



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN  
SALVADOR ZUBIRÁN

**COMPARACION DE DOS METODOS DE TITULACION DE  
PEEP EN FORMA DESCENDENTE**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
**MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

P R E S E N T A

**DR. FRANCISCO JAVIER GARCIA GUILLÉN**

A S E S O R D E T E S I S

**DR. JOSÉ ANTONIO FONSECA LAZCANO**



MEXICO, D.F.

2010



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.

Dr. Luis Fernando Uscanga Domínguez.

Director de enseñanza.

Dr. Guillermo Domínguez Cherit.

Profesor titular del curso.

Dr. José Antonio Fonseca Lazcano.

Asesor de tesis.

Dr. Eduardo Rivero Sigarroa.

Jefe de la unidad de cuidados intensivos.

## **Dedicatoria y Agradecimientos**

El presente trabajo, representa el fruto de una serie de cuestionamientos que han aparecido durante nuestros acostumbrados pasos de visita y que han sido sembrados por parte de nuestros profesores, particularmente el Dr. Eduardo Rivero Sigarroa , quien siempre se ha tomado el tiempo necesario para discutir y enseñarnos diversos aspectos sobre la fisiopatología de los pacientes críticamente enfermos .

Agradezco siempre el apoyo otorgado al Dr. José Antonio Fonseca Lazcano, quien siempre, está dispuesto a compartir su tiempo para discutir y planear nuevos proyectos, así como de enseñarnos el uso de herramientas para mejorar nuestra practica medica.

Siempre ha sido fundamental el apoyo que he recibido de mi familia, mi madre Ma. Eugenia Guillen Nájera y mi padre Fco. Javier Garcia Cortez, quienes a pesar de las diferentes circunstancias nunca han dejado de velar por mi persona, muchas gracias por su apoyo, son los mejores padres.

Dedico este trabajo y esfuerzo a quien sin lugar a dudas ha sido el motor de mi vida, mi hijo Javier Eduardo Garcia Martínez, quien a su corta edad me ha llenado de satisfacciones y del cual estoy muy orgulloso, al igual que a su Sra. madre quien me ha dado la dicha de ser padre a pesar de todos mis defectos y virtudes.

A mis compañeros, amigos y hermanos: Oscar, Marcelino, Fernando y Marcos, así como a Dios por permitirnos un día mas de existencia

## INDICE

Dedicatoria y Agradecimientos.....	3
Definición del Problema.....	5
Marco Teórico .....	5
Justificación .....	11
Hipótesis.....	12
Objetivo Primario y Secundario.....	12
Material y Métodos .....	13
Diseño del Estudio.....	13
Criterios de Inclusión y Exclusión .....	15
Variables Dependientes e Independientes .....	16
Muestreo .....	16
Análisis Estadístico.....	17
Resultados .....	17
Discusión .....	18
Conclusión .....	21
Referencias Bibliográficas .....	22

## **Definición del Problema**

Se han descritas diferentes maniobras de protección pulmonar, que mejoran el pronóstico de los pacientes con SIRA, uno de los elementos a discusión en la actualidad son el ajuste de la PEEP por diferentes métodos. En nuestra unidad realizamos el ajuste y titulación de la PEEP en forma descendente por medio del cálculo de la distensibilidad por lo que se propone comparar la obtención de la PEEP óptima en una modalidad ciclada por tiempo vs ciclada por volumen.

## **Marco Teórico**

El síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA) así como la lesión pulmonar aguda (LPA) son dos entidades comunes entre los pacientes críticos. A pesar de la aceptación de las definiciones hechas en el consenso americano – europeo, la incidencia y la etiología aun son poco claras, aunque se considera que existen etiologías relacionadas a lesión pulmonar directa y lesión pulmonar indirecta (1) Los estudios de incidencia sobre SIRA y LPA han encontrado de 20 a 50 casos por 100,000 personas año (2) y la tasa de mortalidad se ha encontrado entre los rangos de 31 a 74 % siendo más baja la reportada en los ensayos clínicos aleatorizados que en los estudios observacionales. (3).

Dentro de las intervenciones que se requieren para el manejo del SIRA se encuentran aquellas relacionadas con la ventilación mecánica. De estas intervenciones el estudio ARMA encontró que el uso de volúmenes corrientes de 6ml/Kg de peso predicho así como presiones mesetas de 30 cm H<sub>2</sub>O o menos disminuía la mortalidad así como los días de requerimiento de ventilación mecánica. (4)

Otros elemento que se considera importante en el manejo del SIRA es el uso de la presión positiva al final de la espiración (PEEP). La PEEP tiene la habilidad de mejorar la oxigenación y proteger el pulmón de la lesión pulmonar inducida por ventilador (VILI) (5). Sin embargo hasta el momento no hay consenso sobre el nivel óptimo de PEEP en pacientes con SIRA.

Se considera como PEEP optimo aquel que maximiza la oxigenación y minimiza el VILI, con los menores efectos deletéreos a nivel hemodinámica, en el aporte de oxígeno y de presión en la vía aérea.

Muchos métodos se han descritos para determinar el nivel optimo de PEEP, dentro de los métodos encontramos desde los más sencillos como lo son el incremento de la PEEP hasta obtener la mejor PaO<sub>2</sub>/Fio<sub>2</sub> (6) , sin embargo a pesar de que el método facilita la oxigenación deja de lado los elementos de la mecánica pulmonar.

Se han realizado una serie de estudios que han mostrado que la PEEP es mas benéfica cuando se titula, lo que maximiza la distensibilidad y el reclutamiento pulmonar (7)

Dentro de los métodos usados para la determinación del PEEP óptimo vía mecánica pulmonar se encuentran:

Determinación del punto de inflexión en una curva estática de presión – volumen y ajustar el PEEP por arriba de este valor. El punto de inflexión es identificado en el asa de inflación de la curva de presión – volumen y es el punto más bajo en la curva que define un área de cambio máximo en la distensibilidad e indirectamente representa el mínimo de presión necesaria para evitar el des reclutamiento de las unidades pulmonares con la expiración.

Se han descritos diversas técnicas para generar curvas de presión volumen sin embargo el mejor método aun es controversial. (8), (9), (10), (11).

Dentro de la determinación del punto de inflexión por medio de curvas de presión volumen existen diversos sesgos como son el grado de subjetividad en la interpretación, la influencia de la velocidad en la obtención de la curva así como la concentración de oxígeno. (12), (13), (14).

Otro método alternativo para determinar el PEEP óptimo fue descrito por Suter (7), con esta técnica el PEEP se incrementa de manera secuencial con volúmenes corrientes constantes y la distensibilidad estática es medida a cada intervalo. Con este método se encontró que el PEEP óptimo, definido como el nivel de PEEP correspondiente a un máximo transporte de oxígeno coincide con la máxima distensibilidad y es denominado este valor como el “mejor PEEP”.

Se han realizado a su vez estudios de correlación entre ambas técnicas que han mostrado que cuando ambos elementos se pueden obtener, existe una cercana concordancia de hasta  $\pm 3$  cm H<sub>2</sub>O hasta en el 60% de los casos siendo el método de curvas de destensibilidad mas frecuentemente identificado, con menor variabilidad interobservador y posee menos riesgo para el paciente. (15)

Otro de los conceptos que se han manejado para el manejo de los pacientes con SIRA es el de Pulmón Abierto que se refiere al proceso dinámico de apertura de unidades pulmonares previamente colapsadas, incrementando la presión transpulmonar y fue propuesto por Lachmann a principios de los 90s. (16).

Este concepto a 2 décadas de su introducción se ha convertido en parte integral en la estrategia de la ventilación de protección propuesta por Amato y colaboradores. (17)

El concepto se basa en la aplicación secuencial de dos distintas intervenciones:

Primero: una maniobra de reclutamiento pulmonar inicial efectiva que elimine tanto pulmón colapsado como sea posible.

Segundo: la titulación gradual a la baja de la PEEP hasta un nivel mínimo que estabilice el pulmón previamente reclutado. Esta PEEP final, será usada para la terapia de ventilación subsecuente y es llamada PEEP de pulmón abierto.

Con respecto a las maniobras de reclutamiento no se ha realizado un consenso sobre la superioridad de una sobre otra y se han descrito las siguientes maniobras en pacientes con SIRA:

- Presión positiva continua de la vía aérea a 30 - 45 cmH<sub>2</sub>O por 4 – 40 s. (18)
- Suspiros extendidos con volúmenes corrientes que alcancen 40 cmH<sub>2</sub>O y presiones espiratorias de 35 cmH<sub>2</sub>O por 1 min. (19)
- Modalidad de Control Presión: Presión inspiratoria pico a 40 – 60 cmH<sub>2</sub>O y presión espiratoria final de 10 – 30 cmH<sub>2</sub>O por 30 – 120 s. (20)

Con respecto al ajuste o titulación de la PEEP, se han encontrado discrepancias entre el momento de su obtención (asa de insuflado o asa de desuflado) así como el método de su obtención.

La utilización del método que obtiene el punto de inflexión inferior aparte de los problemas relacionados con su obtención, se ha evidenciado a través de estudios que no representan el punto de máximo reclutamiento pulmonar y por lo tanto no ser el mejor método para determinar la PEEP óptima, ya que no previene el desreclutamiento de las unidades pulmonares abiertas y no optimiza la protección contra el VILI (21) (22).

Otro hallazgo ha sido que la alteración de la pared torácica y de la distensibilidad abdominal puede afectar la medición de la curva de presión volumen, alterando el punto de inflexión. (23)

Hickling ha propuesto que un ensayo con PEEP en orden descendente iniciado con el pulmón completamente inflado, puede reflejar de una manera más exacta la verdadera presión de cierre de las unidades pulmonares durante la expiración. (24)

Otros hallazgos hechos por Hickling y otros ha sido que las unidades pulmonares, se abren a diferentes presiones por arriba del punto de inflección, por lo que no se puede esperar que todas las unidades abran súbitamente en algún umbral de presión , pero muchas de ellas se pueden abrir gradualmente conforme la presión se incrementa. (25) (26)

Los métodos que se han propuesto para titulación de PEEP descendente son:

Reclutamiento, ventilación en control presión con presión pico de 35 , descenso de la FIO de 1.0 hasta obtener una SpO2 que se estabiliza entre 90 y 94%, posteriormente descenso de la PEEP de 2cmH20 c/15 a 20 min a partir de 20 cmH20 PEEP, hasta que la SpO2 caiga por debajo de 90%, el nivel de PEEP que precede al descenso, es considerado el PEEP optimo, finalmente se incrementa la FIO2 al 1.0 , se recluta y se ajusta la PEEP de acuerdo a los hallazgos. (27)

Reclutamiento, ventilación en control presión con volumen corriente de 7ml/kg, presión pico de 45, descenso de la FIO de 1.0 hasta obtener una SpO2 que se estabiliza entre 92 y 95%, posteriormente descenso de la PEEP de 1cm H20 a partir de 20 cmH20 PEEP, hasta que la SpO2 caiga por debajo de 92%, el nivel de PEEP que precede al descenso, es considerado el PEEP optimo, no se

realizo un segundo reclutamiento solo se ajusta la PEEP de acuerdo a los hallazgos. (28)

Reclutamiento, ventilación en control presión con volumen corriente de 4ml/kg, FIO de 1.0, posteriormente descenso de la PEEP de 2 cmH<sub>2</sub>O a partir de 26 cmH<sub>2</sub>O PEEP c/4 min, la PEEP optima fue definida como aquella encontrada a 2cmH<sub>2</sub>O arriba del nivel, donde hubo una caída de la PaO<sub>2</sub> de más del 10%, posteriormente se recluto, se ajusto el volumen corriente a 6ml/Kg y se descendió la FIO<sub>2</sub>. (29)

realizo un segundo reclutamiento solo se ajusta la PEEP de acuerdo a los hallazgos. (28)

Reclutamiento, ventilación en control presión con volumen corriente de 4ml/kg, FIO de 1.0, posteriormente descenso de la PEEP de 2 cmH<sub>2</sub>O a partir de 26 cmH<sub>2</sub>O PEEP c/4 min, la PEEP optima fue definida como aquella encontrada a 2cmH<sub>2</sub>O arriba del nivel, donde hubo una caída de la PaO<sub>2</sub> de más del 10%, posteriormente se recluto, se ajusto el volumen corriente a 6ml/Kg y se descendió la FIO<sub>2</sub>. (29)

### **Justificación**

En nuestra unidad es común el abordaje y manejo de pacientes con SIRA y LPA.

Existe evidencia que sugiere que el abordaje terapéutico en relación al manejo de la ventilación mecánica puede mejorar la sobrevida

En nuestra unidad empleamos el uso de maniobras de reclutamiento y la titulación de la PEEP de manera descendente tanto en una modalidad ciclada por tiempo como en una modalidad ciclada por volumen así como integramos el concepto de pulmón abierto con las medidas de protección pulmonar.

En la literatura no se encontraron ensayos clínicos que comparen dos

modalidades de titulación de la PEEP en forma descendente.

Ante tal contexto se realizó un ensayo clínico donde se aleatorizaron pacientes con SIRA o LPA a recibir maniobras de reclutamiento así como titulación de la PEEP de manera descendente en una modalidad ciclada por tiempo y ciclada por volumen, obteniéndose la PEEP óptima por ambos métodos en cada uno de los pacientes por medio de la determinación de la distensibilidad estática pulmonar.

modalidades de titulación de la PEEP en forma descendente.

Ante tal contexto se realizó un ensayo clínico donde se aleatorizaron pacientes con SIRA o LPA a recibir maniobras de reclutamiento así como titulación de la PEEP de manera descendente en una modalidad ciclada por tiempo y ciclada por volumen, obteniéndose la PEEP óptima por ambos métodos en cada uno de los pacientes por medio de la determinación de la distensibilidad estática pulmonar.

### **Hipótesis Nula:**

Existe diferencia en la determinación de la PEEP óptima cuando se titula en forma descendente en una modalidad ciclada por tiempo, en comparación con una modalidad ciclada por volumen.

### **Objetivo Primario**

Demostrar que no existe diferencia en la determinación de la PEEP óptima cuando se titula de forma descendente en una modalidad ciclada por tiempo en comparación de una modalidad por volumen.

## **Objetivos Secundarios**

Encontrar otras variables que nos auxilien en la determinación de la PEEP optima cuando se lleva a cabo la titulación de forma descendente.

## **Objetivos Secundarios**

Encontrar otras variables que nos auxiliem en la determinación de la PEEP optima cuando se lleva a cabo la titulación de forma descendente.

## **Material y Métodos**

### **Diseño del estudio**

Se realizó un ensayo clínico prospectivo, observacional donde se reclutaron pacientes con SIRA o LPA que no se lograron ventilar ni oxigenar con medidas convencionales, los cuales fueron aleatorizados para determinar el orden de la titulación de la PEEP. Los pacientes fueron estabilizados desde el punto de vista hemodinámico obteniéndose TAM de 70 y PVC 8mmHg por medio del uso de soluciones cristaloides o vasopresores, posteriormente fueron sedados con fentanilo y midazolam a dosis convencionales así como relajados con Cisatracurio y/o Vecuronio a dosis convencionales, posteriormente se ajustaron los ventiladores a VC de 6ml/kg, FIO<sub>2</sub> 100%, PEEP 6, presiones mesetas  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O, FR 18- 25, relación I: E de 1:2 por 5 minutos.

La secuencia continua como sigue:

- Primero se les aplicó una maniobra de reclutamiento:

Modalidad ciclada por tiempo, PEEP 20 cmH<sub>2</sub>O, soporte de 30cmH<sub>2</sub>O, pico de 50 cmH<sub>2</sub>O por 2 minutos con una frecuencia respiratoria de 10 x minuto con una relación I: E de 1:1

- Segundo se titula la PEEP de manera descendente de acuerdo al orden establecido:

Modalidad ciclada por volumen con VC de 6ml/kg, PEEP 20 relación I: E de 1:2, frecuencia respiratoria basal, pausa inspiratoria después de 2 minutos, obtención de la presión meseta y determinación de la distensibilidad estática, posteriormente descenso de la PEEP de 2cmH<sub>2</sub>O hasta un valor de 6 cmH<sub>2</sub>O.

- Tercero maniobra de reclutamiento ya descrita
- Cuarto se titula la PEEP de manera descendente de acuerdo al orden establecido

Modalidad ciclada por tiempo con PEEP 20 cmH<sub>2</sub>O, soporte de presión 20cmH<sub>2</sub>O, frecuencia basal, pausa inspiratoria después de 2 minutos, obtención de la presión meseta y determinación de la distensibilidad estática, posteriormente descenso de la PEEP de 2cmH<sub>2</sub>O, hasta un valor de 6 cmH<sub>2</sub>O.

- Quinto maniobra de reclutamiento ya descrita
- Sexto ajuste de la PEEP de acuerdo a la titulación así como ajuste de ventilación mecánica de acuerdo al basal.

## **Objetivos Secundarios**

Encontrar otras variables que nos auxiliem en la determinación de la PEEP optima cuando se lleva a cabo la titulación de forma descendente.

## **Material y Métodos**

### **Diseño del estudio**

Se realizó un ensayo clínico prospectivo, observacional donde se reclutaron pacientes con SIRA o LPA que no se lograron ventilar ni oxigenar con medidas convencionales, los cuales fueron aleatorizados para determinar el orden de la titulación de la PEEP. Los pacientes fueron estabilizados desde el punto de vista hemodinámico obteniéndose TAM de 70 y PVC 8mmHg por medio del uso de soluciones cristaloides o vasopresores, posteriormente fueron sedados con fentanilo y midazolam a dosis convencionales así como relajados con Cisatracurio y/o Vecuronio a dosis convencionales, posteriormente se ajustaron los ventiladores a VC de 6ml/kg, FIO<sub>2</sub> 100%, PEEP 6, presiones mesetas  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O, FR 18- 25, relación I: E de 1:2 por 5 minutos.

La secuencia continuo como sigue:

- Primero se les aplico una maniobra de reclutamiento:

Modalidad ciclada por tiempo, PEEP 20 cmH<sub>2</sub>O, soporte de 30cmH<sub>2</sub>O, pico de 50 cmH<sub>2</sub>O por 2 minutos con una frecuencia respiratoria de 10 x minuto con una relación I: E de 1:1

- Segundo se titula la PEEP de manera descendente de acuerdo al orden establecido:

Modalidad ciclada por volumen con VC de 6ml/kg, PEEP 20 relación I: E de 1:2, frecuencia respiratoria basal, pausa inspiratoria después de 2 minutos, obtención de la presión meseta y determinación de la distensibilidad estática, posteriormente descenso de la PEEP de 2cmH<sub>2</sub>O hasta un valor de 6 cmH<sub>2</sub>O.

- Tercero maniobra de reclutamiento ya descrita
- Cuarto se titula la PEEP de manera descendente de acuerdo al orden establecido

Modalidad ciclada por tiempo con PEEP 20 cmH<sub>2</sub>O, soporte de presión 20cmH<sub>2</sub>O, frecuencia basal, pausa inspiratoria después de 2 minutos, obtención de la presión meseta y determinación de la distensibilidad estática, posteriormente descenso de la PEEP de 2cmH<sub>2</sub>O, hasta un valor de 6 cmH<sub>2</sub>O.

- Quinto maniobra de reclutamiento ya descrita
- Sexto ajuste de la PEEP de acuerdo a la titulación así como ajuste de ventilación mecánica de acuerdo al basal.

**Criterios de Inclusión:**

- Pacientes mayores de 18 años de edad
- Pacientes con criterios de SIRA o LPA de acuerdo al consenso americano – europeo de 1994. (30)
- Pacientes con inestabilidad respiratoria en los modos convencionales de ventilación mecánica

**Criterios de Exclusión:**

- Pacientes con inestabilidad hemodinámica (TAS <100)
- Pacientes con Arritmias
- Pacientes con Barotrauma
- Pacientes con anomalías estructurales del tórax
- Pacientes con enfermedad pulmonar avanzada (fibrosis pulmonar)
- Pacientes mayores de 70 años
- Pacientes embarazadas
- Pacientes con datos de hipertensión intracraneal
- Pacientes con aneurismas aórticos

### **Variable Dependiente:**

Distensibilidad Estática: ml/cmH<sub>2</sub>O.

PaO<sub>2</sub>: mmHg

Pa/Fio<sub>2</sub>: mmHg.

Volumen Corriente Espirado: ml.

Presión Meseta: cmH<sub>2</sub>O.

### **Variables Independientes**

Volumen corriente inspirado: ml.

Fracción inspirada de Oxígeno: %

PEEP: cm H<sub>2</sub>O.

Frecuencia respiratoria: respiraciones x minuto.

Presión de soporte inspiratorio: cmH<sub>2</sub>O.

### **Muestreo**

Tomando como base del estudio la correlación lineal simple (para dos variables) y análisis de residuales, se estima una muestra de 10 pacientes.

### **Análisis Estadístico:**

Se realizó correlación lineal simple (PEEP titulado por presión y PEEP titulado por volumen), se realizó análisis de residuales. Se tomó como significativa una  $p$  menor a 0.05.

Se utilizó el software MINITAB versión 13.1.

### **Resultados:**

Se incluyeron a 10 pacientes que ingresaron a la unidad en el período comprendido entre abril y julio del presente año. La mortalidad del grupo fue de 50% (n 5). La edad promedio fue de 52.80+/- 10.59 años y el índice de Kirbi de 80.95+/- 18.07.

En correlación lineal se observa un coeficiente de 0.957 ( $p$  0.0001). La ecuación de regresión es de:

$$Y: 2.34 + 0.787 (\text{presión}).$$

En análisis de residuales se observa que solo el 20% (n 2) se encuentran fuera de rango (dos desviaciones estándar), tal como se muestra en la tabla 1.

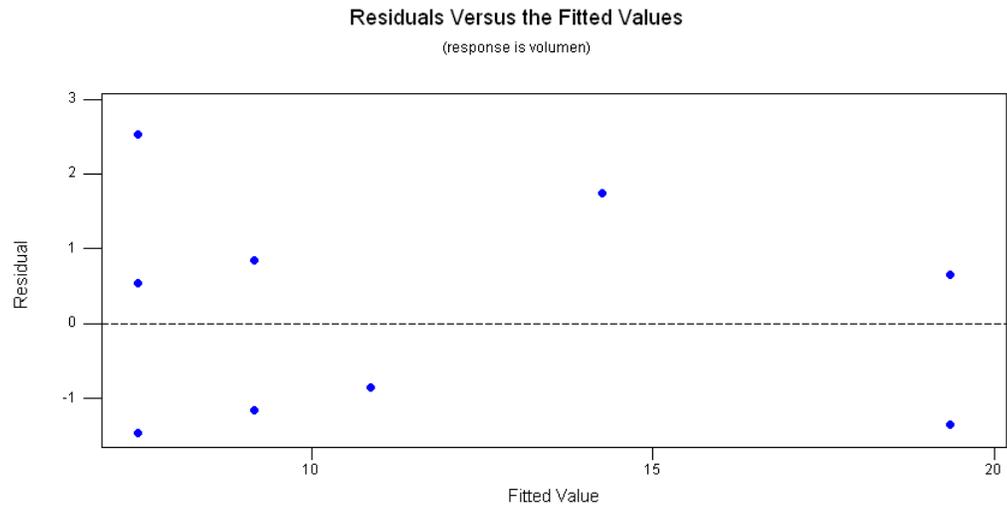


Tabla 1. Análisis de residuales a dos desviaciones estándar, presión versus volumen.

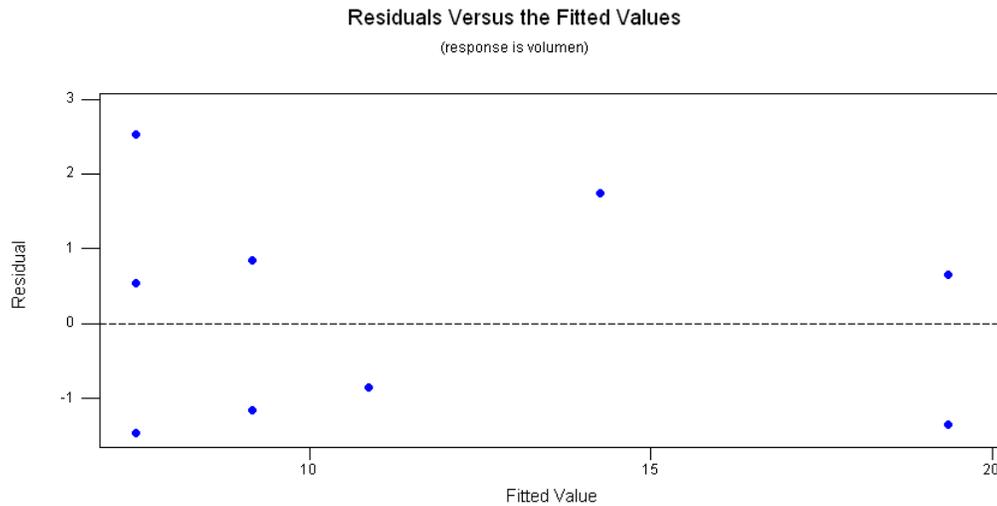


Tabla 1. Análisis de residuales a dos desviaciones estándar, presión versus volumen.

**Discusión:**

En nuestra unidad integramos el concepto de ventilación mecánica con protección pulmonar así como el concepto de pulmón abierto, este último elemento alcanzado con la utilización de maniobras de reclutamiento así como titulación de PEEP en el asa de desuflado vía titulación en una modalidad ciclada por tiempo y/ o en una modalidad ciclada por volumen.

Cuando se lleva a cabo la titulación de la PEEP, se recomienda, que la PEEP debe ser la única variable, manteniendo de manera fija y segura el resto de los elementos tales como lo son la posición del paciente, el nivel de sedación, la FIO2, el volumen corriente o el nivel de presión de control. (30)

En virtud de la recomendación y al hecho de que el manejo de estos pacientes se lleva a cabo con el uso de presiones mesetas  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O así como el uso de volúmenes corrientes de 6ml/kg , se considero necesario determinar si la obtención de la PEEP optima estaba influenciada por su obtención cuando se usa una modalidad ciclada por tiempo con presiones de soporte fijas en 20cm H<sub>2</sub>O ó por una modalidad ciclada por volumen con volúmenes corrientes fijos de 6ml/kg.

Se considero que el uso de una modalidad ciclada por tiempo podría alterar la obtención de la PEEP optima , ya que los volúmenes corrientes obtenidos de esta manera pueden variar de acuerdo a la impedancia del sistema respiratorio ( resistencia al flujo y distensibilidad del sistema respiratorio) (31) , por lo tanto agregar mayor variabilidad en la lectura de los volúmenes corrientes y por ende de la distensibilidades y por lo tanto de la PEEP optima.

En base a esta hipótesis se considero que los efectos benéficos de la PEEP se pueden perder si se utiliza una titulación en una modalidad ciclada por tiempo como la antes expuesta, ya que se obtienen lecturas con mayor variabilidad y menor reproducibilidad que con respecto a una modalidad ciclada por volumen .

En el presente trabajo se encontró una alta correlación entre la obtención de la PEEP optima o PEEP de pulmón abierto entre una modalidad de titulación ciclada por tiempo y una modalidad ciclada por volumen.

Consideramos que este efecto pudo haberse obtenido, gracias al efecto de las maniobras de reclutamiento pulmonar, lo cual permitió trabajar con un pulmón

abierto con un comportamiento más uniforme, y menos variable con respecto a la mecánica pulmonar.

Hubo mayor tendencia a sobreestimar la PEEP óptima cuando se tituló por volumen, probablemente debido al uso de menores presiones en una modalidad ciclada por volumen ajustada a un  $V_c$  de 6ml/kg, sin embargo no alcanza significancia estadística, por lo que solo se puede concluir que no hay diferencia entre hacerlo por un método u otro.

Aun hacen falta estudios para estandarizar el mejor método para obtener los beneficios de la estrategia planteada por el concepto de pulmón abierto, estos estudios deberán encaminarse a determinar las maniobras de reclutamiento más útiles, del cual aun no se obtiene un consenso con respecto a su eficacia.

Algunos estudios preliminares encontraron que la obtención de un índice dado por la suma de  $PaO_2 + PaCO_2$  mayor o igual a 400 mmHg ( $F_{iO_2}$  al 100%) corresponde a menos de 5% de tejido colapsado en una TAC en pacientes con SIRA. (32)

Con respecto a la titulación de la PEEP y la obtención de la PEEP de pulmón abierto, se ha propuesto obtener, cuando se detecte colapso pulmonar. Este se identifica:

1. Descenso de la oxigenación mayor del 10% con respecto a un máximo, después de haberse llevado a cabo el reclutamiento. (32) (33)
2. Descenso de la máxima distensibilidad.(24) (34)

Todo esto es llevado a cabo durante una titulación de PEEP de manera descendente.

**Conclusión:**

Se encontró una alta correlación entre las titulaciones del PEEP hechas en modo ventilatorio de volumen y de presión. Se observó patrón de tendencia: hubo sobreestimación en el método por volumen. Solo el 10% (n 1) de las mediciones tuvieron una discrepancia de 4 c/c de agua.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Arroliga AC, Ghamra ZW, Perez- Trepichio, et al. Incidence or ARDS in an adult population of Northeast Ohio. Chest 2002, 121: 1972-1976.
- 2.- Bersten AD, Edibam C, et al: Incidence and mortality of acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome in three Australian states. Am J Respir Crit Care Med 2002, 165:443-448.
- 3.- Ferguson ND, Frutos-Vivar F, Esteban A: Mortaliy rates in patients with ARDS: What Shoulb be the reference standar. In Yearbook of intensive Care and Emergency Medicine. Edited by Vincent JL. Berlin, Springer, 2003: 231-242.
- 4.- Ventilation with lower tidal voluemes as compared with traditional tidal voluemes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. N Eng J Med 2000: 342:1301-1308.
- 5.- Dreyfuss D, Saumon G: Ventilator- Induced lung injury: Lessons from experimental studies. A J Respir Crit Care Med 1998; 157: 294 – 323.
- 6.- Brochard L, Roudot – Thoraval F, et al, Tidal volumen reduction for prevention of ventilator induced lung injury in acute respiratory distress syndrome. The Multicenter Trail Group on tidal Voluemen reduction in ARDS. Am J Respir Crit Care Med 1998; 158:1831 -1838.

7.- Suter PM , Failey B, Isenberg MD, Optimum end expiratory airway pressure in patients with acute pulmonary failure. N Eng J Med. 1975; 292: 284 – 289.

8.- Lu Q, Vieira SR, Ri, et al: A simple automated method for measuring pressure volume curves during mechanical ventilation. Am J Respir Crit Care Med 1999; 159: 275-282

9.- Mankikian B , Lemaire F, et al: A new device for mesurment of pulmonary pressure- volume curves in patients on mechanical ventilation. Crit Care Med 1983; 11:897 – 901

10.- Ranieri VM, Giuliani R, Fiore T, et al: Volume-pressure curve of the respiratory system predicts effects of PEEP in ARDS: Occlusion vs Constant flow technique. AM J Resp Crit Care Med. 1994; 149:19-27.

11.- Servillo G, Svantesson C, Beydon L, et al: Pressure-volueme curves in acute respiratory failure: Automated low flow inflation vs occlusion. Am J Respir Crit Care Med 1997; 155: 1629-1636.

12.- Gattinoni L, Mascheroni D, Basilico et al: Volume/Pressure curve of total respiratory system in paralysed patients: Artefacts and correction factors. Intensive Care Med 1987; 13:19-25.

13.- Harris RS, Hess Dr, et al : An objective analysis of the pressure volueme curve in the acute respiratory distress syndrome. Am J Respi Crit Care Med

2000;161:432-439

14.- O Keefe GE, Gentilello LM, et al : Imprecision in lower inflection point estimation from static pressure volume curves in patients at risk for acute respiratory distress syndrome. J Trauma 1998;44:1064-1068

15.- Ward Nicholas, Linn Dennis Y , Nelson David , et al: Successful determination of lower inflection point and maximal compliance in a population of patients with acute respiratory distress syndrome. Crit Care Med 2002;30:5:963-968.

16.- Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open. Intensive Care Med. 1992;18:81.

17.- Amato MB, Barbas CS, Medeiros, et al. Effect of protective ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. N Eng J Med 1998, 338:347-354.

18.- Lapinsky SE, Aubin M, Mehta S, et al. Safety and efficacy of a sustained inflation for alveolar recruitment in adults with respiratory failure. Intensive Care Med 1999,25:1297-1301.

19.- Lim CM, Jung H, Koh Y, et al. Effect of alveolar recruitment maneuver in early acute respiratory distress syndrome according to antiderecruitment strategy, etiological category of diffuse lung injury and body position of the patient. Crit Care Med 2003, 31:411-418.

20.- Villagra A, Ochagavia A, Vatua S, et al. Recruitment maneuvers during lung protective ventilation in acute respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med 2002, 165: 165-170.

21.- Jonson B, Richard JC, Straus C, et al. Pressure-volume curves and compliance in acute lung injury : Evidence of recruitment above the lower inflection point. Am J Respir Crit Care Med 1999; 159:1172-1178.

22.- Gattinoni L, Pelosi P, Crotti S et al; Effects of positive end expiratory pressure on regional distribution of tidal volume and recruitment in adult respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med 1995;151:1807-1814.

23.- Ranieri VM, Brienza N, Santostasi S, et al. Impairment of lung and chest wall mechanics in patients with acute respiratory distress syndrome: Role of abdominal distension. Am J Respir Crit Care Med 1997; 156: 1082-1091.

24.- Hickling K: Best compliance during decremental, but not incremental, positive end expiratory pressure trial is related to open lung positive end expiratory pressure: A mathematical model of acute respiratory distress syndrome lungs. Am J Respir Crit Care Med 2001;163:69-78.

25.- Hickling Kg: The pressure volume curve is greatly modified by recruitment. A mathematical model of ARDS lungs. Am J Respir Crit Care Med 1998; 158:194-202.

- 26.- Jonson B, Richard JC, Straus C, et al. Pressure volume curves and compliance in acute lung injury: Evidence of recruitment above the lower inflection point. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:1172-1178.
- 27.- Girgis K, Hamed H, Khater Y, et al. A decremental PEEP trial identifies the PEEP level that maintains oxygenation after Lung Recruitment. *Respiratory Care* 2006; 51:10: 1132- 1139.
- 28.- Tugrul S, Akinci A, Ozcan P, et al. Effects of sustained inflation and postinflation positive end expiraory pressure in acute respiratory distress syndrome: Focusing on pulmonary and extrapulmonary forms. *Crit Care Med* 2003; 31:3 :738-744.
- 29.- Toth I, Leiner T, Mikor A, et al. Hemodynamic and respiratory changes during lung recruitment and descending optimal positive end-expiratory pressure titration in patients with acute respiratory distress syndrome.
- 30.- Bernard GR, Artigas A, Brigham K, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS: definition, mechanisms, relevant outcomes and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:818-24.
- 31.- Marini J, Wheeler A, et al. *Critical Care Medicine: The essentials. Positive End Expiratory and Continuous Positive Airway Pressure. Third Edition* . Lippincott Williams and Wilkins. 2006. p. 162-177.
- 32.- Marini J, Crooke P, Truwit J, et al. Determinants and limits of pressure – preset ventilation: a mathematical model of pressure control. *J Appl Physiol*

1989;67 (3):1081-92.

33.- Borges JB, Okamoto VN, Matos GF, et al. Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2006, 174:268-278.

34.- Schreiter D, Reseke A, Stichrt B, et al. Alveolar recruitment in combination with sufficient positive end expiratory pressure increases oxygenation and lung aeration in patients with severe chest trauma. *Crit Care Med* 2004, 32:968-975.

35.- Suarez S, Bohm S, Tusman G, et al. Use of dynamic compliance for open lung positive end- expiratory pressure titration in an experimental study. *Crit Care Med* 2007, 35:214-221.