



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
División de Estudios de Posgrado del Área de la Salud

**EXPERIENCIA EN EL USO DE VENTILACIÓN DE ALTA
FRECUENCIA OSCILATORIA EN EL SERVICIO DE TERAPIA
INTENSIVA DEL HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO EN EL
PERIODO COMPRENDIDO DE JUNIO 2007 A JUNIO 2010.**

TESIS DE SUBESPECIALIDAD
PARA OBTENER EL DIPLOMA EN MEDICINA DEL ENFERMO PEDIÁTRICO EN
ESTADO CRÍTICO

PRESENTA
DRA. MAYRA CHAVEZ RIOS

ASESOR EXPERTO:
DR. JOSÉ FÉLIX URBINA HERNÁNDEZ, INTENSIVISTA PEDIÁTRA,
COORDINADOR DEL SERVICIO DE TERAPIA INTENSIVA DEL HNP.

ASESOR METODOLÓGICO:
DRA. ELIZABETH RUIZ GUTIÉRREZ, MAESTRA EN CIENCIAS MÉDICAS E
INVESTIGACIÓN CLÍNICA. ADSCRITA AL SERVICIO DE INVESTIGACIÓN Y
ENSEÑANZA DEL HNP.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DEL ÁREA DE LA SALUD



HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO

**EXPERIENCIA EN EL USO DE VENTILACIÓN DE ALTA
FRECUENCIA OSCILATORIA EN EL SERVICIO DE TERAPIA
INTENSIVA DEL HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO EN EL
PERIODO COMPRENDIDO DE JUNIO 2007 A JUNIO 2010.**

TESIS DE SUBESPECIALIDAD

PARA OBTENER EL DIPLOMA EN MEDICINA DEL ENFERMO PEDIÁTRICO EN
ESTADO CRÍTICO

PRESENTA

DRA.MAYRA CHÁVEZ RIOS

ASESOR EXPERTO:

DR. JOSÉ FÉLIX URBINA HERNÁNDEZ, INTENSIVISTA PEDIÁTRA,
COORDINADOR DEL SERVICIO DE TERAPIA INTENSIVA DEL HNP.

ASESOR METODOLÓGICO:

DRA. ELIZABETH RUIZ GUTIÉRREZ, MAESTRA EN CIENCIAS MÉDICAS E
INVESTIGACIÓN CLÍNICA. ADSCRITA AL SERVICIO DE INVESTIGACIÓN Y
ENSEÑANZA DEL HNP.

Contenido

Introducción	4
Antecedentes	6
Justificación	17
Planteamiento del problema	18
Objetivos	19
Material y métodos	20
Resultados	21
Conclusiones	35
Bibliografía	37
Anexos	41

Experiencia en el uso de ventilación de alta frecuencia oscilatoria en el servicio de terapia intensiva del Hospital Para el Niño Poblano en el periodo comprendido de junio 2007 a junio 2010.

Introducción.

La ventilación mecánica (VM) nació con las Unidades de Terapia Intensiva Pediátricas (UTIP) y se ha desarrollado junto con ellas. En un inicio con aparatos elementales que exigían grandes esfuerzos y dedicación para su manejo, actualmente, la tecnología los ha transformado en seguros y confiables, haciendo su aplicación más segura (1).

El objetivo de la VM es suplir la función ventilatoria del pulmón cuando esta se ve disminuida, reemplazarla cuando se quiere ahorrar energía al paciente o aportarle seguridad y hacerla confiable

El síndrome de distress respiratorio agudo (ARDS) y las bronconeumonías (BRN) son las enfermedades pulmonares agudas que más daño causan al pulmón. Hasta hace poco, en el uso de la ventilación mecánica convencional (VMC) se utilizaban presiones y volúmenes elevados, llegando a ser supra fisiológicos (2). Se ha demostrado que gran parte del daño pulmonar con que fallecen los pacientes con ARDS y BRN graves, sometidos a VM, es producto del mismo ventilador; igualmente se ha podido demostrar que el factor más importante es el volumen o presión inspiratoria máxima, pues si es elevado puede causar rotura alveolar y escape de aire hacia el intersticio pulmonar y a la cavidad pleural. Un daño similar ocurre en la circulación sanguínea y linfática, infiltrando los alveolos e intersticio, lo que altera el intercambio gaseoso y la distensibilidad pulmonar (3).

La lesión pulmonar aguda (ALI) y el síndrome de distress respiratorio agudo son patologías que ponen al paciente en riesgo de muerte y que afectan frecuentemente a los pacientes de las salas de terapia intensiva. Son las enfermedades pulmonares agudas que más daño causan al pulmón y tienen una alta mortalidad cuando llegan a necesitar VM. Los criterios establecidos para considerarse ALI y ARDS fueron establecidos en 1994 por el North American – European Consensus Conference (AECC) (4). Se considerará ALI: al comienzo agudo de lesión pulmonar con presencia de infiltrado bilateral difuso observado en radiografía (Rx) de tórax. Con un índice de kirby el cual es el resultado de dividir la presión arterial de oxígeno entre la fracción inspirada de oxígeno (PaO_2/fiO_2) menor de 300 mmHg, con una presión arterial pulmonar 19 mmHg, sin evidencia de insuficiencia cardiaca congestiva o falla cardiaca. La alteración histológica que corresponde a la enfermedad clínica de lesión pulmonar aguda es el denominado daño alveolar difuso (DAD), que fue descrito por Katzenstein en 1976, y cuyos criterios se mantienen en uso (5).

Se considera ARDS una forma de presentación más severa que la lesión pulmonar aguda, con Kirby < 200 mmHg (6).

Han pasado cuatro décadas desde que el síndrome de distress respiratorio agudo fue descrito por primera vez (7).

Se asocian diferentes factores de riesgo pulmonar y no pulmonar. Se refiere un rango de mortalidad (3) que va de 26 a 74%, con la mayoría de las muertes atribuidas a condiciones asociadas tales como sepsis, falla orgánica múltiple más

que a la hipoxemia por sí misma. Cabe mencionar que muchos de los sobrevivientes a ARDS quedan con secuelas físicas, neurocognitivas, y/o emocionales.

Ambas, ALI y ARDS son patologías comunes, con una incidencia anual estimada de 20 a 50 y de 15 a 30 casos por 100 000 personas respectivamente. No hay terapia farmacológica para la prevención ni tratamiento de las mismas. Se han usado otras medidas tales como restricción hídrica, posición prona, corticosteroides y óxido nítrico inhalado. Más sin embargo, ninguno de los anteriores ha mostrado ser determinante en la mejoría (3,6).

Antecedentes.

Desde finales de los ochenta Dreyfuss y sus colaboradores (8) basándose en estudios experimentales, plantean la posibilidad de que el empleo de alto volumen corriente puede incrementar la lesión pulmonar.

Esto llevo al uso de técnicas ventilatorias cuya finalidad era la protección pulmonar las cuales consisten en manejar volúmenes tidales o presiones inspiratorias bajas, con presión espiratoria al final de la espiración (PEEP) alto y $\text{fio}_2 < 0 = 60\%$ para evitar daños por hiperoxia, permitiendo también entre las medidas de protección pulmonar la hipercapnia permisiva (PCO_2 70 mmHg) con un pH no menor de 7.25 para evitar los efectos deletéreos de la acidosis respiratoria. Así mismo, para mejorar la oxemia, se ha hecho uso de la posición prona recomendada desde 1974 (9). Entre las consecuencias de la ventilación de protección pulmonar incluye

la mala oxigenación la cual consiste en un par de días con oxemias bajas, las cuales posteriormente se recuperan y aparentemente incrementan. La presión óptima, duración y frecuencia de maniobras de reclutamiento no han sido definidos (10). Debemos observar que el uso de las mismas también requiere una adecuada evaluación ya que se puede acompañar de complicaciones como desaturación transitoria, hipotensión, barotrauma, arritmias y translocación bacteriana.

Hay estrategias ventilatorias y terapias conjuntas las cuales han mostrado beneficio fisiológico a corto plazo, de las cuales aún no se tiene evidencia consistente respecto a ventajas en relación a sobrevida en grandes estudios aleatorios; por lo que decidir el rol exacto del manejo con dichas terapias es difícil.

Los avances tecnológicos y el control computarizado de los ventiladores mecánicos han hecho posible el uso de nuevas modas de asistencia ventilatoria. Se ha llamado a estas innovaciones como “modas alternativas” de ventilación para diferenciarlas de la ventilación convencional en sus dos variantes: volumen control y presión control.

Las modas alternativas de ventilación (11) fueron desarrolladas para prevenir lesión pulmonar y asincronia, promover mejor oxigenación así como disminuir los días de ventilación mecánica.

Se ha llegado a técnicas ventilatorias y terapias accesorias como la ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO), el uso de óxido nítrico (NO) en los gases inspirados, el agregado de surfactante artificial, la ventilación líquida y la

oxigenación extracorpórea (ECMO). De todas ellas, la que ha tenido mayor aceptación es la ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO), con o sin la asociación de NO, ya es una alternativa eficaz, poco invasiva constituyendo una herramienta asequible, menos compleja y más económica que otras técnicas (12)

Ventilación de Alta Frecuencia Oscilatoria (VAFO).

La VAFO fue descrita y patentada por primera vez en 1952 por Emerson y clínicamente aplicada en los primeros años de la década de los 70's por Lunkenheimer.

La meta de la VAFO es el de minimizar la lesión pulmonar. Útil en síndrome de distress respiratorio agudo (ARDS). La Food and Drug Administration en estados unidos de Norteamérica aprobó su uso en neonatos en 1991 y en población pediátrica en 1995. El modelo para adultos (11) estuvo disponible desde 1993, sin embargo se aprobó su uso hasta 2001.

a) Concepto.

El concepto de VAFO (13) es una forma de ventilación con presión controlada, intermitente mandatoria, lo cual quiere decir que los ciclos respiratorios son controlados totalmente por el ventilador. En contraste con la VMC controlada en moda presión o volumen control intermitente mandatoria en la cual las respiraciones espontáneas se superponen en los ciclos respiratorios obligatorios, en la VAFO, se superponen pequeños ciclos respiratorios programados sobre las respiraciones espontáneas.

La VAFO a diferencia de otras modalidades de ventilación trata de “abrir el pulmón y mantenerlo abierto” utilizando para ello pequeños volúmenes corrientes (1-2ml/kg en comparación con los 8-15ml/kg) utilizados en la VMC a frecuencias supra fisiológicas (240-900 resp/min (4-15hz) frente a las 15-30 resp /min utilizadas en la VMC) (12,13).

Se desconoce el modo exacto por el que se produce el intercambio gaseoso durante la VAFO. Se sabe, que intervienen diferentes mecanismos como ventilación alveolar directa, difusión molecular, dispersión, el perfil de velocidad asimétrica o el efecto “Pendelluft” entre otros (13).

b) Descripción de la técnica.

El aparato de VAFO requiere 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 que mantenga la presión a lo largo de todo el ciclo respiratorio.

El aparato genera ondas oscilatorias de presión que son de alta amplitud a nivel proximal pero que disminuyen por las fuerzas de resistencia del circuito y las fuerzas conductivas de la vía aérea, llegando al alveolo ondas de presión de baja amplitud (menores del 10% de la amplitud producida a nivel proximal).

El volumen minuto continúa siendo eficaz a la utilización de frecuencias respiratorias altas, y la existencia de un sistema de espiración activa permite la

eliminación eficaz de dióxido de carbono (CO_2) y disminuye el riesgo de atrapamiento de aire.

Se dispone de diferentes dispositivos (14) como son los inyectores de aire (jet) y los osciladores de alta frecuencia que utilizan flujos oblicuos de aire.

En la VAFO, la oxigenación y la ventilación pueden ser manejadas de modo prácticamente independiente : la oxigenación mediante la regulación de la presión media (PM) y la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) y la ventilación a través de la amplitud de la onda (ΔP), la frecuencia o Hertz (Hz) y la relación inspiración/expiración (% inspiración) (15).

Como ya comentamos, con este sistema se logra efectuar la ventilación alveolar, a pesar de que el volumen corriente (VC) es menor que el espacio muerto anatómico, lo que resulta muy útil para prevenir el daño pulmonar inducido por la ventilación, pues en la ventilación tradicional, la presión de las vías aéreas, del tubo endotraqueal y de la región alveolar son similares; con el aparato de alta frecuencia pueden ocurrir grandes variaciones de presión en las vías aéreas, pero en la región alveolar estas variaciones son muy pequeñas.

La ventilación tradicional puede llevar el pulmón a algún punto entre la región de colapso-apertura y la de sobre distensión, y eventualmente puede salirse de esa zona en ambos sentidos; la alta frecuencia, en cambio, permite situar el pulmón justo a medio camino entre ambos puntos; por eso, muchos la consideran como la mejor estrategia de protección pulmonar, al menos en forma conceptual (17).

c) Indicaciones para uso de VAFO

Múltiples han sido las investigaciones realizadas donde se aplica la ventilación oscilatoria de alta frecuencia, el primer estudio fue realizado en el año 1997 por Fort P (18) y se trató de un estudio piloto el cual observó una mejora del índice de oxigenación en los pacientes tratados, así como una mayor sobrevida en los cuales se aplicó de forma precoz este modo de ventilación. En el año 2002 se realizó la primera investigación donde se comparó el uso de la VAFO con la ventilación mecánica convencional la cual fue realizada por Derdak y col (19) que demostró menos complicaciones y mortalidad con el uso de la ventilación oscilatoria de alta frecuencia.

Se ha reservado este tipo de ventilación para pacientes con ARDS para los cuales la ventilación convencional ha fallado. Un protocolo reciente (10) sugiere considerar uso de VAFO cuando la oxigenación depende del uso de $FiO_2 > 0.7$, PEEP $> o$ igual a 14, o con datos de falla ventilatoria con $pH < 7.25$ con volumen tidal mayor o igual a 6 ml/kg con presiones plateau $> o$ igual a 30 cm H₂O.

Varios estudios retrospectivos de serie de casos, han descrito una mejor oxigenación con el uso de VAFO como terapia de rescate en casos de ARDS en comparación con la ventilación convencional (20). Dos estudios controlados en los que se estudió el uso de VAFO contra ventilación mecánica convencional de manera temprana en casos de ARDS severo, mostro ser más segura, sin embargo, no hubo diferencia en términos de mortalidad. La supervivencia global fue de 64% en pacientes en los cuales adecuada oxigenación y, o ventilación no podían alcanzarse con ventilación convencional. Se observaron diferencias

importantes en la evolución dependiendo de la causa de insuficiencia respiratoria, indicando que los diferentes procesos infecciosos conllevan diferentes pronósticos y resultados. En pacientes con enfermedad alveolar difusa el resultado de supervivencia fue de 56% y 88% en pacientes con bronquiolitis (10).

El índice de oxigenación (IO) fue significativamente más alto en patologías alveolares mientras que la presión arterial de dióxido de carbono (PaCO_2) fue más alta en afecciones de vía aérea pequeña previas al inicio de VAFO (2). La mayoría de terapias de rescate son aplicadas en pacientes con patología alveolar. Se ha sugerido que un IO > de 13 puede tomarse como indicación para iniciar VAFO. Al revisar varios estudios, actualmente el índice de oxigenación usado al momento de la transición de ventilación convencional a alta frecuencia se han encontrado rangos amplios de variaciones que van desde 10 a 45.9. Un estudio grande realizado entre 14 centros hospitalarios incluyendo 232 pacientes pediátricos, también reveló una media de 27.1 antes del uso de alta frecuencia (2). Varios estudios han hecho énfasis en el uso del índice de oxigenación al momento del cambio de ventilación como predictor de evolución y mortalidad (21).

Contamos para el uso de VAFO con indicaciones electivas o de rescate (15, 16). Sin embargo, como hemos podido observar, no existen evidencias de que la aplicación de la VAFO de manera electiva tenga ventajas sobre la VMC. Su papel actual es de rescate, ante el fracaso de la ventilación mecánica convencional optimizada. Consideraremos fracaso a la ventilación mecánica convencional en caso de requerir parámetros altos de ventilación presión inspiratoria máxima (PIM) mayor o igual a 30 cm H₂O, o un volumen de 9 a 10 lt/min, presión positiva al final

de la expiración (PEEP) igual o mayor de 10 cmH₂O, FiO₂ > 60 %, y frecuencia respiratoria en límites superiores de percentilas, con persistencia de datos sugestivos de mala ventilación reflejada por acidosis respiratoria la cual es el acúmulo de CO₂ por incapacidad pulmonar para el intercambio de gases, y/ o de mala oxigenación la cual se refleja con presencia de hipoxemia la cual es una disminución anormal de la presión parcial de oxígeno (PaO₂) en sangre arterial. Situación en la cual el aporte de oxígeno a las células no puede cubrir las demandas.

Los criterios para inicio de VAFO en nuestra UTIP son los siguientes:

1.- Insuficiencia respiratoria grave (ALI o ARDS) de cualquier etiología con un índice de oxigenación mayor o igual a 13.

2.- Acidosis respiratoria. Presencia de PaCO₂ mayor de 50 mmHg con pH < 7.25 que no revierta al manejo con VC.

3.- Síndrome de fuga aérea (SFA). Es el escape o fuga de aire a sitios donde normalmente no está presente (neumotórax, neumo mediastino, enfisema subcutáneo, neumo pericardio) secundario a disrupción de la integridad de la vía aérea.

Se realiza salida de VAFO (15,16) a ventilación convencional cuando se cuenta con parámetros bajos de ventilación.

1.- FiO₂ < 40%.

2.- Presión media < 15 cmH₂O

3.- Delta-P < 40 cmH₂O

a) Contraindicaciones para uso de VAFO

Son criterios de exclusión relativos (15), y deben ser aplicados de forma individualizada, valorándose riesgo/ beneficio.

- 1.-Existencia de resistencias en la vía aérea muy aumentadas.
- 2.-Presión intracraneal alta.
- 3.-Presión arterial media baja.
- 4.-Dependencia de flujo sanguíneo pulmonar pasivo.
- 5.-Plaquetopenia.

Concluyendo, el avance más importante al que se ha llegado con respecto a ALI y ARDS es el reconocer que la ventilación mecánica a pesar de ser indispensable para el manejo, potencialmente puede lesionar el pulmón a través de varios mecanismos; dada su heterogeneidad, teniendo áreas de atelectasia, consolidación, así como áreas con poca compliance y aquellas aparentemente normales. Entender esto, nos ha llevado al concepto de “baby lung” (Gattinoni y cols) (3) el cual sugiere que del total de volumen pulmonar, solo una pequeña parte está disponible para la ventilación. Por consecuencia, la ventilación mecánica puede resultar en barotrauma o volutrauma cuando las presiones o volúmenes destinados para todo el pulmón son forzados a una pequeña porción de pulmón. Adicionalmente las fuerzas o intervalos entre la apertura y cierre de alveolos resulta en ateletrauma. Estos dos mecanismos llevan a la liberación por el pulmón de citoquinas teniendo efectos sistémicos adversos, los cuales

contribuyen a la falla multiorganica (22). Este entendimiento de ALI, ARDS así como los daños asociados a ventilación y sus mecanismos, nos ha llevado a diseñar estrategias de ventilación mecánica para proteger el pulmón teniendo mejores resultados.

Sachin y colaboradores (23) realizaron una revisión sistemática y meta análisis del uso de VAFO publicada en 2010 en el British American Journal en pacientes con ARDS y ALI, el cual es el más grande y reciente, el cual refiere que se identificaron 2995 citaciones, en una base electrónica de datos bibliográficos: recuperaron 26 estudios para su evaluación detallada, de los cuales solo 8 estudios reunían todos los criterios para revisión. Los ocho estudios incluyeron un total de 431 pacientes, con una edad media de 41 años con ALI o ARDS. Solamente dos ensayos eran exclusivos de población pediátrica, uno realizado en 1994 por Arnold et al en la Unión Soviética y el otro realizado en Bangkok Thailandia en 2005 por Samransamrvaj y cols. Este estudio concluyo, que algunos centros usan VAFO de forma rutinaria como soporte para oxigenación en adultos y niños con ARDS a pesar de que no hay clara evidencia de que reduzca la mortalidad. En años previos, la revisión hecha por Cochrane (2004) encontró solo dos estudios aleatorizados y no se obtuvieron conclusiones definitivas con respecto a la eficacia. Lo que agrega este estudio al revisar 8 estudios aleatorizados controlados, encontró que los resultados combinados sugieren que la VAFO mejora la oxigenación y reduce el riesgo de falla terapéutica como hipoxemia refractaria, hipercapnia, hipotensión o barotrauma y disminuye la

mortalidad en los primeros 30 días comparada con la ventilación convencional en pacientes con ARDS.

Justificación.

A partir de junio de 2007 la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) del Hospital para el Niño Poblano (HNP) cuenta con dos ventiladores de alta frecuencia oscilatoria modelo SLE 5000, los cuales son utilizados en pacientes con las diversas patologías antes descritas, que cumplen criterios para iniciar con VAFO. Es importante explorar cual ha sido el impacto que se ha tenido con el uso de VAFO en estos pacientes

Al realizar este estudio podremos comparar nuestros resultados con los referidos en la literatura. Conoceremos la frecuencia con que se utiliza la VAFO en la UTIP, las patologías de base y las indicaciones más frecuentes para el inicio de la misma, determinando la sobrevida de la población en la que se usó VAFO.

Con todo ello, tendremos suficiente información que nos podría facilitar información para una mejor selección de los pacientes de acuerdo a respuesta observada con el uso de VAFO.

Planteamiento del problema.

El uso de ventilación de alta frecuencia oscilatoria, ha demostrado una disminución en el tiempo de intubación, menor lesión pulmonar secundaria a ventilación mecánica, y menor incidencia de barotrauma, siendo también el tratamiento ideal para síndrome de fuga aérea. Ha establecido su alta capacidad para la disminución de la hipercapnia en pacientes con acidosis de difícil manejo, así como el incremento en la oxigenación tisular comprobando con la medición del índice de kirby e índice de oxigenación cuando se ha fracasado con la ventilación convencional. Se ha limitado su uso a un máximo de cinco días, después de lo cual se considera fracaso a esta moda ventilatoria.

Es un modo de ventilación no convencional del cual se encuentran más referencias en la literatura en población neonatal y en adultos, de las cuales se ha traspolado la información para población pediátrica. El servicio de terapia intensiva del Hospital para el Niño Poblano cuenta con dos ventiladores de alta frecuencia oscilatoria SLE 5000 desde junio de 2007.

Desconocemos el resultado que ha tenido el uso de VAFO, en nuestras diferentes poblaciones de pacientes en edad pediátrica.

¿Cuál ha sido el resultado del uso de VAFO en la población pediátrica atendida en la UTIP del HNP?

Objetivos.

Objetivo general.

Describir las características de los pacientes así como la evolución clínica de los mismos con el uso de VAFO en el servicio de terapia intensiva pediátrica en pacientes de 1 mes de vida a 18 años durante el periodo de junio 2007 a junio 2010.

Objetivos específicos.

- 1.- Conocer con qué frecuencia se utiliza la VAFO en la UTIP.
- 2.- Identificar las variables epidemiológicas de los pacientes sometidos a VAFO como edad, género, estado nutricional, patología de base así como criterios usados para inicio de la misma.
- 3.- Determinar la duración de la modalidad VAFO en los pacientes sometidos a la misma.
- 4.- Conocer la sobrevida de la población en la que se usó VAFO.

Material y métodos

Diseño del estudio.- Serie de casos.

Características del estudio.- Retrospectivo, homodémico, unicéntrico, descriptivo, observacional, transversal.

Universo.- Expedientes de pacientes de 1 mes de vida a 18 años de edad que ingresan a la unidad de cuidados intensivos pediátricos del hospital para el niño poblano que se sometieron a VAFO de junio 2007 a junio 2010.

Criterios de inclusión.

1.- Expedientes de pacientes de 1 mes de vida a 18 años de edad que fueron sometidos a VAFO.

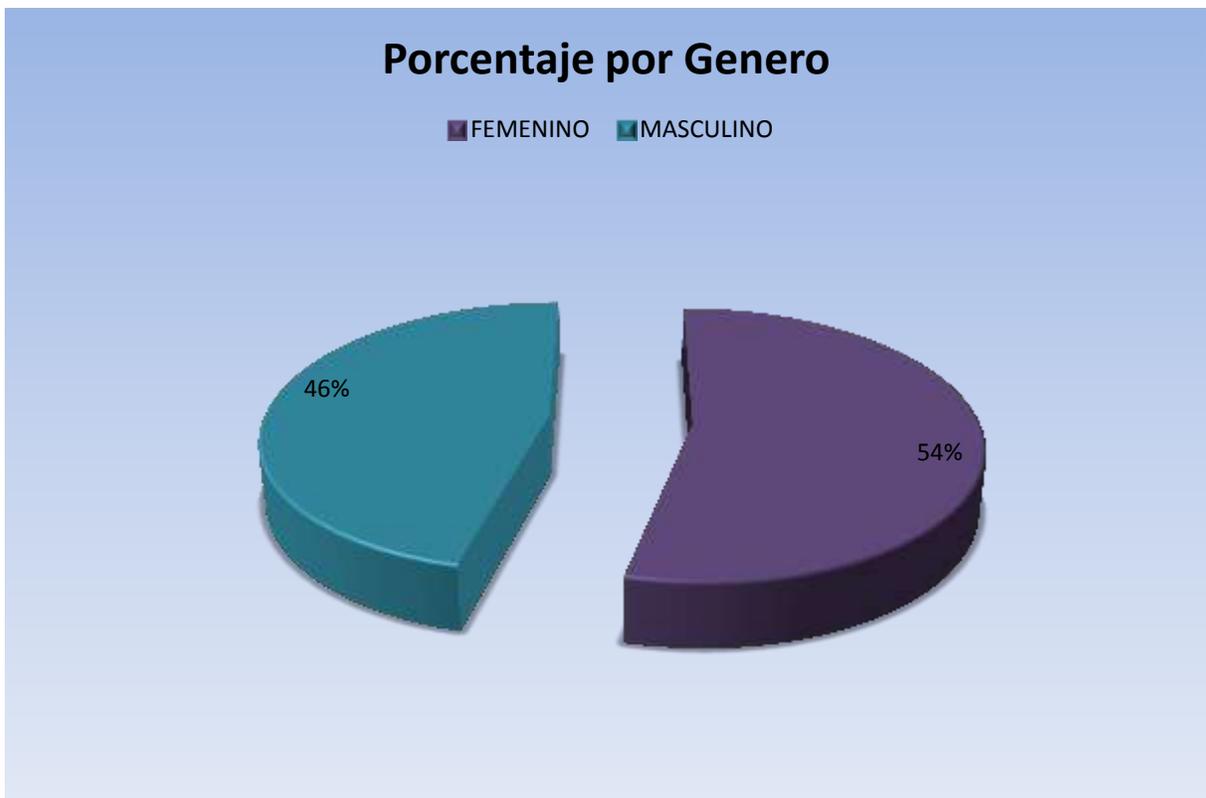
Criterios de exclusión.- No proceden.

Resultados.

Durante el periodo comprendido entre junio del 2007 a junio del 2010 un total de 686 pacientes ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital para el Niño Poblano.

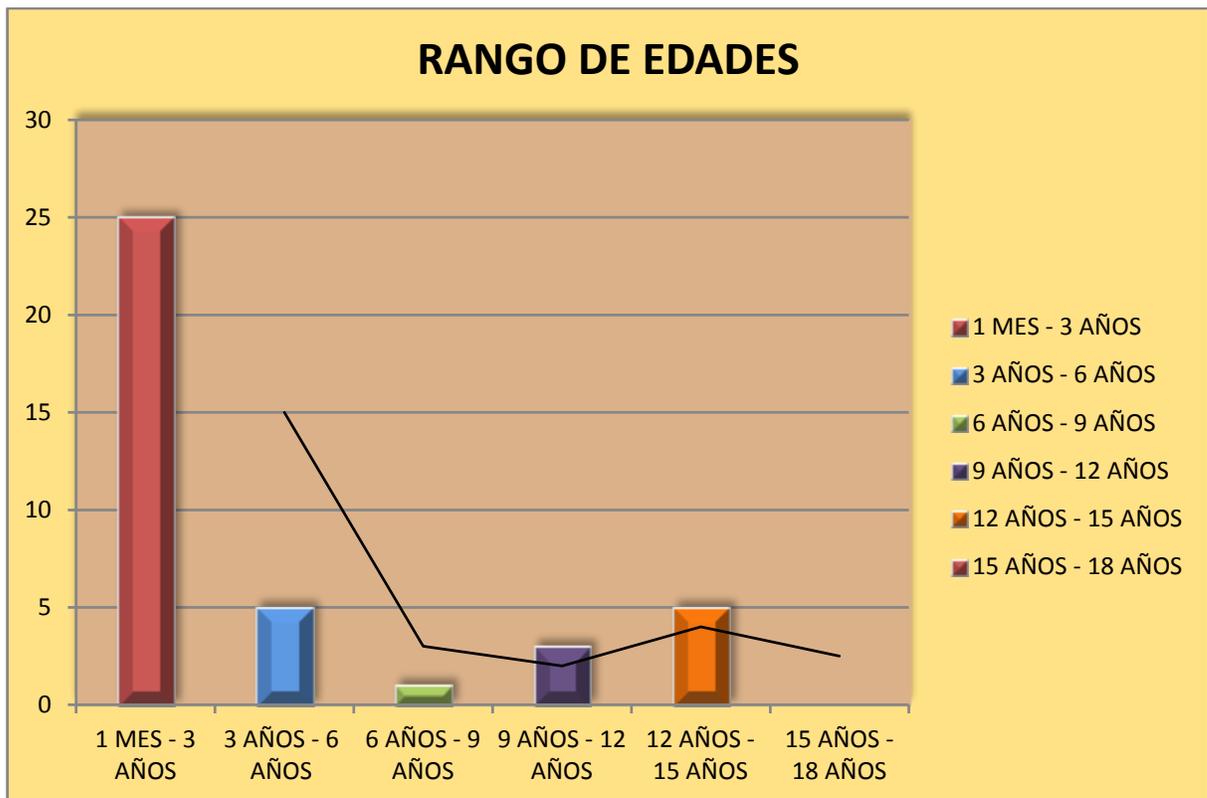
De estos 686 pacientes 39 pacientes (5.68 %) requirieron el uso de ventilación de alta frecuencia oscilatoria.

De estos 39 pacientes, 21 (54 %) correspondieron al sexo femenino y 18 pacientes (46 %) al sexo masculino.



El rango de edad de los pacientes fue de 1 mes a 18 años de edad con un promedio de 3 años 9 meses (47.2 meses).

El mayor número de pacientes se localizó en el grupo de un mes a 3 años de edad, con 25 pacientes, y en el grupo de 15 a 18 años no tuvimos ningún paciente.



Las patologías por las que estos pacientes ingresaron a la UTIP se resumen en el cuadro I.

Cuadro I

Patología pulmonar 17	Neumonía 15	Bronquiolitis 1	Broncodisplasia pulmonar 1			
Cardiopatía congénita 4	Asociada a proceso neumónico 2	Cardiopatía congénita compleja 2				
Patología Renal 5	Insuficiencia renal crónica terminal 5					
Hemato oncológico 6	LLA L1 2	LMA M2 1	Síndrome Hemofagocítico 2	Tumor de Wilms 1		
Otros 7	Quemadura facial y de vía aérea 1	PO LAPE 1	Neuroinfección 1	Neumotórax 1	Choque distributivo 1	Lupus eritematoso sistémico 2

En 38 casos (97.4%), se inició apoyo ventilatorio con ventilación convencional previo a iniciar ventilación de alta frecuencia. Solo un paciente entro directo a ventilación de alta frecuencia.

La indicación para el inicio de ventilación de alta frecuencia en 38 casos (97.4%) fue la presencia de ARDS y en un caso la indicación fue la presencia de síndrome de fuga aérea (neumotórax).

De los 39 pacientes con ARDS 19 pacientes tenían acidosis respiratoria con paCO₂ mayor a 50 mmHg refractaria a manejo con ventilación convencional.

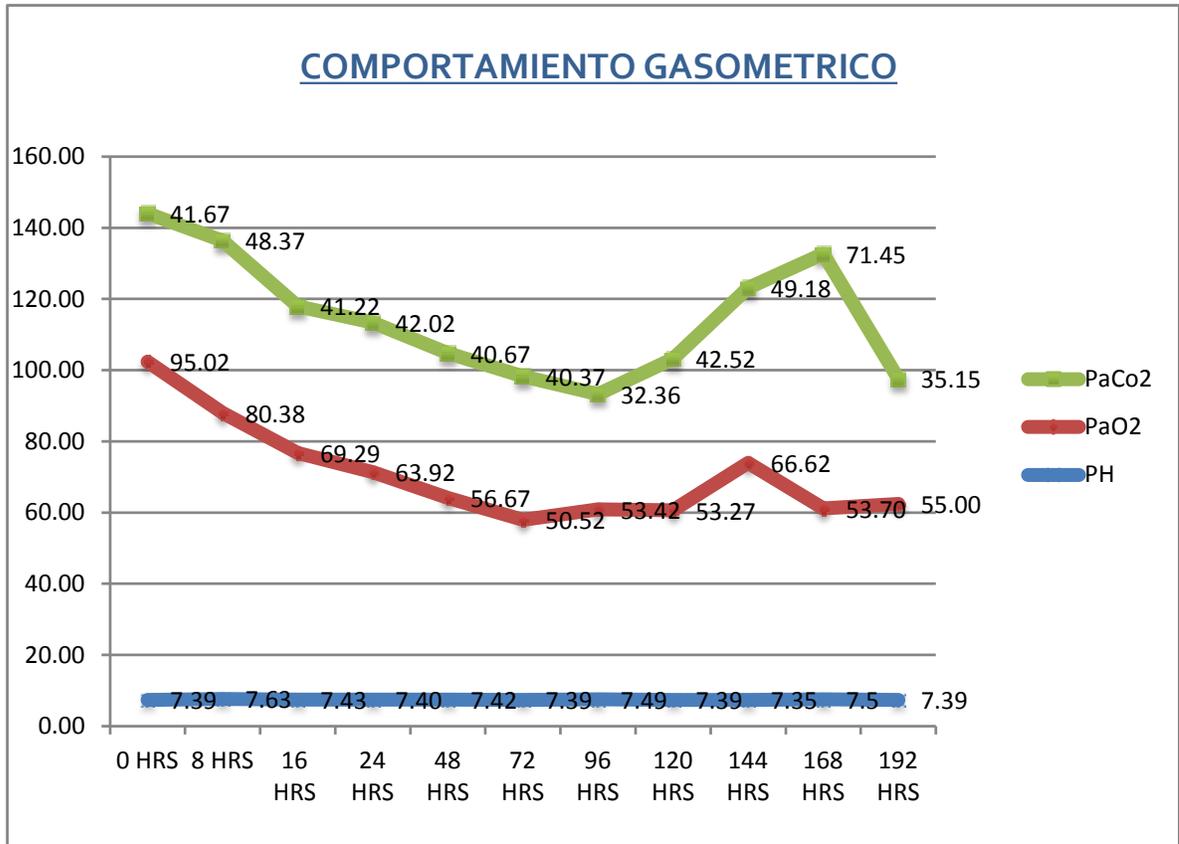
Teniendo la PaCO₂ un rango de (50-189 mmHg) con un promedio de 86.7 mmHg.

El 100% de los pacientes cursaban con hipoxemia, con índices de kirby en un rango de (22.1 – 174) con un promedio de 75.5.

Los pacientes requirieron permanecer en ventilación de alta frecuencia por un promedio de 73.9 hrs con un rango de (6 – 372 hrs).

Durante el tiempo que los pacientes estuvieron en ventilación de alta frecuencia, se observaron los siguientes resultados. Ver grafica 1 y grafica 2.

Grafica 1



En la gráfica comparativa del comportamiento PaCO₂, PaO₂ y pH observamos que la PaCO₂ disminuye de forma progresiva desde las cero horas de vafo, iniciando con un promedio de PaCO₂ de 41.6 mmHg, obteniéndose el pico más bajo a las 96 hrs con PaCO₂ 32.3 posterior al cual se observa una elevación progresiva y rápida, llegando a un pico máximo a las 168 hrs con PaCO₂ de 71.45 posterior al cual volvemos a observar un descenso rápido, llegando a 35.15 mmHg a las 192 hrs.

La curva que refleja el comportamiento de la PaO₂ muestra un descenso progresivo de la misma, iniciando con un valor de 95 mmHg obteniendo el pico

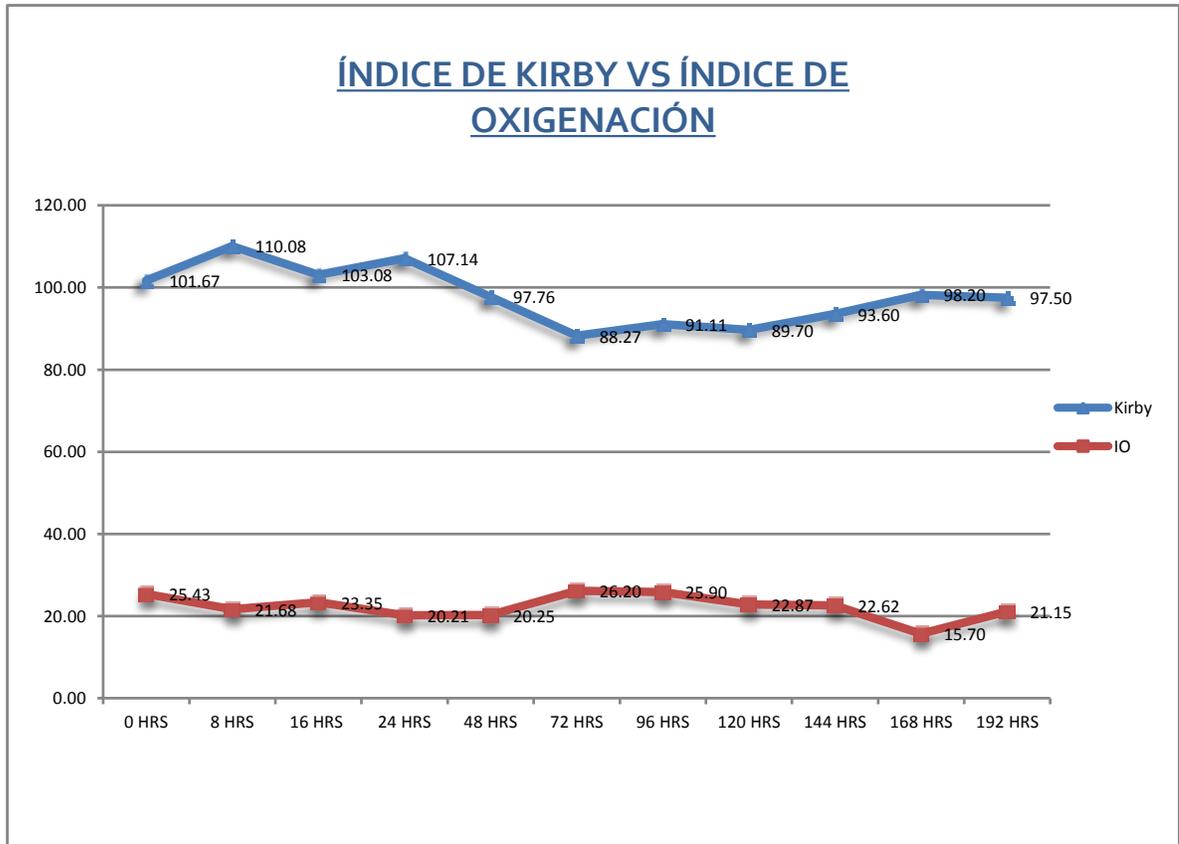
más bajo a las 72 hrs con PaO₂ de 50.5, después del cual inicia un aumento de la misma, teniendo su pico más alto a las 144 hrs con una PaO₂ de 66.6 posterior al cual muestra nuevamente un descenso.

La curva del pH se mantuvo constante en un rango de (7.35-7.63) con un promedio de 7.43.

El comportamiento de las gráficas es influido por el tiempo total de ventilación de alta frecuencia. Ya que los mejores valores de los gases arteriales se encontraron en los pacientes que pudieron ser retirados de la ventilación de alta frecuencia en las primeras 72 horas.

El ascenso de las curvas posterior a las 72 horas fue ocasionado por el mayor daño pulmonar en los pacientes que requirieron más tiempo de ventilación.

Grafica 2



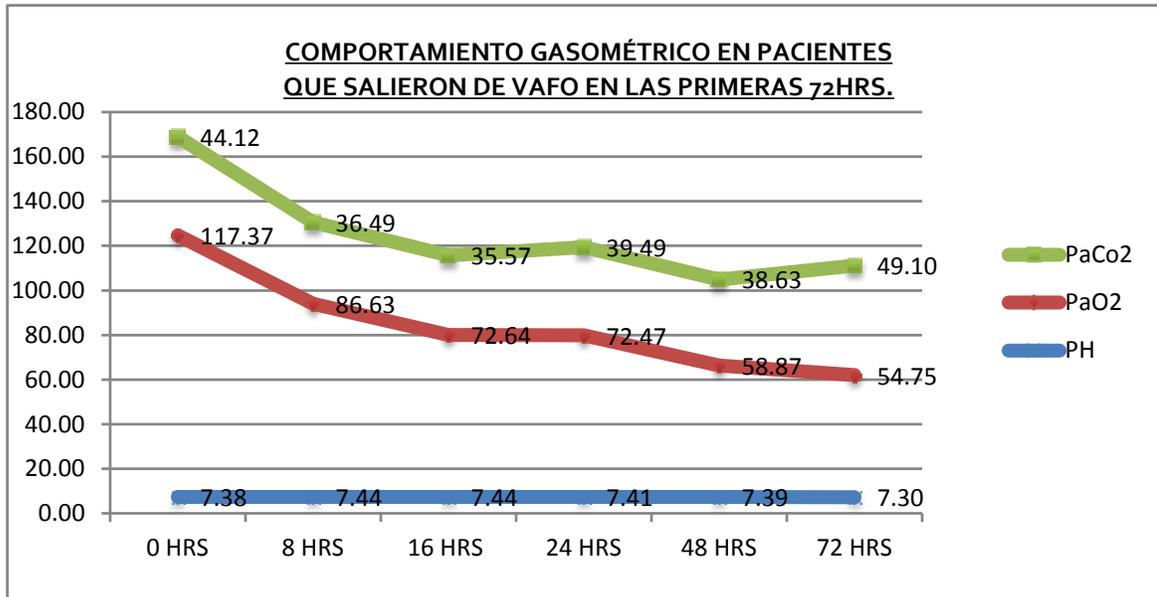
La gráfica 2 que compara el índice de oxigenación con el índice de Kirby, muestra una disminución lenta y progresiva del índice de oxigenación las primeras 48 horas, incrementándose a las 72 hrs alcanzando su pico más alto 26.2 posterior al cual nuevamente disminuye, obteniéndose el índice de oxigenación más bajo a las 168 hrs con un valor de 15.7 con un promedio de 22.2.

Observamos que el índice de kirby , muestra un ascenso en las primeras 8 horas, sin embargo, desciende a las 16 hrs y vuelve a ascender a las 24 hrs después de este ascenso, desciende de forma progresiva , teniendo su pico más bajo a las 72 hrs con un valor de 88.2, posterior al cual inicia un ascenso lento y progresivo , sin embargo, llegando a un valor máximo de 98.2 a las 168 hrs, siendo este un valor inferior al del kirby de las cero horas el cual fue de 101.6.

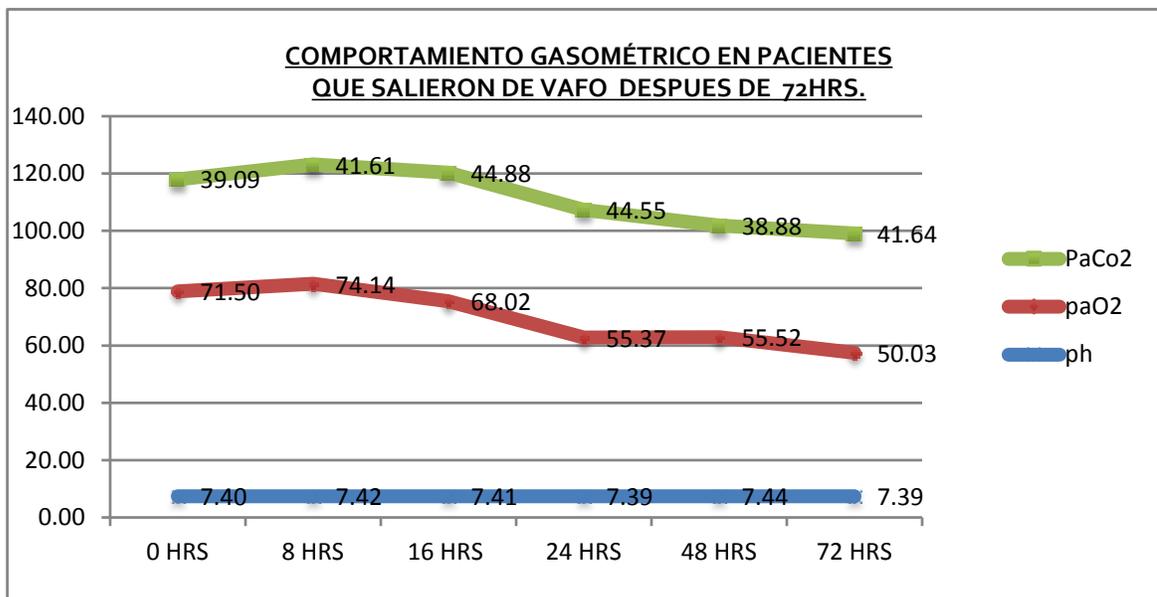
Coincidiendo a las 72 hrs el kirby más bajo de 88.2 con el índice de oxigenación más alto de 26.2.

El descenso que se observa en la curva que grafica el Índice de Kirby también en las primeras horas, puede ser reflejo del uso de parámetros altos de ventilación con los que se inicia la ventilación de alta frecuencia como son el FiO₂ al 100%, así como presiones medias altas, con un promedio de PM 19.3 a las 0 hrs con un rango de PM (7-33), teniendo a las 72 hrs un rango de PM (8-28) con una media de 18.

Grafica 3

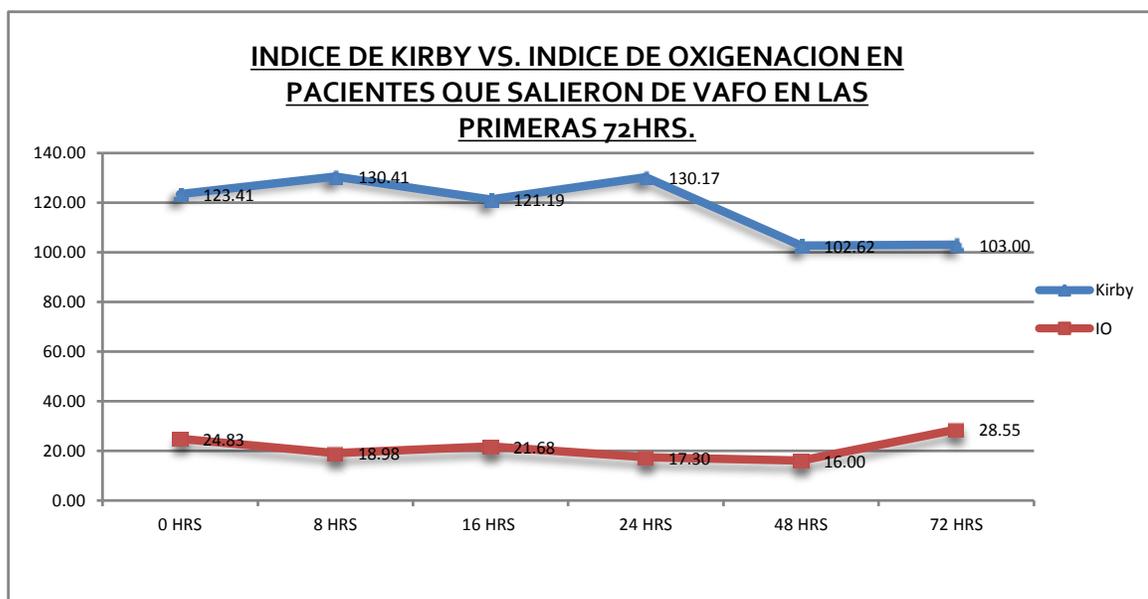


Grafica 4

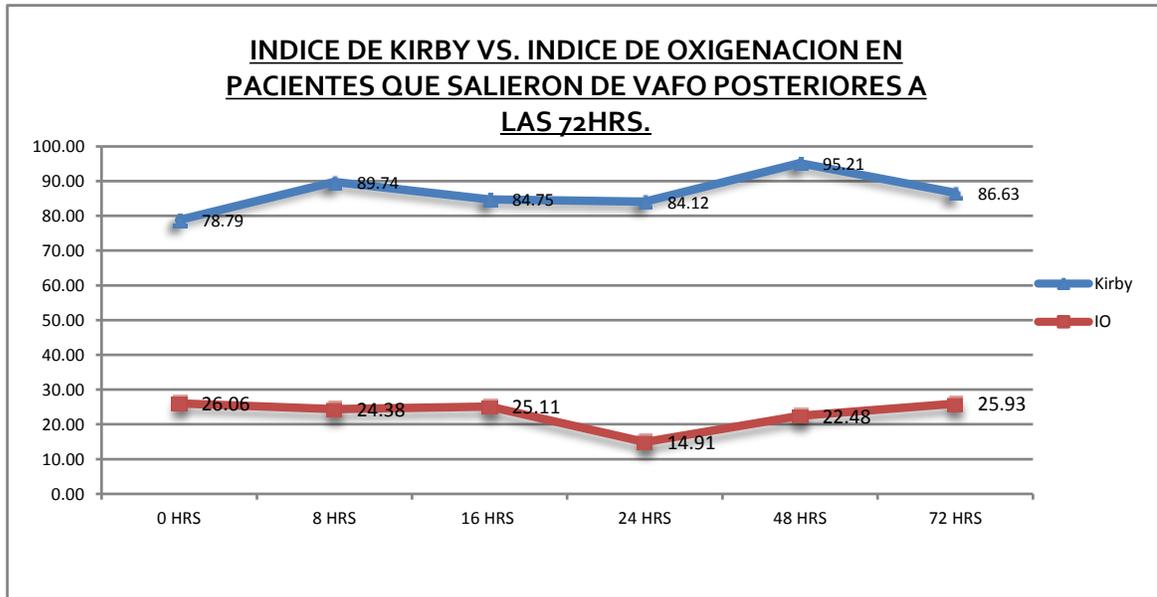


El comportamiento gasométrico al comparar los pacientes que pudieron salir de VAFO las primeras 72 hrs (grafica 3) a pesar de que no tienen una diferencia significativa con el grupo que requirió más de 72 horas en VAFO (grafica 4) muestra un descenso más rápido en la PaCO₂ siendo los cambios más importantes tanto de pH , PaCO₂ y PO₂ a las 48 horas de VAFO . Una vez que se descendieron los parámetros de ventilación estos se modificaron en especial la PaCO₂ pero sin tener una diferencia significativa entre ambos grupos.

Grafica 5



Grafica 6



Al comparar el índice de Kirby con el índice de oxigenación en los pacientes que salieron de VAFO en las primeras 72 horas (grafica 5) con los que requirieron mayor tiempo de VAFO (grafica 6), se observa mejoría en el índice de kirby a pesar de no haber diferencia significativa en el índice de oxigenación.

Fueron 13 pacientes (33.3%) que salieron de ventilación de alta frecuencia por defunción y 26 pacientes (66.6%) por mejoría. Las causas de defunción en este grupo fueron: choque cardiogénico en 4 casos, choque distributivo en 7 casos y 2 casos de falla orgánica múltiple.



De los 26 pacientes que salieron de ventilación de alta frecuencia por mejoría, el 100% requirió salir a ventilación convencional.

Del total de pacientes en ventilación convencional posterior a VAFO, 6 pacientes (23%) salieron de ventilación convencional por defunción, 17 pacientes (65.3%) por mejoría, 2 pacientes (7.6%) requirieron regresar a vafo y en otro caso (3.8%) se desconoce motivo de extubación por traslado a IMSS.

En el caso de los 6 pacientes que salieron de ventilación convencional por defunción, las causas en este grupo fueron: choque cardiogénico, 2 , choque distributivo 2 , sepsis severa 1 y falla orgánica múltiple 1.

Teniendo un total de 19 defunciones 49%.



Observamos que la mortalidad durante la ventilación de alta frecuencia fue baja, de 33% y tomando en cuenta las defunciones en ventilación convencional posterior al periodo de ventilación de alta frecuencia, la mortalidad se incrementa a 49%.

Los casos de defunción fueron secundarios a complicaciones de la patología de base, no por falla de la ventilación de alta frecuencia.

Asimismo, se tomó en cuenta el estado de nutrición de los pacientes dividiéndola en dos grupos, siendo estos el de bajo riesgo y el de alto riesgo. En total, hubo 17 pacientes con estado nutricional de alto riesgo, de los cuales 9 fallecieron (53%).

De los pacientes con estado nutricional de bajo riesgo, 10 pacientes (45.4%) de 22 fallecieron. Lo cual refleja que el estado nutricional si influye en la morbimortalidad de estos pacientes.

La mortalidad de acuerdo a patología de base se muestra en cuadro 2.

Cuadro 2.

Patología pulmonar 17	8 defunciones (47%)
Cardiopatía congénita 4	3 defunciones (75%)
Patología Renal 5	2 defunciones (40%)
Hemato oncológico 6	4 defunciones (66.6%)
Otros 7	2 defunciones (28.5%)

La mortalidad más alta la tuvimos en los pacientes cardiopatas con un 75% seguida por el grupo con padecimientos hemato oncológicos con 66.6% siendo el grupo con menor mortalidad en el que se agruparon diferentes padecimientos y el cual aparece en el cuadro como otros, con 28.5% de mortalidad.

Conclusiones.

La ventilación de alta frecuencia se ha convertido en una buena opción en pacientes con ARDS que cursan con acidosis respiratoria e hipoxemia refractarias al manejo con ventilación convencional.

El paciente que requirió menor número de horas de ventilación de alta frecuencia fue de 6 horas, y el que requirió mayor número de horas fue de 372 hrs, con una media de 73.9 hrs.

El 53% de los pacientes salieron de ventilación de alta frecuencia antes de las 72 horas y a las 120 horas 33 (84.6%) de los pacientes ya habían abandonado la ventilación de alta frecuencia. Lo cual vemos reflejado en las gráficas que comparan el índice de oxigenación y kirby donde vemos que a las 72 hrs se alcanzó el kirby más alto con el índice de oxigenación más bajo, permitiendo el cambio de moda ventilatoria de estos pacientes.

En relación a la supervivencia, la literatura internacional menciona, se observa una supervivencia global del 64% (10). En nuestro estudio, tuvimos una supervivencia del 67% al momento de salida de VAFO. Si consideramos la evolución hasta la salida de ventilación convencional, nuestra supervivencia se reduce a 51%. Sin embargo, cabe mencionar, que la mortalidad fue en todos los casos secundaria a complicaciones de la patología de base, no considerándose secundarias a falla en la ventilación mecánica.

Las patologías de base con menor porcentaje de supervivencia fueron en primer lugar las cardiopatías congénitas con 25% seguidas de las hemato oncológicas con 33.4%.

Otro factor que debemos tener en cuenta es el estado nutricional, ya que pudimos observar que los pacientes clasificados como de alto riesgo, tuvieron mayor mortalidad que los de bajo riesgo, 53% y 45 % respectivamente.

Varios estudios han hecho énfasis en el uso del índice de oxigenación al momento del cambio de ventilación convencional a ventilación de alta frecuencia como predictor de evolución y mortalidad (21). En nuestro estudio, el índice de oxigenación de los pacientes previo al inicio de VAFO si influyó en la evolución, ya que los pacientes que salieron de VAFO por defunción entraron con un IO con un rango de (15.2 - 35.7) con una media de 21.2, mientras que los pacientes que salieron de vafo por mejoría, entraron con un IO con un rango de (3.2 – 42) con una media de 15.7. Por lo cual podríamos considerarlo como un factor pronóstico de mortalidad.

La ventilación de alta frecuencia es una buena opción en los pacientes con daño pulmonar severo en los cuales no se obtiene mejoría con la ventilación convencional, se acorta el tiempo de ventilación, y disminuye el riesgo de barotrauma, que es más frecuente con el uso de la ventilación convencional.

Bibliografía

- 1.- Cerda S M. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria, un avance en terapia intensiva infantil. Rev. Chil.Pediatr.1999; 70 (3) (Doi:10.4067/S0370-41061999000300002)
- 2.- Yam F , Wijftels s, Van der Vaart k , Twisk . High frequency oscillatory ventilation in children:a single center experience of 53 cases. Critical Care 2005,9 : R274-79 (Doi:10.1186/cc3520)
- 3.- Fan E, Needham DM, Stewart TE. Ventilatory management of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome JAMA 2005; 294 (22): 2889-96 (Doi:10.1001/jama.294.22.2889)
- 4.- Miller MP, Mayer S. Pressure characteristics of mechanical ventilation and incidencie of pneumothorax before and after de implementation of protective lung strategies in the management of pediatric patients with severe ARDS. CHEST 2008; 134:969-973
- 5.- Ware LB. Prognostic determinants of acute respiratory distress syndrome in adults: impact on clinical trial design. J Respir Crit Care Med 2005; 33:S217-22

- 6.- Wunsch H, Mapstone J. High Frequency ventilation versus conventional ventilation for the treatment of acute lung injury an acute respiratory distress syndrome: a systematic review and Cochrane analysis. *Anesth Analg* 2005;100:1765-72
- 7.- Adhikari NKJ. Effect of nitric oxide on oxygenation and mortality in acute lung injury: systematic review and meta-analysis *BMJ* 2007;23(3) (Doi:10.1136/bmj.39139.716794.55)
- 8.- Fernández – Mondejar E, Gordo V. Síndrome de distress respiratorio agudo Servicio de Cuidados Críticos y Urgencias. Hospital Universitario Virgen de las Nieves. *Granada Med Intensiva*. 2006; 30 (4): 149-50
- 9.- Sud S, Sud M. Effect of mechanical ventilation in the prone position on clinical outcomes in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 2008;(4): 1153-61
- 10.- Tingay D, Mills J, Morley C, Pellicano A, Derville P. The deflation limb of the pressure–volume relationship in Infants during high frequency ventilation. *Am J Respir Crit Care* 2006;173: 414 - 20
- 11- Mireles CE, Diaz-Guzman E. Alternative modes of mechanical ventilation : a review for the hospitalist. *Cleveland Clinic J Med* 2009;76(7):417-30
- 12.- Rodriguez J I, Ronco R. Ventilación de alta Frecuencia en niños con síndrome de dificultad respiratoria del “adulto”. *Rev Soc Bol Ped*.1999;38 (suplemento 1): S59-S63

- 13.- Chatburn RL. Classification of ventilator modes: update and proposal for implementation. *Respir Care* 2007; 52:301–323.
- 14.- Tartabull PK , Rodriguez-Lopez A, Nicolau PE, González Martínez F. High-frequency ventilation: a therapeutic option of adult respiratory distress syndrome [revistahm.sld.cu/Aliette /AMC/ .../ amc 190210.html](http://revistahm.sld.cu/Aliette/AMC/.../amc190210.html) (fecha consulta 25/06/10)
- 15.- Martiñon-Torres F, Ibarra-de la Rosa I, Fernández SM, García ME. Ventilación de alta frecuencia. <http://www.doyma.es> (fecha de consulta 13/07/06)
- 16.- Martiñon-Torres F, Rodríguez Nuñez A, Jaimovich DG, Steinhorn DM. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos, protocolo de aplicación y resultados preliminares. *An Esp Pediatr* 2000;53:305-13
- 17.- Bollen CW et al .High frequency oscillatory ventilation compared with conventional mechanical ventilation in adult respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *Critical Care* 2005;9:430-4396
- 18.- Fort P, Farmer C, Westerman J. High-frequency oscillatory ventilation for adult respiratory distress syndrome: a pilot study. *J Respir Crit Care Med* 1997; 25:937-947.
- 19.- Derdak S, et al. High-frequency oscillatory ventilation for acute respiratory distress syndrome in adults: a randomized controlled trial. *J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 801-808.

20.- Santacruz F, Díaz E. Update in ARDS management :Recent randomized controlled trials that changed our practice. Cleveland Clinic J Med 2006;73(3):217-36

21.- Trachsel D et al, Oxygenation Index predicts outcome in children with acute hypoxemic respiratory failure. Am J Respir Crit Care Med.2005;172(4):206-11

22.- Rimensberger C. UCI piedra angular: ventilación de alta frecuencia está aquí para quedarse. Critical Care 2003; 7 : 342-44 (doi: 10.1186/cc2327)

23.- Sud S, Sud M, O Friedrich J, O Meade M. High frequency oscillation in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome (ARDS):systematic review and meta analysis. BMJ 2010; 340:c2327 ;1-11 (doi 10.1136/bmj,c2327)

Tabla de variables (Anexo 1)

Variable	Unidad de medida	Tipo de variable	Nivel de medición										
Edad	Meses	Numérica	Continua										
Género	Femenino/masculino	Nominal	Dicotómica										
Edo.Nutricional	Bajo Riesgo/Alto riesgo	Nominal	Dicotómica										
Dx. de base	Patología que originó ingreso a UTIP	Nominal	Categórica										
Dx. de Inicio VAFO	ALI ARDS Acidosis respiratoria Síndrome de fuga aérea	Nominal	Categórica										
Duración de VC previa a VAFO	Horas	Numérica	Continua										
Duración de VAFO	Horas	Numérica	Continua										
Indice de Kirby	(PaO2 / FiO2)	Numérica	Continua										
Indice de Oxigenación	100 x PMVA/ (PaO2/FiO2)	Numérica	Continua										
PaCO2	MmHg	Numérica	Continua										
pH	Ph	Numérica	Continua										
Motivo de salida de VAFO	Mejoria/Defunción	Nominal	Dicotómica										
Duración de Ventilación convencional posterior a VAFO	Horas	Numérica	Continua										
Motivo de Extubación VC	Mejoria/Defunción	Nominal	Dicotómica										
Variables VAFO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Parametro</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Unidad</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DP</td> <td>Amplitud de onda, DP</td> </tr> <tr> <td>PM</td> <td>cm H2O</td> </tr> <tr> <td>FiO2</td> <td>Proporción(%)</td> </tr> <tr> <td>Hz</td> <td>Respiraciones /min(1hz=60rpm) van de 4 a 15 hz</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Parametro</i>	<i>Unidad</i>	DP	Amplitud de onda, DP	PM	cm H2O	FiO2	Proporción(%)	Hz	Respiraciones /min(1hz=60rpm) van de 4 a 15 hz	Numérica	Continua
<i>Parametro</i>	<i>Unidad</i>												
DP	Amplitud de onda, DP												
PM	cm H2O												
FiO2	Proporción(%)												
Hz	Respiraciones /min(1hz=60rpm) van de 4 a 15 hz												

Definición operacional de las variables

1.- Lesión pulmonar aguda (ALI).- que se definió como la presencia de hipoxia secundaria a lesión pulmonar, con Kirby < 300 (American-European Consensus Conference (AECC) en 1994)

2.- Síndrome de Distress Respiratorio agudo (ARDS).- se definió como hipoxia más severa que en el caso de ALI, secundaria a lesión pulmonar con Kirby < 200 (AECC 1994)

3.- Índice de Kirby.- Valora la oxigenación. Presión arterial de oxígeno entre la fracción inspirada de oxígeno (PaO_2 / FiO_2).

4.- Índice de oxigenación (IO).- $100 \times PMVA / (PaO_2 / FiO_2)$

5.- Hipoxemia.- Con un valor de PaO_2 de gasometría arterial < 60 mmHg y/o un valor < 40 mmHg en gasometría venosa

6.- Acidosis respiratoria.- Es el aumento de PCO_2 por arriba de 50 mmHg y con $ph < 7.25$ por la incapacidad pulmonar para el intercambio de gases (ventilación).

7.- Síndrome de fuga aérea.- pacientes con diagnóstico de neumotórax, neumomediastino, enfisema subcutáneo, neumopericardio.

8.- Estado nutricional de bajo riesgo.- incluye pacientes con peso normal para la edad por tablas del CDC y pacientes con déficit ponderal del 10 al 25% del peso esperado para la edad: desnutrición grado I según clasificación de Federico Gómez.

9.- Estado nutricional de alto riesgo.- incluye pacientes con déficit ponderal de 25 al 40% y más del 40% (desnutrición grado II y III respectivamente según Clasificación de Federico Gómez)

