P = 0.423
<i>Pāw PRE VAFO (CM H2O)</i>	18 (4.9 – 25)	21 (9.8 – 22)	P = 0.947

ABREVIATURAS: VC: ventilación convencional; VAFO: ventilación de alta frecuencia; Índice de oxigenación = (presión media de vía aérea) (FiO2) / PaO2. PaW: presión media de la vía aérea.

En la tabla 3 se muestran los datos de intercambio gaseoso y parámetros ventilatorios antes de iniciar la ventilación de alta frecuencia así como su estatus de vida al final del estudio. Todos los pacientes tuvieron una falla severa en la oxigenación, documentado por las medianas de los índices de oxigenación y la relación PaO2/FiO2 (Índice Kirby) iniciales. Los parámetros ventilatorios y gasométricos iniciales fueron similares entre los sobrevivientes y no sobrevivientes, sin embargo el IO fue mayor en éstos últimos (26), respecto a los sobrevivientes (19.2), en tanto que la relación PaO2/FiO2 fue mayor en los sobrevivientes (106) que en los que no lo fueron (74).

Tabla 3. Datos de intercambio gaseosos y parámetros ventilatorios previos al inicio de VAFO.

CASO	PIM	PEEP	PaW	FiO2	PaO2	PaCO2	pH	IO	IK	SOBREVIDA
1	35	4	13	90	56	55	7,34	20,8	61	SI
4	30	10	11,3	100	59	80	7,3	19,2	59	SI
5	28	8	17	100	46	44	7,3	37	46	SI
6	34	15	23	100	106	64	7,14	21	106	SI
8	20	3	4,9	80	61	43	7,46	6,5	76	SI
11	27	14	22	90	110	20	7,54	18	122	SI
12	35	16	25	100	193	58	7,16	12,9	193	SI
13	25	16	24	50	60	37	7,47	20	121	SI
14	21	10	18	50	69	32	7,41	13	138	SI
MD	28	10	18	90	61	44	7.34	19.2	106	
2	24	12	21	100	54	36	7,29	38	54	NO
3	30	3	9,8	90	118	56	6,9	7,4	131	NO
7	30	10	22	100	59	36	7,45	36	59	NO
9	30	10	20	75	56	37	7.4	26	74	NO
10	22	10	22	90	87	66	7,29	22	87	NO
MD	30	10	21	90	59	37	7.29	26	74	

BRE
VIAT
URA
S;
PIM:
presi
ón
ón
inspir
atori
a
máxi
ma;
PEE
P:
presi
ón
positi
va al
final
de la
espir
ación
;
PaW
:
presi
ón
medi
a de
la vía
aére
a;
FiO2
:
Frac

A

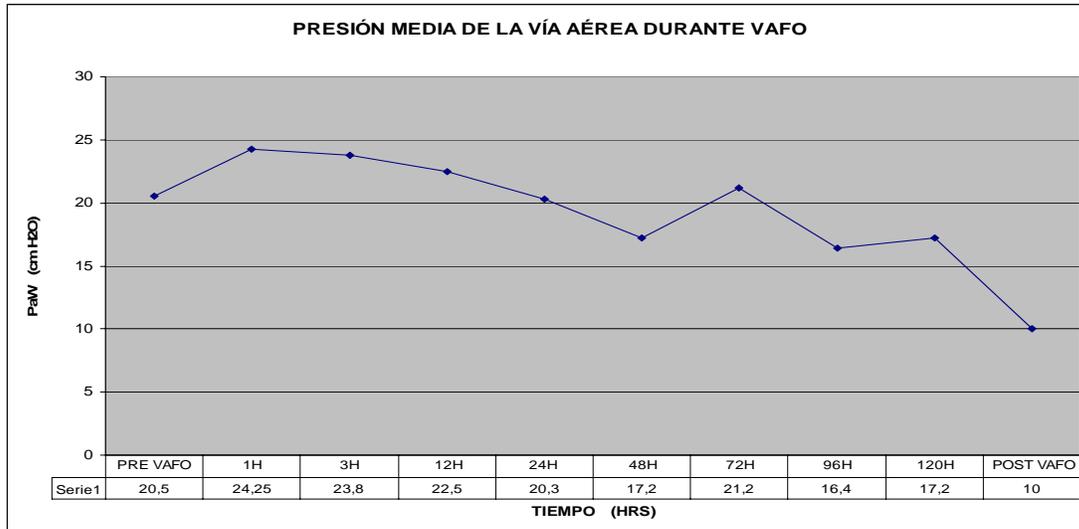
ción inspirada de oxígeno; PaO2: presión arterial de oxígeno; PaCO2: presión arterial de dióxido de carbono; pH: grado de alcalinidad o acidez de la sangre; IO: Índice de oxigenación; IK: índice de kirby o relación PaO2/FiO2; MD: Mediana.

VALORES

VARIABLES VENTILATORIAS Y GASOMÉTRICAS:

La mediana de la presión media de la vía aérea bajo ventilación convencional fue de 20.5 cmH₂O. Al inicio de la VAFO se incrementó en 4 cmH₂O para alcanzar el volumen de reclutamiento adecuado (según lo ya descrito), considerando esta cifra como la P_{āw} basal. Posterior a esto se logró mantener una tendencia al descenso alcanzando los 17 cmH₂O alrededor de las primeras 48h, momento de máximo beneficio de este modo ventilatorio (p). Posterior a las 48 h de VAFO existieron variaciones en la tendencia, sin embargo al lograr el retiro de la VAFO, requirieron tan solo la mitad de la P_{āw} de la basal. (Gráfica 2).

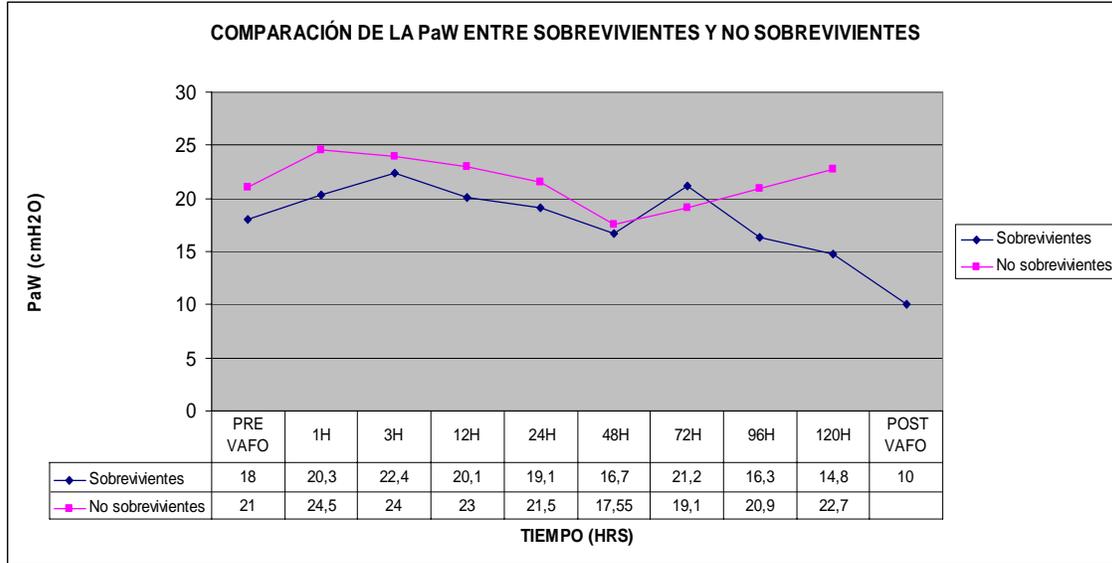
Gráfica 2



* Valores expresados como medianas.

Al comparar las medianas de los casos sobrevivientes con los no sobrevivientes, existió una tendencia de decremento de la P_{āw} similar, sin embargo posterior a las 72 h, el grupo de no sobrevivientes demostró un incremento significativo en este parámetro dejando de beneficiarse de este tipo de ventilación. Esta observación sin embargo no pudo demostrar significancia estadística mediante U de Mann-Whitney (Gráfica 3).

Gráfica 3.



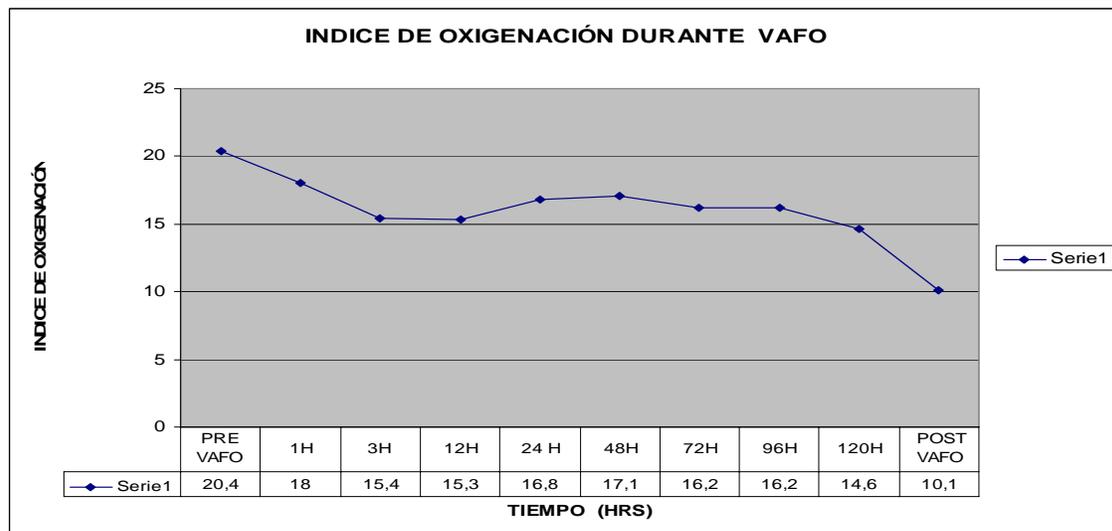
* Valores expresados como medianas.

	Pre VAFO	VAFO 1h	VAFO 3 h	VAFO 12 h	VAFO 24 h	VAFO 48 h	VAFO 72h	VAFO 96 h
p	.947	.841	.841	.384	.894	.571	.462	.724

U Mann-Whitney

Respecto al índice de oxigenación de todos los casos, la tendencia fue de mejoría durante las primeras 12 h en todos los pacientes incluidos, alcanzando una cifra de hasta el 50% menor en relación a la obtenida previa al inicio de la VAFO (Gráfica 4).

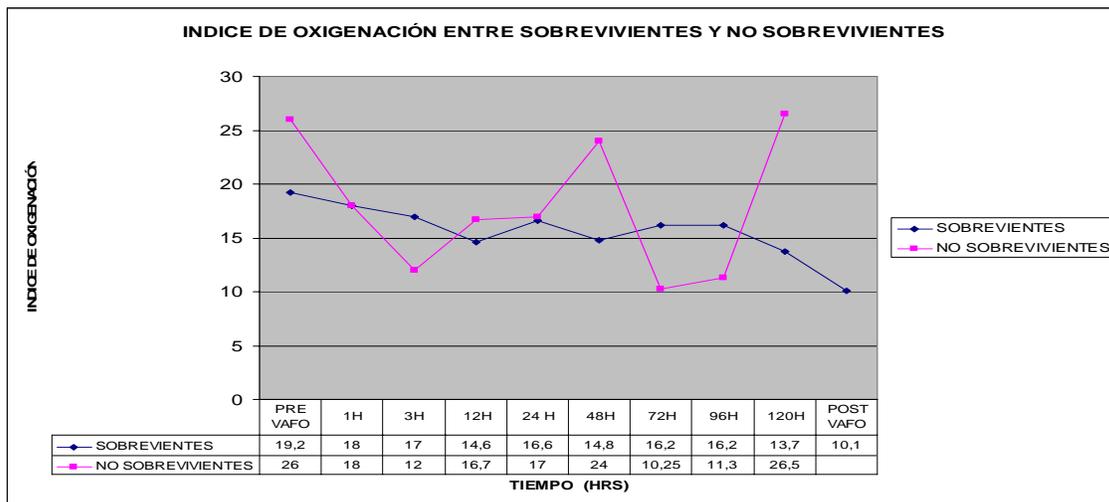
Gráfica 4.



* Valores expresados como medianas.

Al comparar los índices de oxigenación entre el grupo de sobrevivientes y los que no lo fueron existe una diferencia importante posterior a las 24 h de instalada la VAFO. Si bien es cierto el IO disminuyó rápidamente en el grupo de no sobrevivientes, después de las primeras 24 h se presentaron variaciones significativas incrementando nuevamente los valores, a diferencia del grupo de sobrevivientes en que el IO se mantuvo constante durante el tiempo que recibió la VAFO. Cabe hacer notar que el IO basal en el grupo de sobrevivientes siempre fue menor que el grupo de pacientes fallecidos (Gráfica 5).

Gráfica 5.

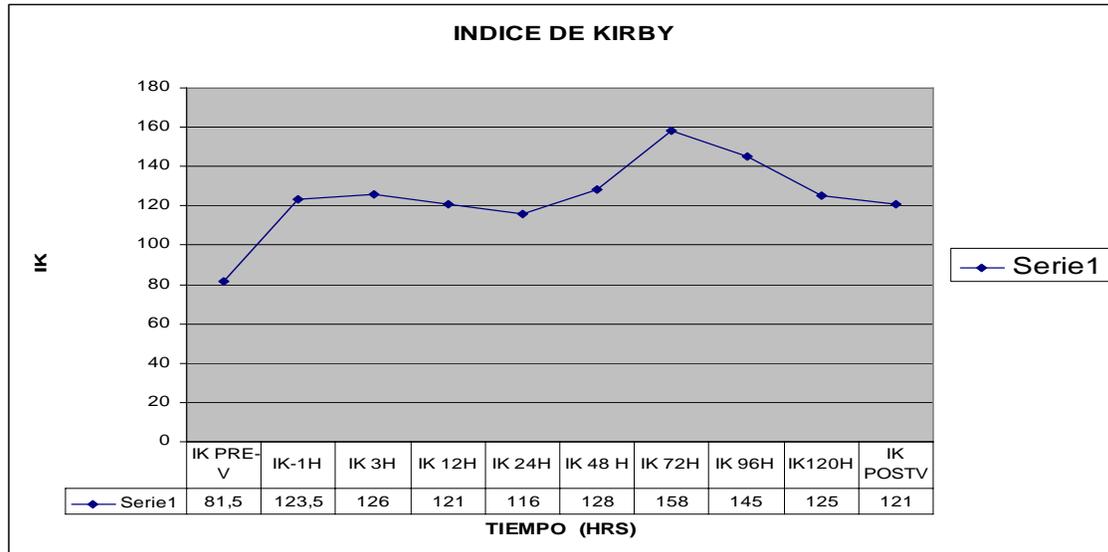


* Valores expresados como medianas.

	Pre VAFO	VAFO 1h	VAFO 3h	VAFO 12h	VAFO 24h	VAFO 48h	VAFO 72H	VAFO 96	VAFO 120h
p	0.125	0.384	0.739	0.317	0.386	0.153	0.380	439	0.05

Tomando en cuenta todos los casos la relación PaO₂ / FiO₂ (índice de Kirby) mostró, de manera global, un ascenso sostenido durante toda la ventilación de alta frecuencia, con una meseta en las primeras 24 h, finalizando con incremento de 50% respecto al valor previo a VAFO durante las primeras 120 h (Gráfica 6).

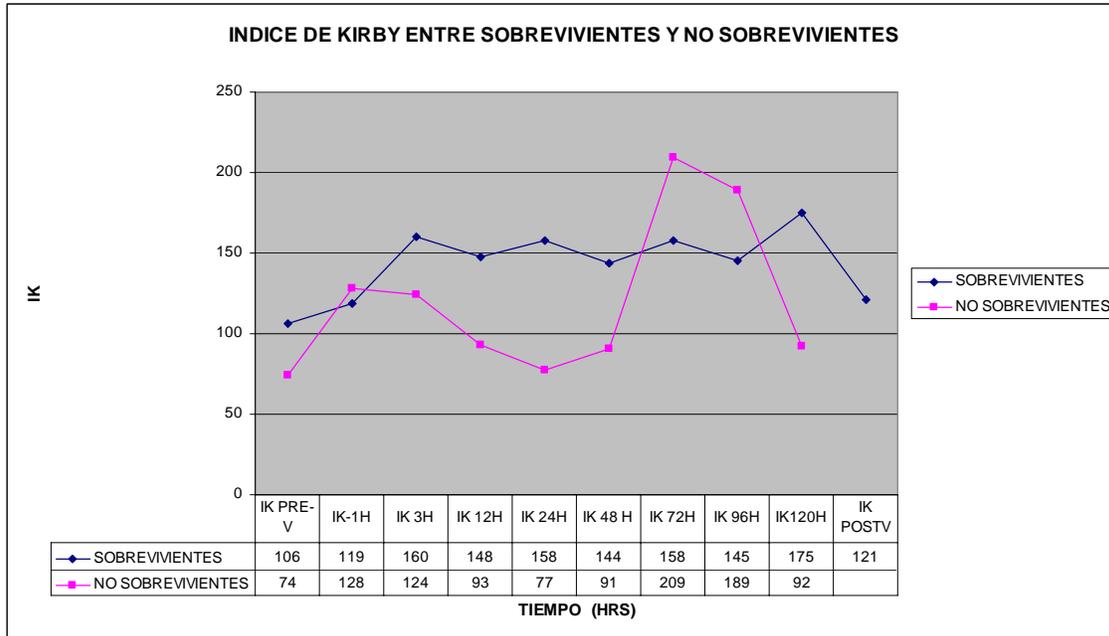
Gráfica 6.



* Valores expresados como medianas.

Estratificando los grupos de sobrevivientes y no sobrevivientes, el primer grupo mantuvo un índice siempre superior a 144, mientras que el grupo de no sobrevivientes presentó variaciones importantes, inclusive valores semejantes al obtenido con ventilación convencional (previo a VAFO). (Gráfica 7).

Gráfica 7.

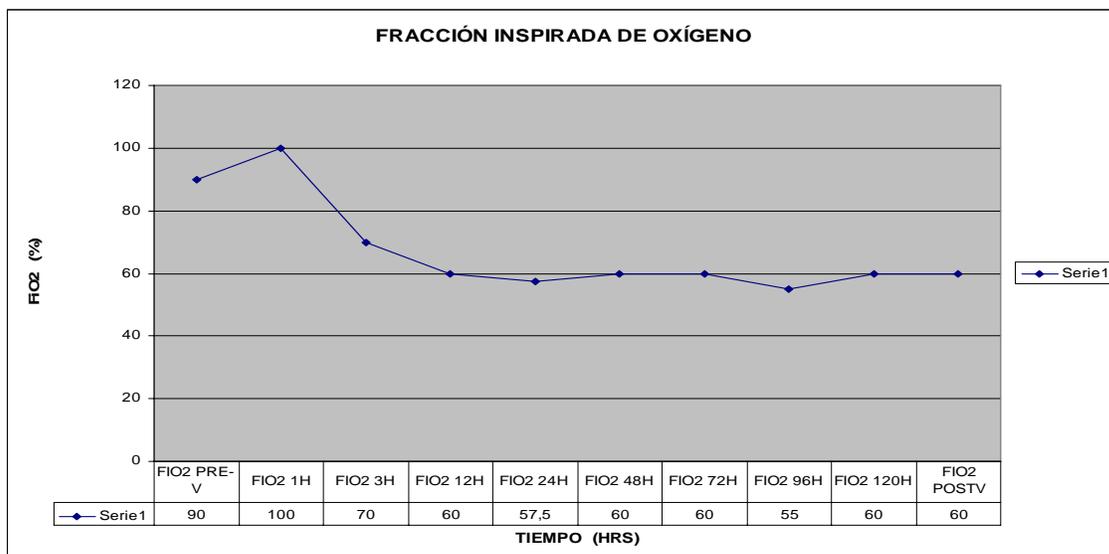


* Valores expresados como medianas.

	Pre VAFO	VAFO 1h	VAFO 3h	VAFO 12H	VAFO 24H	VAFO 48H	VAFO 72H	VAFO 96H	VAFO120H
p	0.423	0.463	0.549	0.286	0.142	0.081	1.000	0.696	0.121

Para todos los casos la fracción inspirada de oxígeno presentó su máximo descenso durante las primeras 12 h posteriores al inicio de la VAFO. Posterior a este tiempo se mantuvo en 60% hasta el momento de su destete y cambio a ventilación convencional (o al momento del fallecimiento según fuera el caso) (gráfica 8).

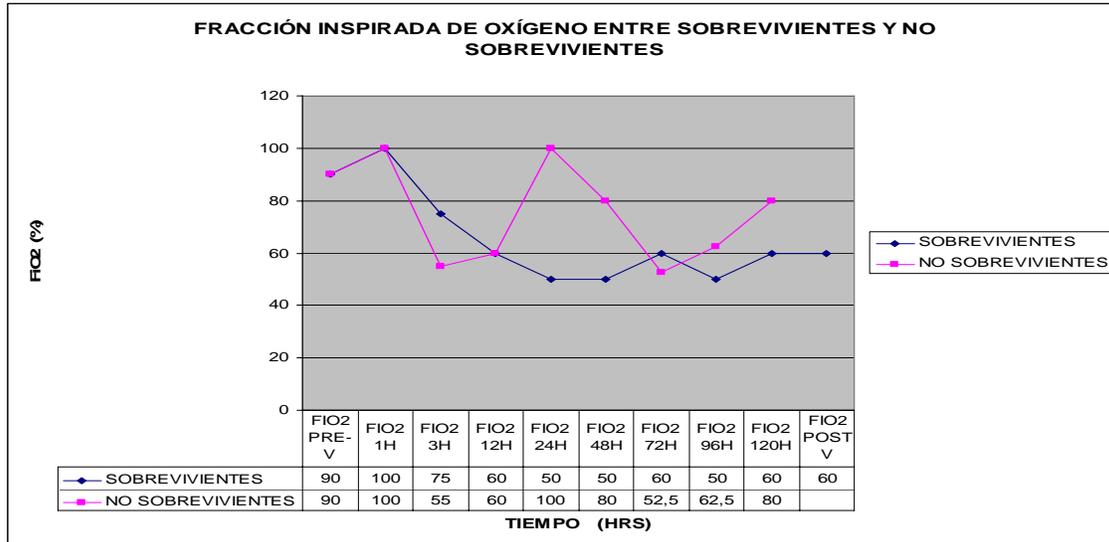
Gráfica 8.



* Valores expresados como medianas.

Cuando se analiza por separado ambos grupo, se evidenció que las variaciones en el grupo de sobrevivientes fueron mínimas en comparación del grupo de no sobrevivientes en el que hubo necesidad de incrementar la FiO2 inclusive hasta 100% en algún caso. A pesar de esto, no hubo significancia estadística mediante U (Gráfica 9)

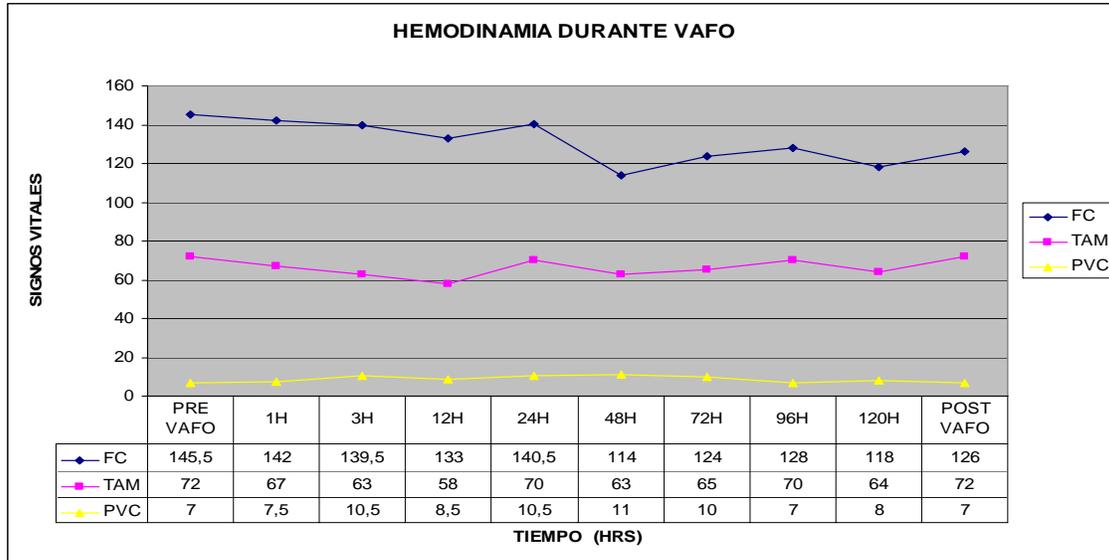
Gráfica 9.



* Valores expresados como medianas.

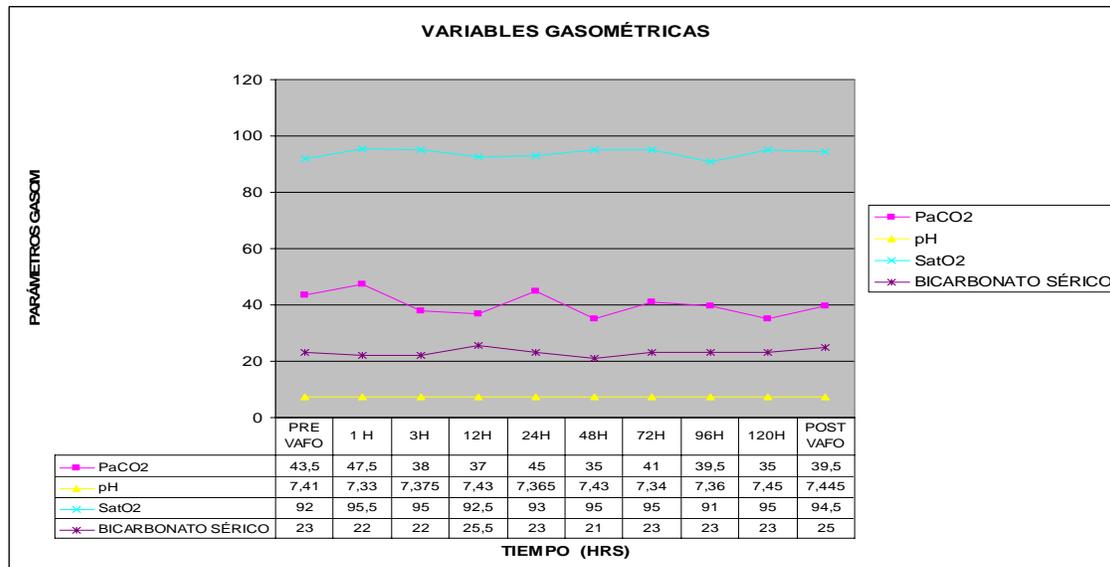
	Pre VAFO	VAFO 1H	VAFO 3H	VAFO 12H	VAFO 24H	VAFO 48H	VAFO 72H	VAFO 96H	VAFO120h
p	0.833	0.484	0.840	0.683	0.091	0.064	0.747	0.076	0.073

En relación las variables hemodinámicas, inmediatamente antes, durante y en la transición a ventilación convencional se observó que la frecuencia cardiaca bajó ligeramente, mientras que la presión venosa central y la tensión arterial media se mantuvieron prácticamente sin cambios durante todo el estudio (Gráfica 10).



Gráfica 10. * Valores expresados como medianas.

No fue evidente la presencia de problemas en cuanto a la ventilación, manifestado por el sostén de la PCO₂, como se muestra en la gráfica. Así mismo el pH y el bicarbonato se mantuvieron sin cambios durante todo el proceso de VAFO (Gráfica 11).



Gráfica 11. * Valores expresados como medianas.

COMPLICACIONES:

Ninguno de los pacientes estudiados interrumpió la ventilación por dificultades con la oxigenación, ventilación o hemodinámicas. Solamente en 1 caso (7%) se presentó como

complicación síndrome de fuga aérea, el cual se resolvió con la colocación de un tubo pleural. La VAFO no causó empeoramiento de los pacientes conocidos con barotrauma.

DISCUSIÓN

El propósito de nuestro estudio fue describir la experiencia con la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes críticamente enfermos tratados en nuestra UTIP. Como sabemos este tipo de ventilación por lo regular es utilizada posterior al uso de ventilación convencional, y a pesar que la muestra que en este momento presentamos es pequeña, nos es útil para poder realizar algunas observaciones.

La VAFO a través de una estrategia con volumen pulmonar óptimo ha sido propuesta como un modo efectivo de ventilación protectora pulmonar. Previamente se han descrito múltiples series, la mayoría pequeñas, sin embargo existen también resultados de estudios aleatorizados, prospectivos que comparan la VAFO con la ventilación convencional, mostrando resultados alentadores respecto a sus indicaciones, efectividad y seguridad.

Sabemos que la ventilación de alta frecuencia oscilatoria es utilizada como tratamiento de rescate en niños con falla respiratoria aguda debida a una amplia variedad de etiologías, en quienes la ventilación convencional falló para mejorar las condiciones de oxigenación y ventilación, condicionando presiones medias de la vía aérea muy elevadas o requerimientos elevados de FiO₂, que corresponden a IO e índices de Kirby igualmente elevados. En solo un pequeño porcentaje, la indicación de la VAFO fue por síndrome de fuga aérea. Esta indicación se corrobora en múltiples estudios (6, 7, 9, 10, 16). En la actualidad, este modo de ventilación, no debería considerarse como una última medida “desesperada”, lo que implica una ampliación de sus indicaciones.

La sobrevida global en nuestro estudio fué del 64%, con una mortalidad de 36%. Estos resultados son similares a otros estudios reportados, donde Arnold et al (13, 16) refieren 66 a 86% de sobrevivientes, mientras que Slee-Wiffels et al (9) reportan 64%, y Jaballah et al (10) hasta un 75% de sobrevivientes. Las tasas de mortalidad sin embargo, oscilan desde 14% hasta 34%. Existen varias razones para explicar esta diferencia: el número de pacientes incluidos en la mayoría de los estudios fue muy pequeño, por otro lado éstas tasas de mortalidad pueden verse afectadas dependiendo del diagnóstico respiratorio desencadenante de la insuficiencia respiratoria y por último no está suficientemente claro en los reportes previos, si todos los pacientes que fallecieron, lo hicieron por causas respiratorias o de otra índole. Finalmente, la experiencia con la VAFO difiere entre los estudios y los hospitales (9).

Respecto a la indicación de la VAFO, observamos algunas diferencias entre los sobrevivientes y los que no lo fueron: en el caso del SDRA primario originado por neumonía (10 casos), el 40% de los casos falleció, mientras que en el SDRA secundario (2 casos), uno de los casos no sobrevivió. Los pacientes con síndrome de fuga aéreo (2 casos) en quienes se indicó VAFO sobrevivieron sin complicaciones ventilatorias.

Al analizar las condiciones ventilatorias y gasométricas previas al inicio de la VAFO pudimos advertir lo siguiente: los sobrevivientes presentaron IO menor (19.2), mejor índice de Kirby (106) y menor paW (18), mientras que los no sobrevivientes tuvieron mayor IO (26), peor índice de Kirby (74) y PaW más elevada (21). Esto sugiere, que un factor importante con relación a la posibilidad de sobrevida es el inicio temprano de la VAFO, cuando el índice de Kirby aún es mayor de 100 y el IO menor de 20.

Se ha demostrado que el índice de oxigenación es un buen índice de predicción de mortalidad después de iniciar la VAFO (7, 15). Por ejemplo Sarnaik et al (15) propusieron que aquellos pacientes con un índice de oxigenación >20 en los cuales no existió una reducción de al menos 20% en relación a índice basal dentro de las primeras 6h en VAFO morirán. En este sentido, nuestro estudio no mostró las mismas tendencias: 3 de los 9 casos que sobrevivieron presentaron este indicador, mientras que solo 2 de los 5 pacientes que fallecieron presentaron un IO >20 en las primeras horas sin mejorar, sino incluso con incremento.

Otros autores han referido que además del índice de oxigenación, el estado de inmunológico (inmunocompetencia vs inmunocompromiso) del paciente puede ser otro indicador predictivo de mortalidad, llegando a reportar un riesgo de fallecer $> 80\%$ cuando el IO a las 24h fuera > 42 asociado a inmunocompromiso (7). En nuestra serie, solo un caso mostró esta asociación, con desenlace fatal antes de las 48 h de haber iniciado VAFO.

En nuestro estudio observamos un descenso del 25% en el IO entre las primeras 3 h a 12 h de haber iniciado la VAFO. Sin embargo este descenso se mantiene constante las siguientes 48h, tiempo posterior al cual se evidenciaron dos caminos, mantenerse constante hasta descender el 50% respecto al IO previo a VAFO, o incrementarse en forma relativamente constante, tendencias correspondientes al grupo de pacientes sobrevivientes y no sobrevivientes respectivamente. Por tanto consideramos que al mejorar la oxigenación con VAFO aumentan las posibilidades de sobrevida de los pacientes con problema respiratorio severo. A pesar de esta

observación no resultó estadísticamente significativa por tanto no podemos concluir que guarde un valor predictivo.

Otro parámetro que se hizo evidente al manejar a los pacientes con VAFO fue el aumento en la PaO₂ y la relación PaO₂/FiO₂. Estos parámetros se incrementaron en forma importante en los pacientes una vez que se inició este tipo de ventilación no convencional, sin embargo no encontramos diferencia estadísticamente significativa al comparar al grupo de sobrevivientes y no sobrevivientes.

Evidentemente el mejorar la oxigenación permitió ir reduciendo de forma progresiva la FiO₂ y la PaW, y como consecuencia de esta maniobra se redujo el IO. De tal forma, observamos que el máximo beneficio de la VAFO en los casos descritos posiblemente fueron las primeras 24 a 48 h, con evolución variable después de este periodo.

En la mayoría de los estudios pediátricos, los pacientes fueron expuestos a tiempos de ventilación convencional prolongados antes de establecer la VAFO: en los estudios de Arnold et al (13) y Fedora et al (18), la duración media de ventilación convencional previo a VAFO fue de 50 y 143 h, mientras que en el estudio de Slee-Wijffels et al (9), la mediana de duración fue de 29.5h y 63 h en los sobrevivientes y no sobrevivientes, respectivamente. En nuestro caso, ocurrió de modo contrario: los sobrevivientes se ventilaron convencionalmente 96h (mediana) mientras que los no sobrevivientes lo hicieron por 24 h (mediana). Sin embargo los rangos de duración fueron mucho mayores en los no sobrevivientes. Esto tal vez pueda explicarse de la siguiente manera: es posible que se haya ventilado convencionalmente a los sobrevivientes por más tiempo ya que su ingreso a VAFO se demoró demasiado, al registrar IO de 19.2 (mediana) con rangos desde 6.5 hasta 37, cuando la indicación para iniciar VAFO es con IO mayor o igual a 13. Esta observación deberá alertarnos en la necesidad de iniciar la VAFO en cuanto se cumplan los criterios recomendados para su uso, con lo cual se optimizarían posiblemente tanto la ventilación convencional previa a VAFO como ésta última.

Es bien conocido que al iniciar este modo de ventilación debemos asegurar un estado hemodinámico, con una presión media adecuada, PVC entre 8 y 12, lo que implica una precarga aceptable, ya que al incorporar la VAFO es posible que ocurra inestabilidad hemodinámica que ponga en riesgo la vida del paciente e incluso obligue a suspenderla. Destacamos que en nuestra serie, no se presentó en ningún caso de deterioro hemodinámico al iniciar la VAFO, comprobado

mediante el análisis de los valores de FC, TAM y PVC, los cuales no sufrieron variaciones significativas, como quedó reflejado en los resultados.

A pesar de su papel protector del pulmón, la VAFO no está exenta de complicaciones. La principal complicación de la VAFO es la aparición de eventos de síndrome de fuga aérea, que en algunas series alcanza el 20 - 25% (3, 7, 13, 16). En nuestro estudio, se presentó solamente en 1 caso (7%), y no se observó empeoramiento en otro de los casos de barotrauma ya existente previo a VAFO.

CONCLUSIONES

La ventilación de alta frecuencia oscilatoria es un método ventilatorio que aún se utiliza como una alternativa para alcanzar el objetivo de la ventilación protectora pulmonar en los casos de falla respiratoria aguda de cualquier etiología, en donde la ventilación convencional fracasó como método terapéutico. Sin embargo la demora en su uso puede ser un factor que influya en la sobrevida por lo que deberá iniciarse en cuanto se reúnan criterios para ello.

La VAFO, como tratamiento alternativo en nuestra serie, estuvo asociada con una sobrevida (64%).

La principal indicación de la VAFO fue el SDRA primario desencadenado por la neumonía, seguido del SDRA secundario y el barotrauma. La tasa de mayor mortalidad se observó con más frecuencia en el primer caso.

La VAFO mejoró la oxigenación y ventilación, permitiendo reducir de forma progresiva la FiO_2 y la PaW , obteniendo consecuentemente disminución del IO e incremento del índice de Kirby, con lo cual aumentó las posibilidades de sobrevida de los casos, asumiendo una estrategia de protección pulmonar. Destacamos que el momento de mejor respuesta a la VAFO ocurrió dentro de las primeras 24 a 48 h, por lo que deberán realizarse nuevos estudios encaminados a demostrar si es este periodo el de mayor beneficio con la VAFO.

El índice de complicaciones fue bajo (7%) respecto a otras series y estudios reportados. Los pacientes mantuvieron estabilidad hemodinámica, sin dificultades de oxigenación o ventilatorias que obligaran la suspensión de la VAFO. Estos hallazgos hicieron de la VAFO un modo ventilatorio seguro en nuestra serie.

A pesar de mostrar gráfica y clínicamente mejoría en los índices ventilatorios estudiados, no se demostró significancia estadística de los resultados, posiblemente debido al tamaño de la muestra, por lo que será necesario aumentar su tamaño en los estudios posteriores.

En la actualidad, la VAFO se está incorporando al arsenal terapéutico de las UTIP, como una opción terapéutica prometedora para el manejo de los niños con falla respiratoria aguda quienes han fracasado a la ventilación convencional. Sin embargo son necesarios nuevos estudios para identificar sus beneficios sobre la ventilación convencional y establecer el momento óptimo de inicio de la VAFO.

ANEXOS

HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO "FEDERICO GÓMEZ"
UNIDAD DE TERAPIA INTENSIVA PEDIATRICA

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PROTOCOLO VENTILACION DE ALTA FRECUENCIA OSCILATORIA

NOMBRE _____ EDAD _____ SEXO _____ REGISTRO _____ No. PACIENTE _____
 DX INGRESO _____ Dx RESPIRATORIO _____
 INDICACION DE VAFO _____ FECHA INICIO VAFO _____ FECHA SUSP VAFO _____

VARIABLES	HEMODINAMICO						VENTILATORIO								GASOMÉTRICO									
PARAMETRO	FC	TA(TAM)	PVC	IC	PCAP	SatvO2	PIM	PEEP	VC	Ti	I:E	PaW	Flujo	FiO2	ON	PaO2	PaCO2	pH	SatAO2	HCO3	IK	IO	A/a	
<i>V Conv PREVAFO</i>																								
<i>VAFO 1H</i>								AMPL	Hz	Ti		PaW	Flujo	FiO2	ON									
<i>VAFO 3H</i>																								
<i>VAFO 12H</i>																								
<i>VAFO 24H</i>																								
<i>VAFO 48H</i>																								
<i>VAFO 72H</i>																								
<i>VAFO 96H</i>																								
<i>VAFO 120H</i>																								
<i>V Conv POSTVAFO</i>																								

ABREVIATURAS: VAFO: Ventilación de alta frecuencia oscilatoria; V Conv PREVAFO: ventilación convencional previo a VAFO; FC: Frecuencia cardiaca; TA (TAM): Tensión arterial (tensión arterial media); PVC: Presión venosa central; IC: Indice cardiaco; PCAP: Presión capilar de la arteria pulmonar; SatvO2: Saturación venosa de oxígeno; PIM: Presión inspiratoria máxima; PEEP: Presión positiva al final de la espiración; VC: Volumen corriente; Ti: Tiempo inspiratorio; I:E: relación Inspiración/espiración; PaW: presión media de la vía aérea; FiO2: Fracción inspirada de oxígeno; ON: óxido nítrico inhalado; AMPL: Amplitud; Hz: Hertz; PaO2 : presión arterial de oxígeno; PaCO2: Presión arterial de dióxido de carbono; SatAO2: Saturación arterial de oxígeno; HCO3: bicarbonato arterial; IK: Indice de Kyrbi (PaO2/FiO2); IO: Indice de oxigenación ((PaW) (FiO2)/PaO2); A/a: Gradiente Alveolo-arterial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martínón Torres F, Rodríguez Núñez A, Martínón Sánchez JM. Ventilación de alta frecuencia. En: Modesto I Alapont V, Ventilación artificial en el niño críticamente enfermo. Barcelona, España. Zarabanda Publisher. 2003. p. 107-124.
2. Cerdá Sepúlveda M. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria. En: Ruza F, Tratado de cuidados intensivos pediátricos. Madrid, España. Ediciones Norma-Capitel. 2003. p. 656-661.
3. Martínón Torres F, Ibarra de la Rosa I, Fernández Sanmartín M, García Menor E, Martínón Sánchez JM. Ventilación de alta frecuencia. *An Pediatr (Barc) 2003;59 (2):155-80.*
4. Venkataraman ST. Mechanical ventilation and respiratory care. En: Fuhrman BP, Zimmerman JJ, Pediatric critical care. Third edition. United States of America. Mosby. 2006. p. 683-718.
5. Pollack , Carcillo
6. Metha S, Granton J, MacDonald RJ, Bowman D, Matte-Martyn A, et al. High-frequency oscillatory ventilation in adults. *Chest 2004; 126 (2): 518-527.*
7. Arnold JH, Anas NG, Lukket P, Cheifetz IM, Reyes G, et al. High-frequency oscillatory ventilation in pediatric respiratory failure: a multicenter experience. *Crit Care Med 2000; 28(12): 3913-3919.*
8. Hemmila MR, Napolitano LM. Severe respiratory failure: Advanced treatment options. *Crit Care Med 2006; 34 (9) suppl: S278-90.*
9. Slee-WijffelsFY, van der Vaart K, Twisk J, Markhorst DG, Plötz FB. High-frequency oscillatory ventilation in children: a single center experience of 53 cases. *Critical care 2005; 9(3): R274-R279.*
10. Jaballah NB, Khaldi A, Mnif K, Bouziri A, Belhadj S, et al. High-frequency oscillatory ventilation in pediatric patients with acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med 2006; 7(4). 362-367.*

11. Bouchut JC, Godard J, Claris O. High-frequency oscillatory ventilation. *Anesthesiology* 2004; 100(4): 1007-1012..
12. Henderson-Smart DJ, Bhuta J, Cools F. elective high-frequency oscillatory ventilation for acute pulmonary dysfunction in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; (3); CD000104.
13. Arnold JH, Hanson JH, Toro-Figuero LO. Prospective, randomized comparison of high-frequency oscillatory ventilation and conventional mechanical ventilation in pediatric respiratory failure. *Crit Care Med* 1994; 22:1530-1539.
14. Lochindarat S, Srisan P, Jatanachai P. Factors effecting the outcome of acute respiratory distress syndrome in pediatric patients treated with high frequency oscillatory ventilation. *J Med Assoc Thai* 2003; 86(suppl 3): S618-S627.
15. Sarnaik AP, Meert KL, Pappas MD, Simpson PM, Lieh-Lai MW, et al. Predicting outcome in children with severe acute respiratory failure treated with high-frequency oscillatory ventilation. *Crit Care Med* 1996; 24: 1396-1402.
16. Arnold JH, Truog RD, Thompson JE, Fackler J. High-frequency oscillatory ventilation in pediatric respiratory failure. *Crit Care Med* 1993; 21 (2):272-278.
17. Wunsch H, Mapstone J. High-frequency ventilation versus conventional ventilation for the treatment of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a systematic review and Cochrane analysis. *Anesth Analg* 2005; 100: 1765-72.
18. Fedora M, Klimovic M, Seda M. Effect of early intervention of high-frequency oscillatory ventilation on the outcome in pediatric acute respiratory distress syndrome. *Bratisl Lek Listy* 2000; 101:8-13.