

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

**HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO**

***“EVALUACION DE LA VENTILACION DE ALTA FRECUENCIA EN LESION  
PULMONAR AGUDA A LAS 24HRS”***

TESIS

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA

EN LA SUB ESPECIALIDAD DE

MEDICINA DEL ENFERMO PEDIATRICO EN ESTADO CRÍTICO

**Presenta:**

***Dr. CALDERÓN ESPINOSA MARTIN ANTONIO***

Asesor de tesis

Dr. Jose Jaime Sanchez Robles



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

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

**HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO**

*EVALUACION DE LA VENTILACION DE ALTA FRECUENCIA EN LESION  
PULMONAR AGUDA A LAS 24HRS*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA

EN LA SUB ESPECIALIDAD

DE MEDICINA DEL ENFERMO PEDIATRICO EN ESTADO CRITICO

**Presenta:**

***DR.CALDERÓN ESPINOSA MARTIN ANTONIO***

PUEBLA 2009

## GRACIAS

Antes que nada tengo que agradecer a DIOS por cada día, por permitir que mi madre siga conmigo, por dejar que Nancy Sofía sea una luz eterna en mi vida un motivo más para ser mejor, por mantener a Lourdes incansable, firme, y decidida a ser mejor, gracias DIOS mío por cada momento hermoso que me has dejado tener.

Gracias a mi familia que en muchas ocasiones han sido sacrificados para que yo logre mis metas, mismas que ahora humildemente les ofrezco.

A todos los pacientes que llegaron a esta unidad y que han permitido que aprendiera de ellos esperando lo mejor de mí, agradeciéndome sin saber que yo soy el que les debe tanto.

A todos y cada uno de mis maestros, Dr. Sánchez, Dr. Urbina, Dra. Carbajal, Dra. Rosas, Dra. Beltrán, Dr. González, Dra. Iris Tejada muchas gracias a todos por la paciencia e interés que me dieron espero nunca defraudarlos, ustedes estarán siempre conmigo.

Papa, ni toda esta educación, ni nada me hace mejor que tu, ojala que yo pueda algún día ser siquiera una parte de lo que tu representas para mi, eres mi ejemplo de lucha, de supervivencia de empeño, eres el mejor padre que pude tener, espero algún día lograr agradecértelo como lo mereces.

INDICE	
AGRADECIMIENTO	pagina 3
MARCO TEORICO	pagina 4
JUSTIFICACIÓN	pagina 10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	pagina 11
OBJETIVOS GENERALES	pagina 12
OBJETIVOS ESPECIFICOS	pagina
MATERIAL Y METODOS	pagina 12
RESULTADOS	pagina 15
DISCUSION	pagina 21
BIBLIOGRAFIA	pagina 28

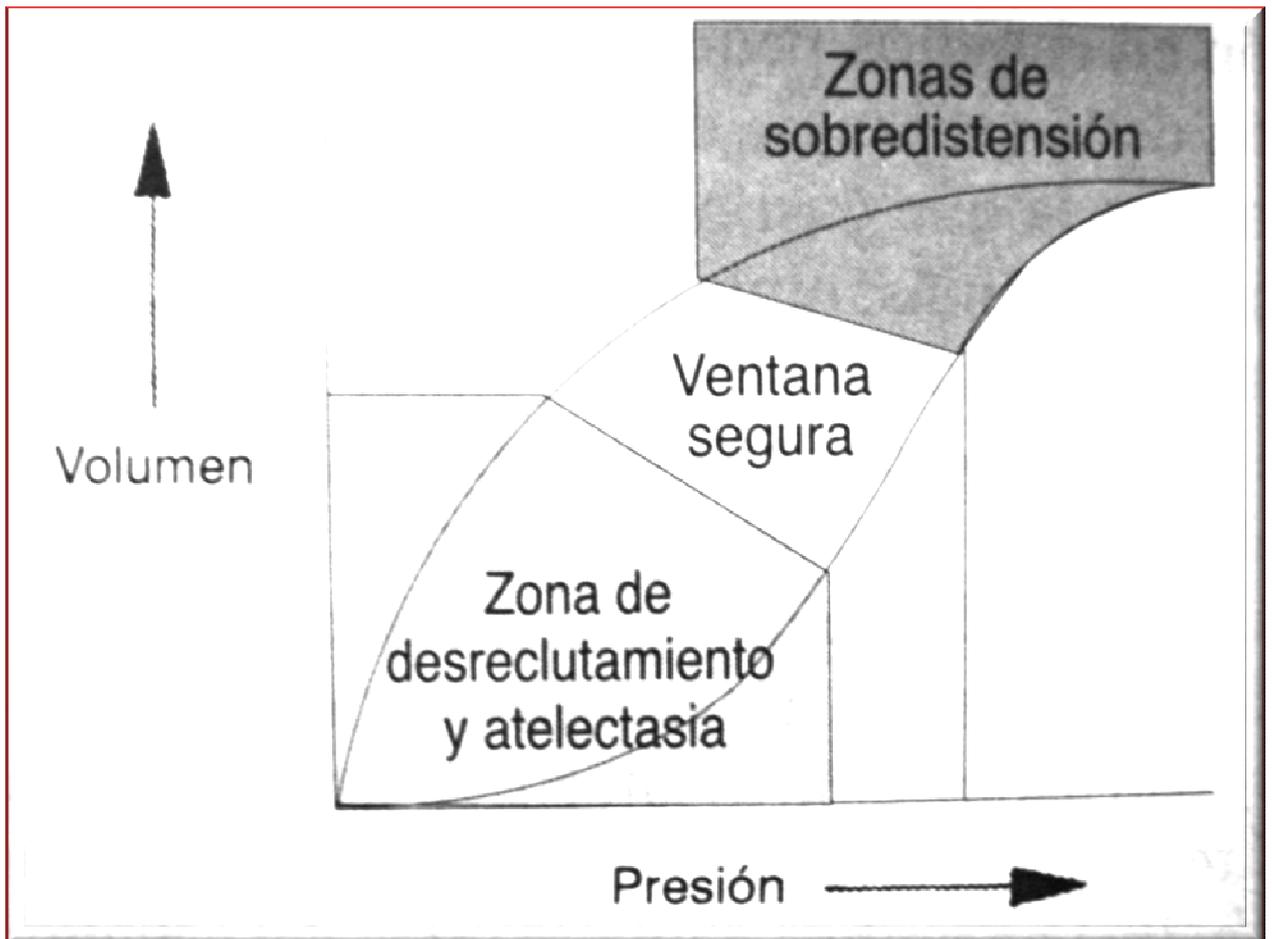
## USO DE VENTILACION DE ALTA FRECUENCIA EN LESIÓN PULMONAR AGUDA

Desde el primer señalamiento del uso de la ventilación con presión positiva en la epidemia de poliomielitis, los principios de la ventilación mecánica tenían más de arte que de ciencia y se basaban en la aplicación de reglas de fisiología en sujetos normales. En los 30 años siguientes se sucedieron pocos cambios y a pesar de innovaciones en la tecnología de los ventiladores, siguió en nivel alto la tasa de mortalidad en individuos con insuficiencia respiratoria aguda. (1, 2, 3, 4, 5, 6)

Solo después de la introducción de la ventilación de alta frecuencia en el decenio de 1970, la comunidad científica comenzó a cuestionar si la mejor estrategia en el tratamiento de las lesiones pulmonares era remedar las funciones normales. Se obtuvieron nuevos datos confirmatorios de experimentos en animales que señalaron la aparición de de lesión pulmonar por el uso del ventilador incluso en pulmones sanos. La insuficiencia respiratoria aguda en niños puede dividirse, en términos generales, en las neumopatías de neonatos y lactantes en quienes por lo regular hay un cuadro patológico que afecta a un órgano, es decir, los pulmones, en tanto que en los niños de mayor edad la insuficiencia mencionada suele ser parte de un síndrome de disfunción múltiple. (1)

En 1974, el estudio clásico de Webb y Tierney (7) demostró por primera vez que la ventilación con presión positiva podía inducir lesión en pulmones, que se manifestaban por edema, hemorragia y formación de membranas hialinas. Desde esa fecha, en otros modelos de animales con pulmones sanos se han señalado datos similares. (8, 9, 10, 11, 12, 13) Además este tipo de ventilación nociva podía originar transferencia de bacterias provenientes de las vías respiratorias y originar una reacción inflamatoria en la circulación pulmonar y sistémica manifestada por un mayor nivel de citocinas. (14, 15, 16, 17) La lesión en cuestión podía ser aplacada por alguna técnica ventilatoria que evitara la distensión cíclica de los pulmones, es decir, alguna como la ventilación oscilatoria de alta frecuencia. (18,19)

Los estudios mencionados fueron planeados para demostrar si el uso de alta frecuencia oscilatoria, en comparación con la ventilación mecánica corriente con presiones medias de vías respiratorias similares, lograba una oxigenación, con menor lesión secundaria de los pulmones. (20,21) La lesión podía ser aplacada por el uso de volúmenes ventilatorios pequeños y PEEP alta. (22)



Curva de presión-volumen del pulmón en la insuficiencia hipoxémica aguda. En la zona de edema y alteraciones difusas, la atelectasia y la abertura y el cierre cíclico de las unidades pulmonares agravan la lesión, en tanto que las presiones altas de vías respiratorias causan distensión excesiva.

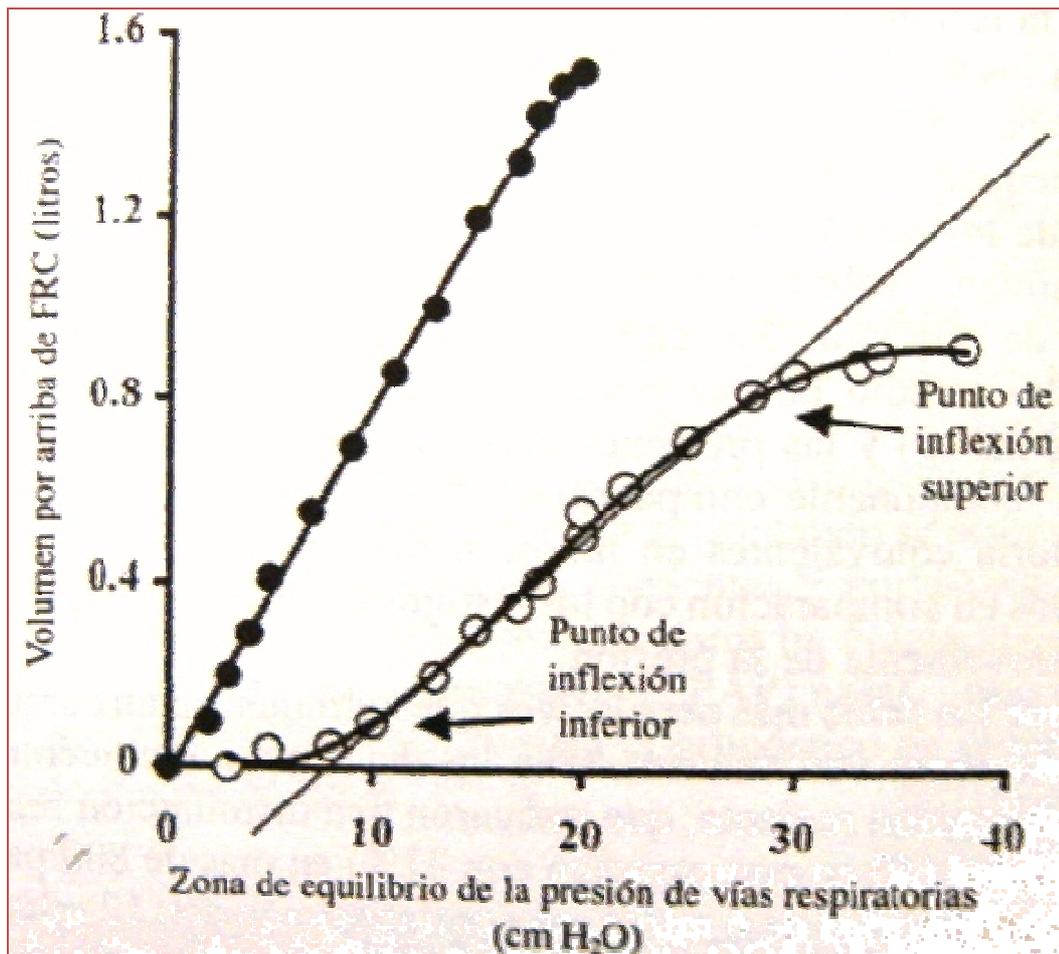
El objetivo será utilizar volúmenes ventilatorios pequeños con presión teleinspiratoria positiva alta para conservar el volumen pulmonar dentro de una ventana segura. (23) La cual se encuentra entre la zona de reclutamiento y atelectasia y la zona de sobredistensión de la anterior grafica que es donde se lleva a cabo el manejo de presiones en la ventilación de alta frecuencia.

La investigación PROVO de 1996, (24) que fue un estudio de intervención temprana que siguió un procedimiento perfectamente definido de reclutamiento pulmonar en todos los pacientes que recibieron agente tensoactivo, fue el primero en señalar una disminución en la frecuencia de neumopatías crónicas, con el uso de ventilación de alta frecuencia oscilatoria, menor uso de agente tensoactivo y acortamiento de la permanencia en el hospital. Sin duda si el clínico pretende utilizar ventilación de alta frecuencia oscilatoria, es un factor fundamental emprender la intervención temprana antes que los pulmones muestren daño significativo, afirmación que se ha corroborado por los resultados excelentes del estudio publicado por Rimensberger y colaboradores, en el que se sometieron a ventilación de alta frecuencia oscilatoria en la sala de parto a los prematuros en peligro de mostrar síndrome de dificultad respiratoria aguda

También se ha demostrado la eficacia de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en el tratamiento de productos a término o cercanos al término con hipertensión pulmonar persistente del recién nacido o aspiración de meconio y en la estabilización preoperatoria de lactantes con hernia diafragmática congénita. (25, 26, 27, 28)

Se ha utilizado cada vez más la ventilación de alta frecuencia oscilatoria para tratar la insuficiencia respiratoria aguda después del periodo neonatal. (29) el único estudio clínico con asignación aleatoria en que se comparó ventilación de alta frecuencia oscilatoria con la ventilación corriente no detectó diferencia alguna en la tasa de supervivencia, pero los pacientes tratados con ventilación de alta frecuencia tuvieron menores índices de oxigenación y un número menor de ellos necesitaron oxígeno complementario, a los 28 días. (30) Sin embargo, la investigación en cuestión fue pequeña, y se hizo una intervención tardía, por que se reclutó a los pacientes hasta que había transcurrido un lapso considerable en que ellos estaban sometidos a la ventilación corriente.

A pesar de los inconvenientes, la ventilación de alta frecuencia oscilatoria cumple con los criterios actuales de una estrategia con volúmenes ventilatorios pequeños, con la ventaja de que se trata de un método sencillo e inocuo desde el punto de vista técnico para reclutamiento pulmonar, que no exige separar o desconectar al paciente del ventilador.



FCR capacidad funcional residual

Curva de presión-volumen en el pulmón de sujetos normales (círculos negros) y pacientes del síndrome de dificultad respiratoria aguda (círculos blancos). Las estrategias de reclutamiento se orientan a aplicar presión teleespiratoria positiva suficiente para conservar el volumen pulmonar por arriba del punto de inflexión inferior y al mismo tiempo evitar la sobredistensión con presiones inspiratorias máximas altas. (31)

En algunos pacientes con lesión pulmonar aguda y síndrome de dificultad respiratoria aguda, la ventilación mecánica convencional puede causar adicionalmente lesión pulmonar aguda por sobredistensión del pulmón durante la inspiración. El incremento en la evidencia sugiere que pequeños volúmenes tidales y altos volúmenes pulmonares al final de la expiración (PEEP) pueden ser protectores de la lesión pulmonar asociada a la ventilación y pueden mejorar la lesión pulmonar aguda y el síndrome de dificultad respiratoria aguda.

La ventilación de alta frecuencia oscilatoria tiene como estrategia ventilatoria dos ventajas potenciales que la ventilación convencional no logra. La primera es el uso de pequeños volúmenes tidales con altos volúmenes pulmonares al final de la expiración con menor sobredistensión, que no es posible con la ventilación mecánica. Segundo los altos promedios respiratorios para tratar de mantener normales los niveles de CO<sub>2</sub>.

En 1994 el comité europea-americano introdujo las nuevas definiciones de lesión pulmonar aguda y SDRA, que siguen actualmente vigentes

-Lesión pulmonar aguda; pacientes con hipoxemia, definida como la razón entre la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> menor de 300.

-Síndrome de distrés respiratorio agudo; pacientes con hipoxemia severa, PaO<sub>2</sub>/ FiO<sub>2</sub> menor de 200.

Las causas que condicionan este trastorno son sepsis, neumonía, aspiración de líquidos, traumatismos, pancreatitis, inhalación de humo o de gases tóxicos y ciertos tipos de toxicidad por medicamentos. La causa más frecuente es la infección grave, que constituye aproximadamente la mitad de los casos. Estas infecciones pueden incluir enfermedades localizadas (como neumonía) o enfermedad sistémica, como sepsis, síndrome séptico y shock séptico. (32, 33)

## JUSTIFICACION

En general el uso de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria, ha comprobado la disminución del periodo de intubación y lesión pulmonar secundaria a la ventilación por lo cual se considera su uso en pacientes que presentan lesión pulmonar aguda de cualquier origen, con la intención de disminuir el periodo de intubación, estancia hospitalaria y lesión pulmonar secundaria a la ventilación convencional.

El uso de la ventilación de alta frecuencia ha establecido su alta capacidad para la disminución de la hipercapnia en pacientes con acidosis que se han considerado de difícil tratamiento con la ventilación convencional, así como incrementar la oxigenación tisular por medio de la medición de Kirby e índice de oxigenación, en los pacientes que presentaron insuficiencia respiratoria aguda con fracaso en la ventilación mecánica convencional.

Por otro lado el uso de la ventilación de alta frecuencia se ha limitado a un máximo de 5 días después de lo cual se considera fracaso a esta moda ventilatoria, considerando este hecho es de esperarse que al hacer el cambio a ventilación mecánica convencional los días de ventilación se reduzcan ya que hay reportes sobre la extubación temprana después del estar en ventilación de alta frecuencia, así como la extubación directa de esta modalidad ventilatoria.

Con el uso de la ventilación de alta frecuencia se ha disminuido el número de barotraumas (neumotórax, neumomediastino, enfisema subcutáneo, neumoperitoneo) aún a pesar de manejarse en ocasiones presiones medias de la vía aérea más altas que en la ventilación mecánica convencional, siendo además también el tratamiento ideal para este tipo de eventualidades que se presentan con el uso de la ventilación.

La razón de este estudio es demostrar que el inicio temprano de la ventilación de alta frecuencia en pacientes con lesión pulmonar aguda pediátricos a las 24 horas, evita la progresión al síndrome de dificultad respiratoria aguda.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La terapia con ventilación de alta frecuencia oscilatoria en los pacientes con lesión pulmonar aguda previene el síndrome de dificultad respiratoria agudo?

## OBJETIVO GENERAL

Valorar la respuesta al uso de la ventilación de alta frecuencia en los pacientes que desarrollan lesión pulmonar aguda de cualquier origen.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar los cambios en el índice de Kirby con el uso oportuno de la ventilación de alta frecuencia.

Evaluar los cambios en el índice de oxigenación con la ventilación convencional y a las 24 horas de haber iniciado ventilación de alta frecuencia oscilatoria.

## MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se realizo en el Hospital del Niño Poblano durante el periodo comprendido de enero 2008 hasta julio 2008 en pacientes que ingresaron al área de choque de urgencias y a la unidad de cuidados intensivos (UCI) que presentaron deterioro ventilatorio sin mejoría y lesión pulmonar aguda y a pesar de manejar parámetros altos de ventilación mecánica convencional. El estudio es de tipo prospectivo, descriptivo, observacional, longitudinal, una serie de casos.

Se incluyeron a todos los pacientes con cualquier patología e insuficiencia respiratoria aguda que después de haber sido manejados con ventilación mecánica convencional, se estableciera fracaso a esta moda ventilatoria por incremento en los índices de Kirby, e índice de oxigenación.

Se excluyeron solo a los pacientes con diagnostico de cardiopatía congénita por su gran cantidad de cortocircuitos arteriovenosos.

A todos los pacientes con insuficiencia respiratoria y fracaso a la ventilación mecánica convencional se les determino con gasometrías arteriales a la hora el índice de Kirby y el índice de oxigenación, posteriormente a las 4 horas, 6 hrs, 12 hrs, 18 hrs, 24 hrs solo el índice de Kirby; mientras que el índice de oxigenación se tomo a las 24 horas de haber iniciado la ventilación de alta frecuencia.

Además se documento la mejoría radiográfica al tomar controles a las 2 hrs de instalada la ventilación de alta frecuencia, y posteriormente a las 24 horas.

Para este trabajo se definirá al índice de Kirby como la relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno dividida entre 100. Al Índice de oxigenación definido como la relación entre presión media de la vía aérea, fracción inspirada de oxígeno (expresada en decimales) y presión arterial de oxígeno

Manejando como valores para lesión pulmonar aguda

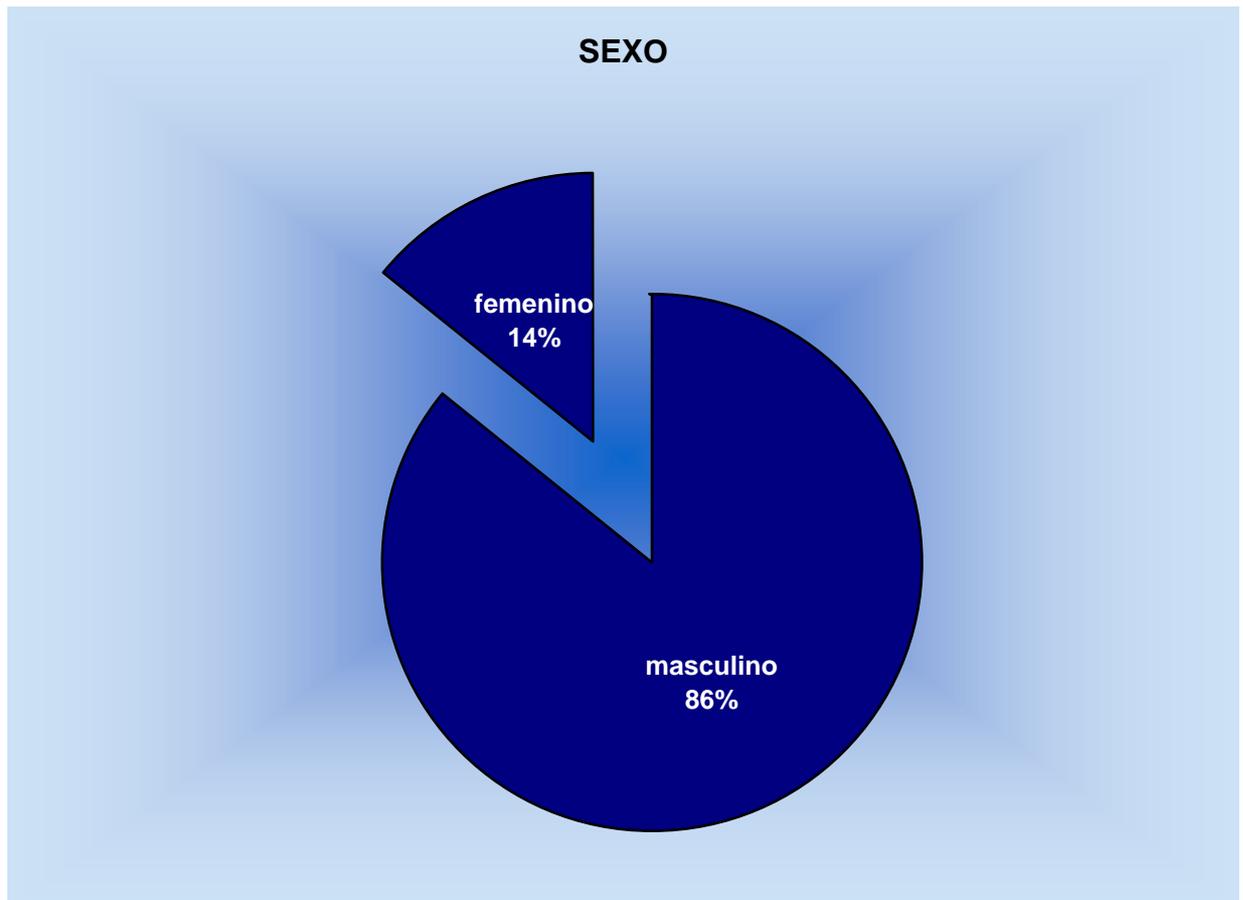
Índice de oxigenación mayor de 14

Índice de Kirby menor de 200

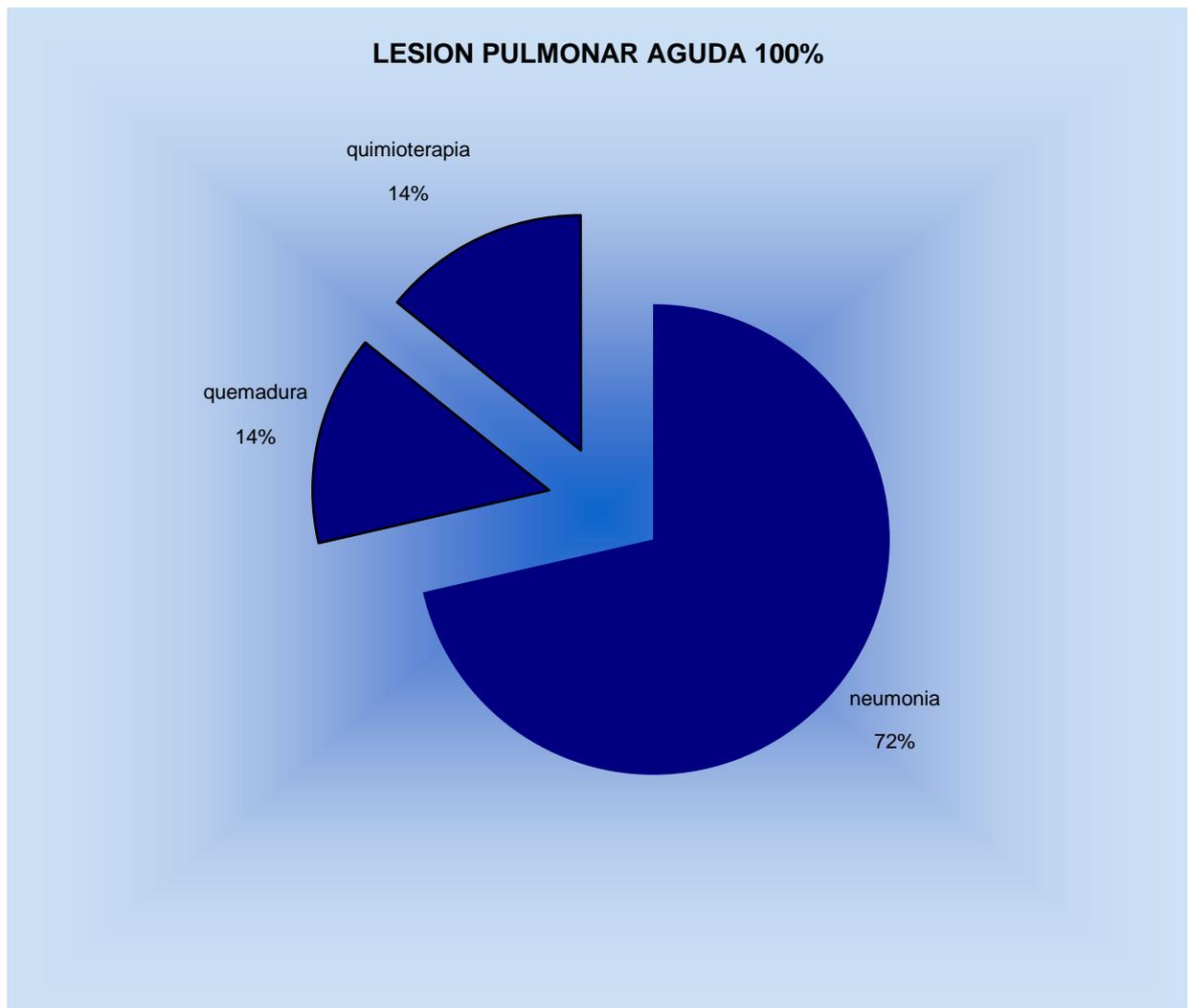
Presión media de la vía aérea mayor de 13

## RESULTADOS

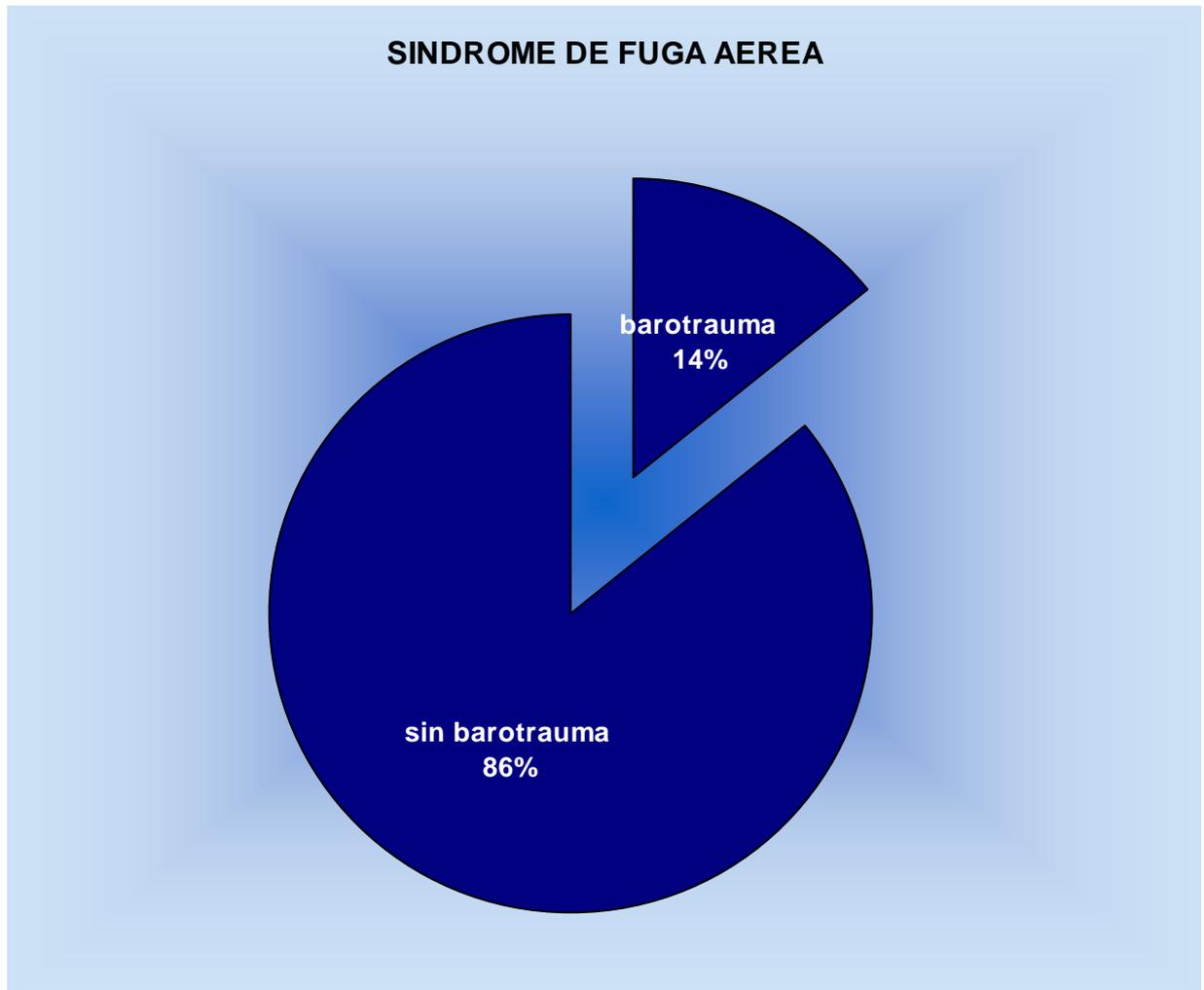
Durante el estudio se incluyeron a 7 pacientes, 6 (86%) del sexo masculino y 1(14%) del sexo femenino con lesión pulmonar aguda.

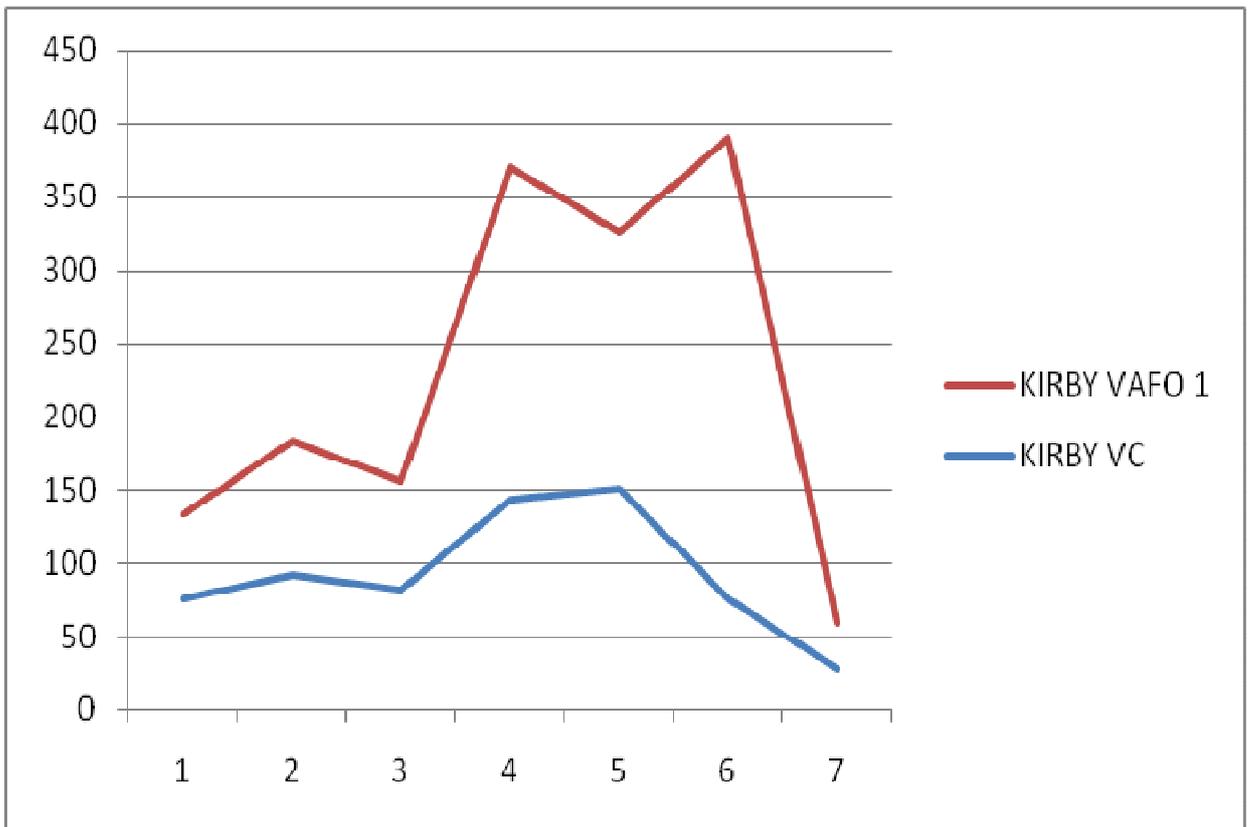


Las causas de ingreso fueron 5 (72%) casos por neumonía, 1 (14%) caso con quemadura de vía aérea por fuego directo, y 1 (14%) caso con leucemia linfoblástica aguda.



Se presento 1 caso (14%) de barotrauma asociado a neumoperitoneo, neumomediastino, neumotórax, enfisema subcutáneo, sin barotrauma 6 casos (86%) en los pacientes con ventilación de alta frecuencia.

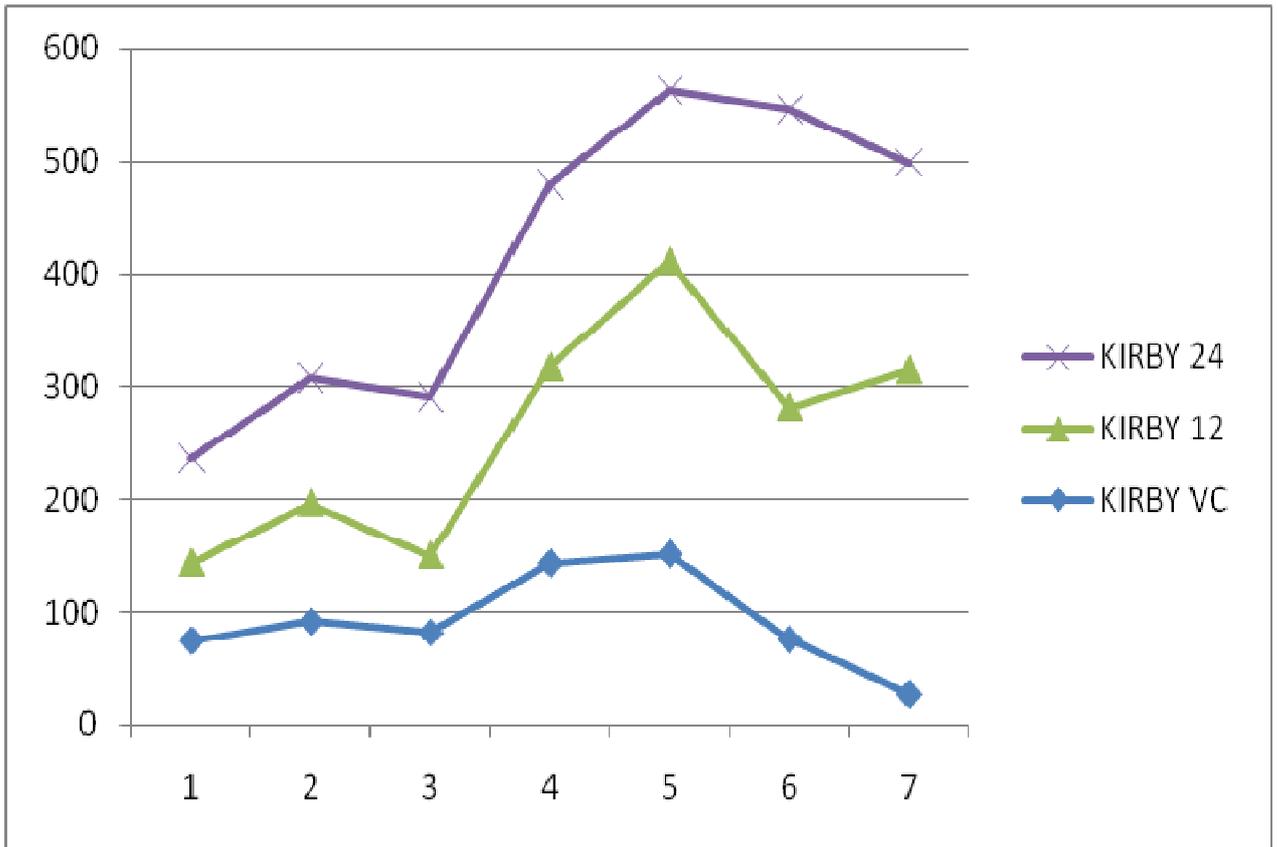




La grafica muestra la diferencia a la hora de haber iniciado la ventilación de alta frecuencia en comparación con la ventilación convencional.

Los resultados del índice de Kirby en los 7 pacientes se muestran en la siguiente tabla:

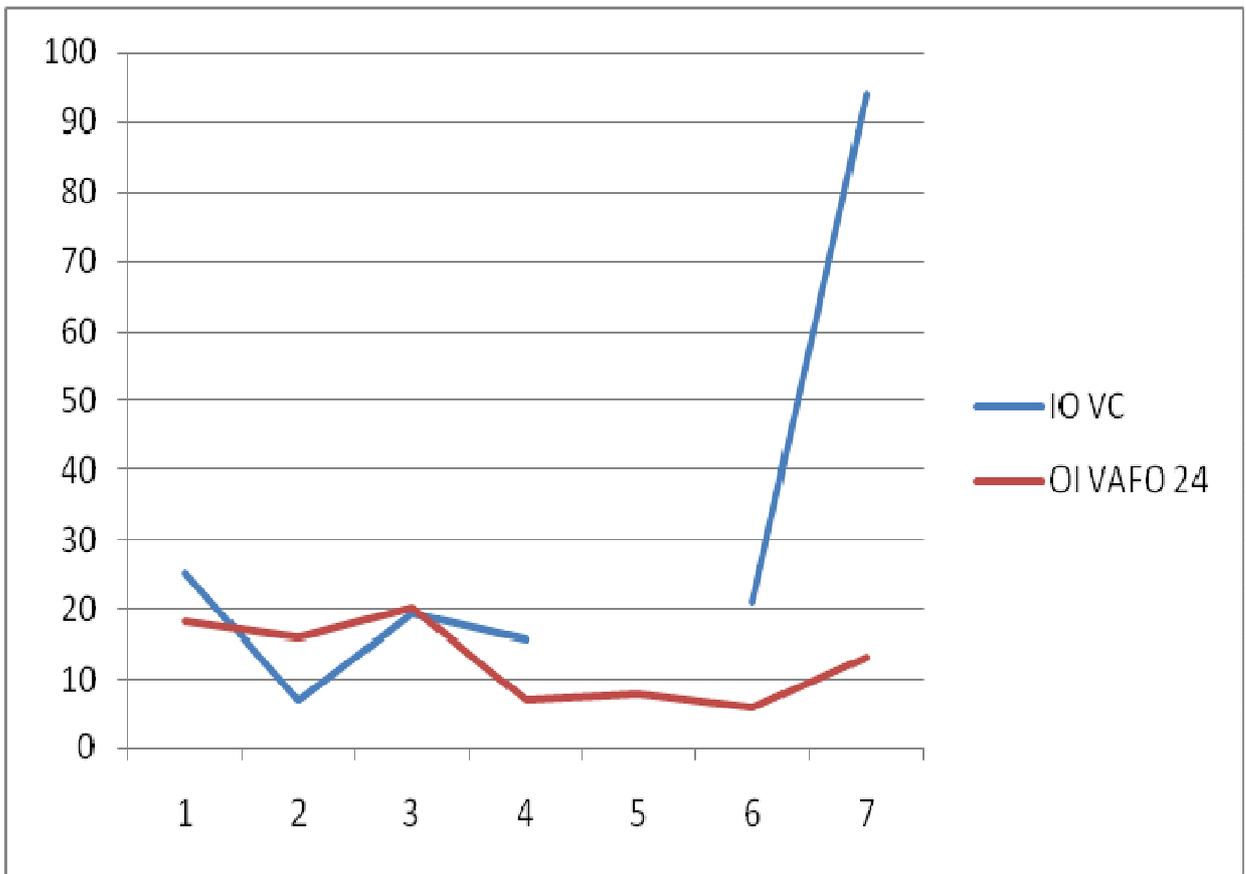
paciente	Diagnostico	Kirby ventilación convencional	Kirby VAFO 12 hrs	Kirby VAFO 24 hrs
1	Neumonia	75	68.1	92.8
2	Neumonia	92	105	111
3	Neumonia	27.5	287	184
4	Neumonia	143	174	162
5	Neumonia	151	260	152
6	Quemadura vía aérea	76	206	264
7	Lesión pulmonar aguda en LLA	82	68	141



En la grafica se observa el comportamiento del índice de Kirby con ventilación convencional asimismo a las 12 y 24 horas con ventilación de alta frecuencia.

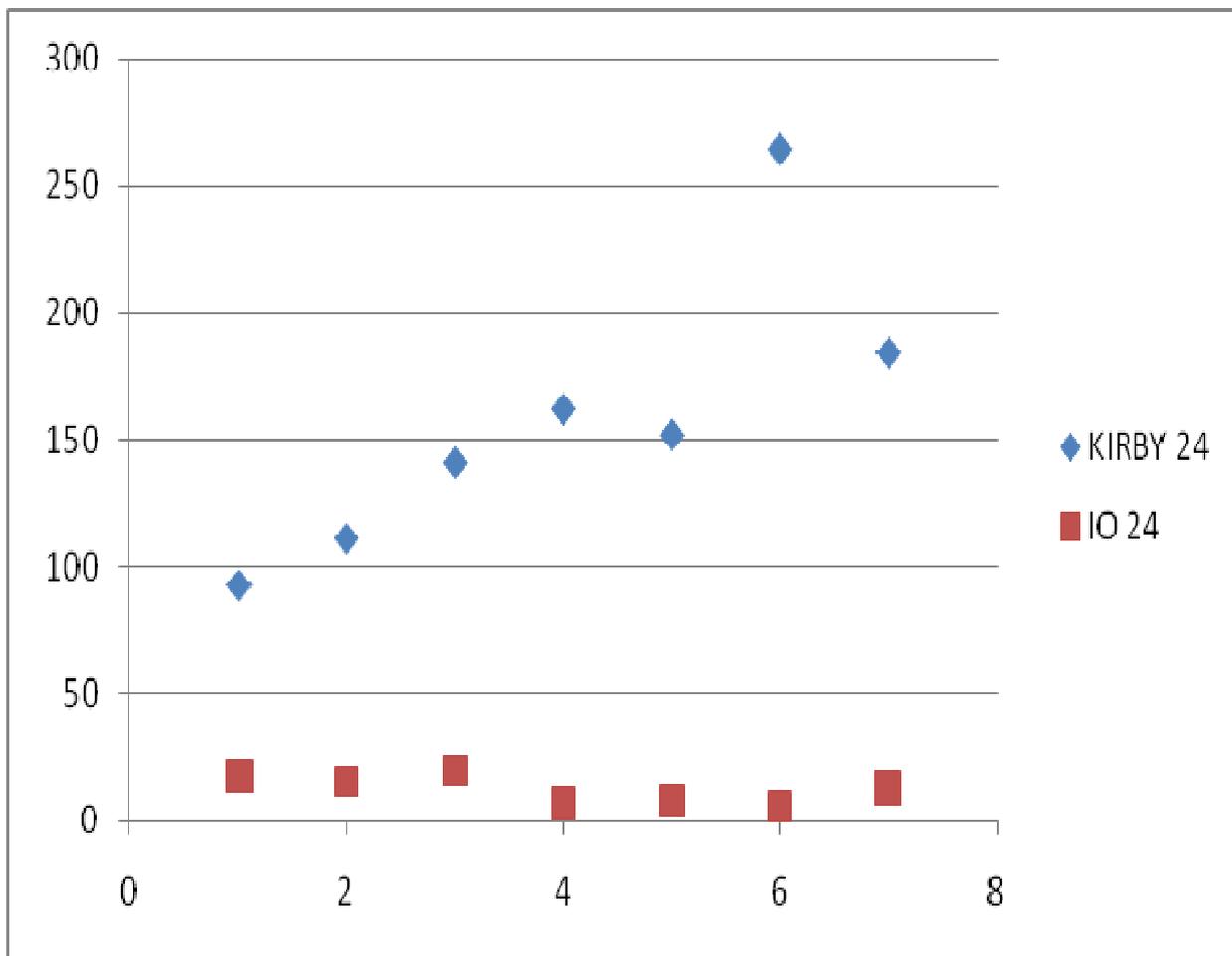
El resultado del índice de oxigenación en los 7 pacientes se muestra en la siguiente tabla:

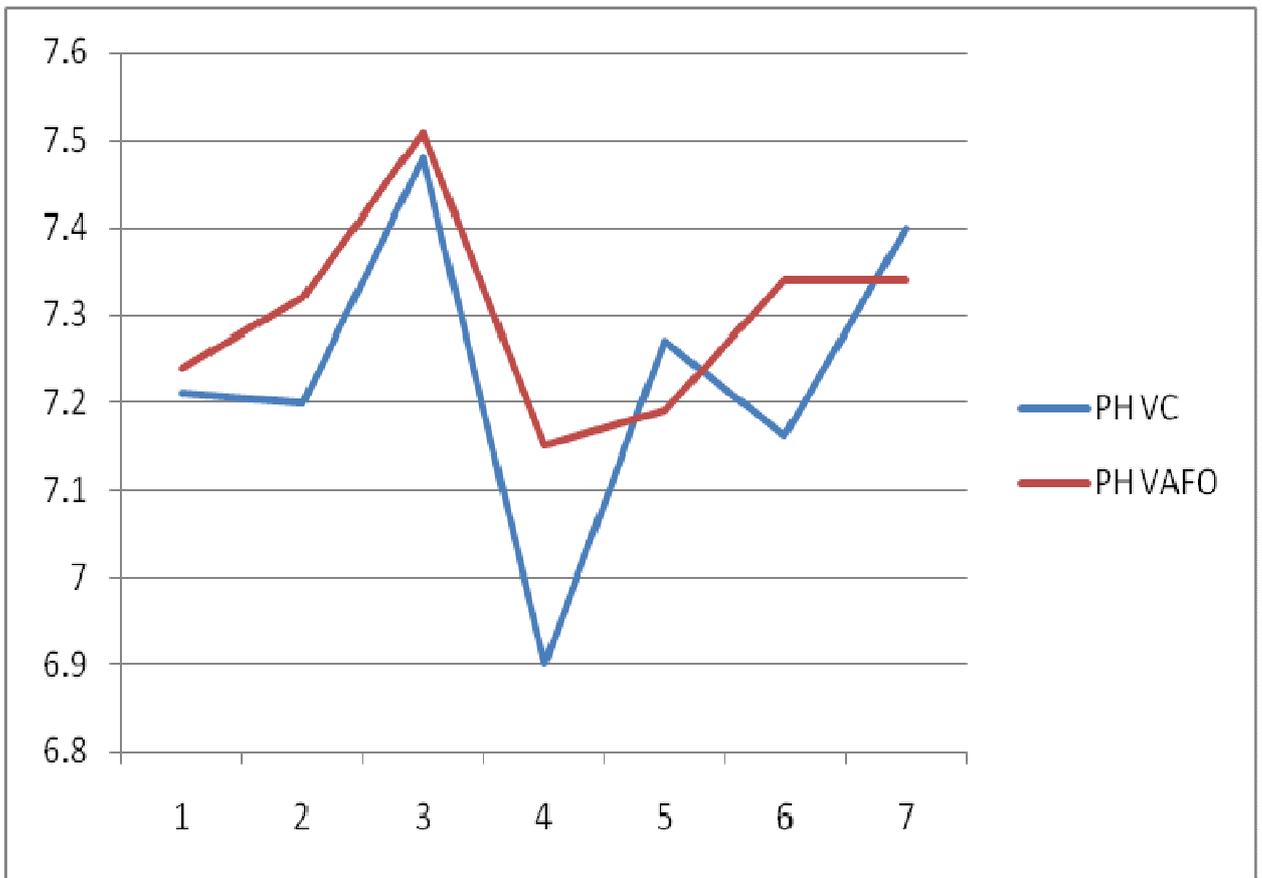
Paciente	Diagnostico	Índice oxigenación VC	Índice de oxigenación con VAFO a las 24 hrs
1	Neumonia	25	18
2	Neumonia	7	16
3	Neumonia	19.3	20
4	Neumonia	10	8
5	Neumonia	94	13
6	Quemadura vía aérea	21	6
7	Lesión pulmonar aguda en LLA	15.7	7



Se observa los datos del índice de oxigenación con ventilación mecánica convencional y ventilación de alta frecuencia oscilatoria en cada paciente a las 24 horas.

En la grafica se observa el comportamiento de las dos variables en cada paciente a las 24 horas de evolucion.





Se valora el comportamiento del pH sanguíneo en cada paciente estudiado con cambios en los dos tipos de ventiladores.

## DISCUSION

En este estudio se encontró que de los 7 pacientes que se incluyeron predominó el sexo masculino con 6 pacientes (86%), las causas de ingreso que predominaron en su mayor proporción por neumonía 5 pacientes (72%), 1 caso por quemadura de la vía aérea y 1 caso más por leucemia linfoblástica aguda. Seis pacientes cursaron sin barotrauma (86%), lo que concuerda con los reportes en la literatura referentes a menor riesgo ventilatorio por el uso de ventilación de alta frecuencia.

En cuanto al índice de Kirby en cuanto fueron sometidos a la ventilación de alta frecuencia todos mejoraron a las 12 y 24 horas. De igual manera solo un paciente con diagnóstico de neumonía mejoró su índice de Kirby transitoriamente a 260 cmH<sub>2</sub>O a las 12 horas regresando a las 24 horas al valor inicial de 152 cmH<sub>2</sub>O, esto probablemente debido a que presentó un neumotórax espontáneo y mala evolución clínica con falla multisistémica y defunción al quinto día.

En relación al índice de oxigenación en el paciente 1 disminuyó de 25 cmH<sub>2</sub>O a 18 cmH<sub>2</sub>O, en el paciente número 2 el índice de oxigenación se incrementó de 7 cmH<sub>2</sub>O a 16 cmH<sub>2</sub>O, en el número 3 el incremento fue de 19.3 cmH<sub>2</sub>O a 20 cmH<sub>2</sub>O, el paciente número 4 disminuyó de 10 cmH<sub>2</sub>O a 8 cmH<sub>2</sub>O, el número 5 disminuyó de 94 cmH<sub>2</sub>O a 13 cmH<sub>2</sub>O, el sexto paciente tuvo una disminución de 21 cmH<sub>2</sub>O a 6 cmH<sub>2</sub>O, y el último paciente se disminuyó de 15.7 cmH<sub>2</sub>O a 7 cmH<sub>2</sub>O.

En 5 pacientes hubo una mejoría evidente lo que condicionó disminución en los parámetros ventilatorios y mejoría clínica, en otro hubo un incremento discreto sin alteración clínica y en otro más empeoró la oxigenación debido a que tenía desequilibrio ácido base y acidosis respiratoria.

Por otro lado comparando el índice de Kirby e índice de oxigenación muestra una mejoría a las 24hrs. en cuanto al pH se encontró que mejoró en 5 pacientes, y en dos disminuyó por debajo de la medida inicial con la ventilación convencional, debido a que uno de ellos presentó neumotórax y otro más tenía alteraciones de hipoxemia severa.

## CONCLUSIONES

Con la realización de este estudio se infiere lo que ha tratado la literatura, cuando se presenta fracaso en la ventilación convencional esta indicado el uso de ventilación de alta frecuencia oscilatoria. Evitando con esto barotrauma (neumomediastino, neumotórax, enfisema subcutáneo, neumoperitoneo), volutrauma, biotrauma, atelectrauma.

En casi todos los estudios el uso de la alta frecuencia se consideraba hasta obtener parámetros de fracaso a la ventilación mecánica convencional o cuando el paciente a pesar de haberse incrementado todos los parámetros y no encontrar mejoría en la hipoxemia, acidosis o se presentaba síndrome de fuga aérea, era pasado a esta moda ventilatoria considerándola un recurso final para el tratamiento de los problemas ventilatorios refractarios al manejo convencional, sin considerar que probablemente el manejar tempranamente a los pacientes con una modalidad ventilatoria mas efectiva con menor riesgo de lesión pulmonar o síndrome de fuga aérea, podría traer a los pacientes una recuperación más rápida y con disminución de los días de estancia hospitalaria y de ventilación mecánica.

Se observo mejoría de los indicadores en todos los pacientes a las 12 y 24 horas, se documentaron en dos pacientes disminución de la mejoría pero sin afectar el estado clínico del paciente, esto podría llevar a la necesidad de documentar el tiempo optimo de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria.

## BIBLIOGRAFIA

1. - Davidson D, Barefield ES, et al; Inhaled nitric oxide for the early treatment of persistent pulmonary hypertension of the term newborn: A randomized, doublemasked, placebo-controlled, dose-response, multicenter study. *Pediatrics* 101:325-334,1998
2. - Debruin W, Notterman D, et al: Acute hypoxemic respiratory failure in infants and children: Clinical and pathological characteristics. *Crit Care Med* 20:1223-1224, 1992
3. - Pfenninger J, et al; Adult respiratory distress syndrome in children. *J Pediatr* 101:352-357, 1982
4. - Rivera RA, Butt W, et al: Predictors of mortality in children with respiratory failure: possible indications for ECMO, *Anaesth Intensive Care* 18:385-389, 1990
- 5.- Timmons OD, Dean JM, et al: Mortality rates and prognostic variables in children with adult respiratory distress syndrome. *J Pediatr* 119:896-899, 1991
- 6.- Timmons OD, Havens PL, et al: Predicting death in pediatric patients whit acute respiratory failure. *Pediatric Critical Care Study Group. Extracorporeal life support organization. Chest* 108:789-797, 1995
- 7.- Hamilton PP, Onayemi A, et al; Comparison of conventional and high frequency ventilation: Oxygenation and lung pathology. *J Appl Physiol* 55:131-138,1983
- 8.- Dreyfuss D, Basset G, et al: Intermittent positive pressure hyperventilation with high inflation pressures produces pulmonary microvascular injury in rats. *Am Rev Respir Dis* 132:880-884, 1985
- 9.- Dreyfuss D, Soler P, et al: High inflation pulmonary edema: effects of high airway pressure, high tidal volume and positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis* 137:1159-1164, 1988

- 10.- Hernandez LA, Coker PJ, et al: Mechanical ventilation increases microvascular permeability in oleic acid injured lungs. *J Appl Physiol* 69:2057-2061, 1990
- 11.- Hernandez LA, Peevy KJ, et al; chest wall restriction limits high airway pressure Induced lung injury in young rabbits. *J Appl Physiol* 66:2364-2368, 1989
- 12.- Kolobow T, Moretti MP, et al; severe impairment in lung function induced by high peak airway pressure during mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 135:312-331, 1987
- 13.- Tsuno K, Prato P, et al: Acute lung injury from mechanical ventilation at moderately High airway pressure. *J Appl Physiol* 69:956-961, 1990
- 14.- Nahum A, Hoyt J, et al; Effect of mechanical ventilation strategy on the dissemination of intratracheally instilled *Escherichia Coli* in dogs. *Crit Care Med* 25;1733-1743 1997
- 15.- Nahum A, Hoyt J, et al; Effect of mechanical ventilation strategy on *E. coli* Pneumonia en dogs. *Am J Respir Crit Care Med* 153:530, 1996
- 16.- Chiumello D, Pristine G, et al; Mechanical ventilation affects local and systemic Cytokines in an animal model of acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 160:109-116, 1999
- 17.- Tremblay L, Valenza F, et al; injurious ventilatory increase cytokines and c-fos mRNA expression in an isolated rat lung model. *Clin invest* 99;944-952, 1997
- 18.- Imai Y, Kawano T, et al; inflammatory chemical mediators during conventional Ventilation and during high frequency oscillatory ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 150:1550-1554, 1994
- 19.- Takata M, Abe J, et al; Intra-alveolar expression of tumor necrosis factor alpha Gene during conventional and high frequency ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 156:272-279, 1997

- 20.- Hamilton PP, Onayemi A, et al: Comparison of conventional and high frequency ventilation: Oxygenation and lung pathology. *J Appl Physiol* 55:131-138, 1983
- 21.- Kolton M, Cattran CB, et al: Oxygenation during high frequency ventilation Compared with conventional mechanical ventilation in two models of lung injury. *Anesth Analg* 61:323-332, 1982
- 22.- Corbridge TC, Wood LDH, et al: Adverse effects of large tidal volume and low PEEP in canine acid aspiration. *Am Rev Respir Dis* 142:311.315, 1990
- 23.- Froese AB: high frequency oscillatory ventilation for adult respiratory distress syndrome; *Crit Care Med* 25:906, 1997
- 24.- Gerstmann DR, Minton SD, et al; The provo multicenter early high frequency oscillatory ventilation trial: Improved pulmonary and clinical outcome in respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 98:1044-1057, 1996
- 25.- Carter JM, Gerstmann DR, et al; high frequency oscillatory ventilation and extracorporeal membrane oxygenation for the treatment of acute neonatal respiratory failure. *Pediatrics* 85:159-164, 1990
- 26.- Clark RH, Yoder BA, et al; Prospective, randomized comparison of high frequency oscillatory and conventional ventilatory in candidates for extracorporeal membrane oxigenacion. *J Pediatr* 124:447-454, 1994
- 27.- Cornish JD, Gerstmann DR, et al; Extracorporeal membrane oxygenation and high frequency oscillatory ventilation: Potencial therapeutic relationships. *Crit Care Med* 15:831-834, 1987
- 28.- Miguet D, Claris O, et al; Preoperative stabilization using high frequency oscillatory ventilation in the management of congenital diaphragmatic hernia. *Crit Care Med* 22:77-82, 1994

- 29.- Blanch L, Mancebo J, et al; Short-term effect of prone position in critically ill patients with acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med* 23:1033-1039, 1997
- 30.- Arnold JH, Hanson JH, et al; Prospective, randomized comparison of high frequency Oscillatory ventilation and conventional mechanical ventilation in pediatric respiratory failure *Crit Care Med* 22:1530-1539, 1994
- 31.- Bigatello LM, Hurford WE, Presenti A, ventilatory management of severe acute respiratory Failure. *Anesthesiology* 91:1568, 1999
32. Piantadosi C, Schwartz D , The Acute Respiratory Distress Syndrome, *Annals of Internal Medicine*, 141(6) : 460-470, sep 2004
33. Ponce M, Moreno A, Gonzales j, Briones J, actualidades del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda, *Revista de la asociación Mexicana de Medicina Crítica y terapia Intensiva*, Vol XXI, N° 4/ Oct-Dic 2007 , pp 217-222