

11224



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios de Posgrado e Investigación

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES PARA LOS TRABAJADORES DEL ESTADO.

“UTILIDAD DE LAS MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR Y AJUSTE OPTIMO DE PEEP EN PACIENTES CON SINDROME DE INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA”

Trabajo de Investigación  
Que presenta la

Dra. AIDEE ARACELI RIVERA LAMAS

Para Obtener el diploma de la  
Especialidad de:

MEDICINA DEL ENFERMO  
EN ESTADO CRITICO ADULTO

Asesores de Tesis

Dr. GILBERTO FELIPE VAZQUEZ DE ANDA

Dr. TIBURCIO LOPEZ VALLE



ISSSTE

2004



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.



*[Handwritten signature]*

SUBDIVISION DE INVESTIGACION  
DIVISION DE ESTUDIOS  
FACULTAD DE MEDICINA  
U.N.A.M.

*[Large handwritten signature]*

**Dr. Julio César Díaz Becerra**  
Coordinador de Capacitación,  
Desarrollo e Investigación

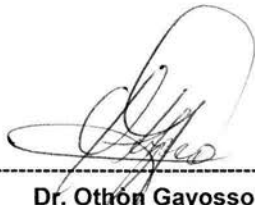


*[Handwritten signature]*

**Dr. Luis S. Alcázar Álvarez**  
Jefe de Enseñanza

**M. en C. Hilda Rodríguez Ortiz**  
Jefe de Investigación





---

**Dr. Othón Gayosso Cruz**  
**Profesor Titular**  
**Medicina del Enfermo en Estado Crítico Adulto**



---

**Dr. Tiburcio López Valle**  
**Asesor de Tesis**



---

**Dr. Roberto Brugada Molina**  
**Vocal de Investigación**

# INDICE

RESUMEN.....	5
SUMMARY.....	6
ANTECEDENTES CIENTÍFICOS.....	7
JUSTIFICACION.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
HIPÓTESIS.....	14
OBJETIVOS.....	14
MATERIAL Y METODOS.....	15
RESULTADOS.....	17
TABLAS.....	18
GRAFICAS.....	20
DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27
GLOSARIO.....	29

## **RESUMEN**

### **INTRODUCCION**

El Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda, es una patología con alta mortalidad que se caracteriza por hipoxia refractaria a la oxigenoterapia, infiltrados bilaterales en la radiografía de tórax y una presión de cuña menor de 18mmHg, se han intentado establecer medidas de estrategia pulmonar con el fin de disminuir la mortalidad, entre los que se encuentran mantener un nivel óptimo de PEEP con el fin de mantener el "pulmon abierto", así como las maniobras de reclutamiento, sin embargo aun existe controversia entre estas.

### **OBJETIVO.**

Determinar la utilidad de las maniobras de reclutamiento y ajuste de PEEP óptimo de acuerdo a las tablas de relación PEEP/FiO<sub>2</sub> vs PEEP alta sin maniobras de reclutamiento en la mejoría de la función pulmonar.

### **MATERIAL Y METODOS.**

Se incluyeron 14 pacientes con SIRA, en ventilación mecánica. Los cuales se formaron dos grupos el primero se manejo con maniobra de reclutamiento y se optimizo el PEEP de acuerdo a las tablas de PEEP/FiO<sub>2</sub>, el segundo grupo solo se ajusto a PEEP alto se tomaron las variables tanto basales, inmediatamente después del ajuste y a las 24 hrs de estas comparandose los cambios entre los dos grupos.

### **RESULTADOS.**

No se encontraron diferencias entre los grupos en cuanto a la diferencia PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, nivel de PEEP, saturación arterial de oxígeno, así como presión meseta y volúmenes corrientes.

### **CONCLUSIONES.**

Los resultados muestran no existen diferencias estadísticamente significativas, sin embargo consideramos que el tamaño de la muestra podría influir en los resultados, por lo que es importante continuar el estudio a fin de contar con una muestra considerable para considerar estos resultados.

## **SUMMARY**

### **INTRODUCTION.**

The respiratory distress syndrome is a disease with high mortality, distinguished for cyanosis refractory to oxygen therapy, diffuse infiltrates evident on the chest radiograph and pulmonary-capillary wedge pressure of 18 mmHg or less. A variety of tactics have been used to establish a protective ventilation strategy that induced higher PEEP levels with goal "open lung" as recruitment maneuvers, resulting in better survival.

### **OBJECTIVE.**

Determine the utility of recruitment maneuvers and PEEP optimum for the relation PEEP/FiO<sub>2</sub> versus higher PEEP without recruitment maneuvers in the best pulmonary function.

### **METHODS.**

Patients were enrolled fourteen with SDRA, that receiving mechanical ventilation. This trial was designed two groups, the first receive recruitment maneuvers and higher a second higher PEEP which according to tables or determined of PEEP and fraction of inspired oxygen.

### **RESULTS.**

No difference between groups in parameter of pulmonary function and oxygenation.

### **CONCLUSION.**

These results suggest not that difference significant, however the number of patients is insufficient is important continued trial.

## ANTECEDENTES CIENTIFICOS

El Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda (SIRA), es un síndrome clínico frecuente, devastador de daño pulmonar agudo que se acompaña de alta mortalidad<sup>1</sup>.

Ashbaugh y colaboradores describen en 1967 por primera vez en 12 pacientes el SIRA donde encontraron cianosis refractaria a la oxigenoterapia, disminución de la distensibilidad pulmonar, e infiltrados difusos en la radiografía de torax.

La ventilación mecánica constituye uno de los principales medidas terapéuticas en el tratamiento del SIRA. Sin embargo, hoy en día el ajuste del PEEP óptimo y su relación con las maniobras de reclutamiento alveolar no ha sido establecido<sup>2</sup>.

El SIRA se caracteriza por hipoxemia refractaria a incrementos graduales en la  $FiO_2$ , incremento en los cortocircuitos pulmonares de derecha a izquierda, disminución de la capacidad funcional residual, edema pulmonar de origen no cardiogénico, atelectasias<sup>3</sup>. La base fisiopatológica de este síndrome se encuentra en la pérdida del surfactante pulmonar, el cual se pierde en las vías aéreas o es inactivado por la presencia de proteínas y sangre en el espacio alveolar proveniente de los capilares pulmonares y de la disrupción de la membrana alveolo-capilar. Es evidente que la severidad de la insuficiencia respiratoria aguda esta directamente relacionada con el número de unidades funcionales o abiertas, es decir, a mayor número de unidades colapsadas o disfuncionales mayor será la hipoxemia observada. Por décadas el tratamiento del SIRA lo ha constituido la ventilación mecánica. Se ha reportado que a pesar de los grandes avances tecnológicos en la creación de ventiladores mecánicos, la mortalidad por SIRA continúa siendo de mas del 60%. Aunque estudios recientes han documentado que con un adecuado tratamiento la mortalidad puede disminuir a menos de 30%.

Sin embargo, una ventilación mecánica sin medidas de protección pulmonar puede condicionar mayor daño al pulmón e incrementar la mortalidad a más del 80%<sup>4,5,6,7</sup>.



Ashbaugh y col.<sup>2</sup>, describe las consecuencias del cierre de las unidades alveolares: hipoxemia, incremento en los cortocircuitos intra pulmonares de derecha a izquierda y atelectasias. La ventilación mecánica fue utilizada en los 12 pacientes que ingresaron al estudio para re-airear o "reclutar" las unidades alveolares colapsadas. En cinco pacientes se aplicó presión positiva al final de la espiración (PEEP) a niveles de 5 a 7 cm H<sub>2</sub>O para prevenir el recolapso durante la espiración. Los autores concluyeron que "el PEEP es útil en combatir las atelectasias y la hipoxemia". En otro estudio <sup>8</sup> el mismo grupo utilizó ventilación ciclada por presión con PEEP de 7 a 10 cm H<sub>2</sub>O, en 21 pacientes con SIRA. Los autores encontraron que una vez que los alvéolos se colapsan se requieren altas presiones de amplitud en la ventilación mecánica, y durante la cual el gas administrado es distribuido principalmente a unidades alveolares sanas. Altas presiones inspiratorias pico (PIP) entre 60 a 70 cm H<sub>2</sub>O fueron requeridas para alcanzar volúmenes corrientes de 400 a 500 mL. La combinación de PIP y PEEP pudo mejorar la oxigenación; y ocurrió colapso alveolar cuando la ventilación mecánica fue aplicada sin PEEP.

Kirby y col.<sup>9</sup>, utilizaron niveles de PEEP  $\geq$  25 cm H<sub>2</sub>O en 28 pacientes con SIRA. Los autores encontraron que muy altas presiones inspiratorias (hasta 160 cm H<sub>2</sub>O) fueron requeridas al inicio de la ventilación mecánica para proporcionar un volumen corriente de 1000 mL. La oxigenación mejoró con el uso de PEEP y no se observó inestabilidad hemodinámica. Barotrauma fue documentado en algunos casos, y se reportó una sobrevivencia del 61%. Se sabe que altas presiones de amplitud (diferencia entre la presión inspiratoria pico y PEEP), altos volúmenes corrientes, y bajos niveles de PEEP pueden causar daño a los pulmones. Se han desarrollado diversos tipos de ventiladores, así como diversas estrategias ventilatorias para mejorar la oxigenación y, al mismo tiempo, evitar lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica (LPVIM). <sup>10</sup> Hoy en día, para obtener un adecuado intercambio de gases se ha sugerido una maniobra de re-aireación o "reclutamiento" para abrir la mayoría de las unidades alveolares colapsadas. También se ha recomendado que después de la maniobra de re-aireación o "reclutamiento" se continúe con un modo de ventilación con baja presión de

amplitud, bajo volumen al final de la inspiración y suficiente nivel de PEEP.<sup>11</sup> Se ha sugerido que esta estrategia ventilatoria puede jugar un papel importante en la evolución clínica del SIRA y mejorar la sobrevida de los pacientes con éste síndrome.

El consenso americano-europeo para definir SIRA, estableció tres parámetros para determinar la presencia o ausencia de éste síndrome, quedando en tres niveles de función pulmonar. El primero normal, caracterizado por una relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  mayor de 300, ausencia de infiltrados pulmonares y una presión en cuña de la arteria pulmonar menor a 18 mmHg, o en su defecto, evidencia de adecuada función cardíaca. El segundo como lesión pulmonar aguda establecido por una  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menor de 300 y mayor de 200 con infiltrados pulmonares y sin falla cardíaca. El tercer punto es para definir SIRA el cual esta caracterizado por una relación de  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menor de 200, con infiltrado en por lo menos dos cuadrantes en la radiografía de tórax y sin evidencia de falla ventricular izquierda<sup>3,4,5,6,7</sup>.

Recientemente se publicaron los resultados de un estudio multicéntrico<sup>12</sup>, en el cual pacientes con SIRA fueron asignados al azar en dos grupos para recibir dos niveles de  $V_t$  durante la ventilación mecánica; Un grupo recibió un  $V_t$  bajo (6 mL/kg) y el otro recibió un  $V_t$  "tradicional" (12 mL/kg). Las variables de estudio fueron: egreso hospitalario o muerte, días sin asistencia mecánica ventilatoria, y falla orgánica múltiple. El estudio fue detenido después de haberse ingresado a 861 pacientes debido a los resultados favorables para el grupo tratado con bajos volúmenes corrientes. Los resultados mostraron una disminución significativa en la mortalidad y en el tiempo sin asistencia mecánica ventilatoria al día 28 en el grupo tratado con  $V_t$  bajo. En éste grupo los bajos volúmenes corrientes administrados (6,2 ± 0.8 mL/kg) resultaron en una presión meseta de 25 ± 6 cm H<sub>2</sub>O la cual fue significativamente más baja que la presión meseta del grupo tratado con "Vt tradicional" (33 ± 8 cm H<sub>2</sub>O).

En el grupo con  $V_t$  bajo se utilizaron niveles más altos de PEEP. Los autores concluyen que en los pacientes con SIRPA el uso de bajos volúmenes corrientes

durante la ventilación mecánica disminuye la mortalidad y el número de días sin asistencia mecánica ventilatoria.<sup>12</sup>

El Concepto de Apertura Pulmonar” desarrollado por Lachmann y col.<sup>11,13,14</sup> hace más de 20 años aún permanece como una estrategia ventilatoria para proteger al pulmón durante la ventilación mecánica, y define el tratamiento global y lo principales puntos para un ajuste adecuado del ventilador.

El estado de apertura pulmonar está caracterizado por un adecuado intercambio de gases. Los cortocircuitos intrapulmonares están por debajo del 10% lo cual corresponde a una PaO<sub>2</sub> de más de 450 mmHg con oxígeno al 100%. Al mismo tiempo, las presiones de la vía aérea se mantendrán al mínimo para asegurar los requerimientos en el intercambio de gases. Manteniendo en lo posible estabilidad hemodinámica.<sup>11</sup>

Los siguientes puntos descritos por Lachmann y col.<sup>13</sup> describen el concepto del tratamiento:

- 1) Se debe sobrepasar la presión crítica de apertura alveolar durante la inspiración
- 2) Esta presión de apertura deberá mantenerse por un cierto período
- 3) Durante la espiración, no deberá permitirse que la presión en la vía aérea disminuya al punto crítico de cierre y permita que las unidades alveolares se colapsen.

“El Concepto de Apertura Pulmonar” es seguro cuando se utiliza un modo de ventilación controlado por presión; la aplicación de este concepto con un ventilador ciclado por volumen puede ser considerada como un error profesional. Durante el proceso de apertura pulmonar, la PaO<sub>2</sub> ayuda a guiar este procedimiento, debido a que es el único parámetro confiable que correlaciona con el tejido pulmonar que participa en el intercambio de gases.

El objetivo inicial de la intervención es para abrir o reairar (“reclutar”) las unidades alveolares colapsadas. En este paso es muy importante ajustar; el nivel del PEEP externo (PEEP<sub>ext</sub>) y del auto PEEP (PEEP<sub>int</sub>), ambos constituyen el PEEP total (PEEP<sub>t</sub>), la frecuencia respiratoria (FR), la relación I/E, y la PIP. El PEEP<sub>ext</sub> deberá estar por lo menos entre 15-20 cm H<sub>2</sub>O, se incrementa la FR de 10-20 a 25-30 respiraciones/min para obtener algo de PEEP<sub>int</sub> (tiempo espiratorio

acortado para evitar el colapso alveolar al final de la espiración), esto mantendrá abiertas aquellas unidades las cuales son re-aireadas o "reclutadas" por la PIP. A continuación se ajusta una relación I/E la cual garantice un flujo de cero al final de la inspiración, las presiones pico son incrementadas hasta 15-20 cm H<sub>2</sub>O por 20 s, hasta el punto en donde, a pesar del incremento de presión inspiratoria pico, no se observe mayor incremento en la PaO<sub>2</sub>. Si la enfermedad pulmonar no es homogénea, lo cual es casi siempre el caso, puede haber una gran diferencia en las presiones necesarias para abrir unidades alveolares colapsadas; así mientras que algunas unidades alveolares estarán abiertas, otras necesitarán mayores incrementos en la presión para sobrepasar el punto crítico de apertura. El nivel absoluto de PaO<sub>2</sub> a este punto refleja el número de unidades alveolares funcionales. El pulmón entonces es llamado "abierto", se establece el nivel de las presiones de la vía aérea y se registra como presiones de apertura.

La segunda intervención es para encontrar el punto de presión crítico de cierre. Después de haber logrado la "apertura pulmonar", la inestabilidad alveolar ocurrirá solo a bajas presiones de la vía aérea. Como consecuencia, la PIP y el PEEP<sub>ext</sub> puedan ser cuidadosamente reducidos a un nivel seguro (que no permita colapso alveolar), por lo general este nivel es a 2 cm H<sub>2</sub>O por arriba del punto crítico de cierre. Durante esta fase la PaO<sub>2</sub> deberá permanecer alta a pesar de la reducción de presión en la vía aérea, una vez que el punto crítico de cierre se ha alcanzado, el cual corresponde al punto en el cual las unidades pulmonares menos distensibles empiezan a colapsarse, se registra éste punto y se denomina "presión de cierre". Al ocurrir esto, se incrementa nuevamente la presión inspiratoria pico hasta el punto previamente definido como de "apertura pulmonar" y se mantiene por unos 15 a 20 s (reapertura). De esta manera los pulmones están nuevamente "abiertos" o re-aireados, después el nivel de presión deberá ser reducido a 2-3 cm por arriba del punto de cierre o colapso alveolar.

Después del procedimiento de apertura pulmonar y una vez encontrado la presión de cierre o colapso, la presión de amplitud resultante es disminuida, normalmente entre 8-12 cm H<sub>2</sub>O manteniendo al mismo tiempo el intercambio de gases. A éste punto se le denomina "manteniendo al pulmón abierto". En todos los

procedimientos de apertura pulmonar desarrollados con "El Concepto de Apertura Pulmonar", no se ha observado hipercapnia y por lo tanto no debe ser aceptada. En el transcurso de la enfermedad el ventilador deberá ser ajustado cuidadosamente a cualquier cambio en el estado respiratorio del paciente. Una reducción del nivel de presiones es posible unas horas después de la maniobra de apertura, en especial cuando el paciente no ha sido ventilado mecánicamente por más de 24 horas.

Es muy importante entender que los pulmones deberán mantenerse aireados o "abiertos" todo el tiempo que dure la ventilación mecánica. Desconexiones innecesarias, así como aspiración traqueal deberá ser evitado en lo posible. La caída de  $Pao_2$  indica que una nueva maniobra de re-aireación o "reclutamiento" deberá ser desarrollada de la manera ya descrita. También, durante la fase de retiro de la ventilación mecánica, uno deberá garantizar suficiente nivel de PEEP para mantener los pulmones "abiertos". Esto puede ser combinado con un modo de ventilación por soporte con presión para mantener un nivel adecuado de  $CO_2$ . Ambos niveles de soporte deberán ser reducidos de acuerdo con la mejoría y la condición clínica del paciente. De preferencia la re-aireación alveolar o "reclutamiento" alveolar deberá realizarse en las primeras 48 horas de ventilación mecánica. Aún en casos en que los alvéolos no sean reclutados con la maniobra debido a una consolidación pulmonar, i.e. neumonía, esta maniobra podrá prevenir mayor daño a las áreas pulmonares reaireadas<sup>15</sup>.

Estudios recientes donde comparan PEEP alto, PEEP bajo, y maniobras de reclutamiento y PEEP alto, muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a mortalidad entre los tres grupos, concluyen en la posibilidad que la disminución en la mortalidad en pacientes con SIRA se deba mas que nada, a las estrategias de protección pulmonar: Sin embargo, estudios ulteriores muestran que las maniobras de reclutamiento son útiles para mantener la función pulmonar e índices de oxigenación, existiendo aun controversia en que tipo de maniobra de reclutamiento, cual es el nivel optimo de PEEP y que método para determinarlo es el mas adecuado para mantener el "pulmón abierto"<sup>16,17</sup>.

## JUSTIFICACIÓN

La ventilación mecánica constituye la medida terapéutica más importante en el tratamiento de la Insuficiencia Respiratoria Aguda. Es sabido que el SIRA se caracteriza por hipoxemia refractaria a incrementos progresivos en la fracción inspirada de oxígeno por presencia de zonas atelectásicas, edema agudo pulmonar no cardiogénico y alteraciones en la difusión, condicionando un incremento en los cortocircuitos intrapulmonares de derecha a izquierda y alteraciones en la ventilación perfusión. colapsadas no funcionales a funcionales. Sin embargo, existe aun la controversia de un nivel adecuado de presión positiva al final de la espiración para mantener el pulmón abierto. Se ha demostrado que las maniobras de reclutamiento alveolar mejoran la función pulmonar al rehabilitar unidades. Existe aún divergencia sobre la maniobra de reclutamiento y su relación con el óptimo nivel de PEEP, por lo que en el presente trabajo se pretende establecer el óptimo nivel de PEEP a través de la maniobra de desaturación después de una maniobra de reclutamiento alveolar, comparado con las tablas de ajuste de PEEP y  $F_{iO_2}$  durante la ventilación mecánica en pacientes con SIRA. Nosotros postulamos que el nivel óptimo de PEEP posterior a una maniobra de reclutamiento alveolar, desde el punto de vista de función pulmonar, es aquel que permita un adecuado intercambio de gases a una fracción inspirada del 21% ya que reflejará únicamente unidades funcionales, sin contribución de una  $F_{iO_2}$  elevada.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

¿el uso de PEEP alto mas maniobras de reclutamiento alveolar será superior en mejorar los parámetros de la función pulmonar y oxigenación que el PEEP alto sin maniobras de reclutamiento alveolar en los pacientes con SIRA?

## **HIPÓTESIS**

El uso de PEEP alto mas maniobras de reclutamiento alveolar mejoran los parámetros de la función pulmonar y oxigenación de los pacientes con SIRA en comparación con el manejo de PEEP alto sin maniobras de reclutamiento.

## **OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la utilidad de las maniobras de reclutamiento y ajuste de PEEP optimo de acuerdo a las tablas de relación PEEP/FiO<sub>2</sub> vs PEEP alta sin maniobras de reclutamiento en la mejoría de la función pulmonar.

### **OBJETIVO ESPECIFICO**

Determinar la diferencia de Pao<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> basal, inmediatamente y final de las MRA y ajuste de PEEP.

Determinar el ID basal, inmediatamente y final de la MRA y ajuste del PEEP optimo

Determinar el nivel de PEEP basal, inmediatamnte y después de la MRA y ajuste optimo de PEEP

Determinar los índices de intercambio de gases antes y después de la MRA

## **MATERIAL Y METODOS**

Se llevo a cabo un estudio prospectivo en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Regional. Lic. Adolfo Lopez Mateos, ISSSTE y en el Hospital de Oncologia del Centro Medico Nacional Siglo XXI, Unidad de Cuidados Intensivos Oncologicos.

En el periodo comprendido Enero a Agosto del año 2004, se estudiaron 14 pacientes que cumplieran los criterios del consenso americano europeo de SIRA bajo apoyo mecanico ventilatorio en modo de presion control, con volumenes corrientes de 6ml/Kg, bajo sedación manteniendo una escala de Ramsay de V-VI, y bajo monitoreo hemodinamico, y con estabilidad hemodinamica.

Los paciente se asignaron al azar para ser manejados un grupo con maniobras de reclutamiento y posterior a esta ajuste del PEEP optimo por las tablas recomendadas, y otro grupo donde solo se ajustaria el PEEP alto de acuerdo a las tablas de relación PEEP/FiO<sub>2</sub>.. Un tercer grupo para ser manejado con PEEP bajo no fue posible realizarlo ya que presentaban desaturación arterial.

La maniobra de reclutamiento alveolar se llevo a cabo dentro de las primeras 48hrs, del iniciada la ventilación mecanica. Se utilizo el modo de presión control en forma progresiva de 10cmH<sub>2</sub>O en 10cmH<sub>2</sub>O hasta alcanzar 30cmH<sub>2</sub>O, esto se llevo a cabo en un lapso de 1 minuto, el PEEP se aumento de 5 en 5cmH<sub>2</sub>O hasta alcanzar un máximo de 25cmH<sub>2</sub>O, simultaneamente en el mismo lapso, durante 3 minutos en total. Durante la maniobra se mantuvo vigilancia estrecha de la presión arterial media, posterior a la maniobra de reclutamiento se ajusto el nivel de PEEP de acuerdo a las tablas recomendadas de relacion de PEEP/FiO<sub>2</sub> <sup>16,17</sup>.

El segundo grupo fue manejado solo con PEEP alto de acuerdo a las tablas de relación PEEP/FiO<sub>2</sub> <sup>16,17</sup>.

Se registraron las variables gasométricas como PaO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>, relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, FiO<sub>2</sub> así como Volumen corriente, presión meseta, distensibilidad pulmonar al ingreso (basal) , así como después de la maniobra de reclutamiento alveolar y ajuste de PEEP alto, así como a las 24 horas.



## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **CRITERIOS DE INCLUSION**

- Pacientes con edad entre 18 – 85 años
- Pacientes con o sin patología pulmonar
- Pacientes en ventilación mecánica
- Pacientes con estabilidad hemodinámica ( PAM mayor o = a 60 mmHg.)
- Pacientes monitorizados con oximetría de pulso con adecuada onda de pulso
- Pacientes eutérmicos
- Con Insuficiencia Respiratoria Aguda
- Que requieran medidas de protección pulmonar

### **CRITERIOS DE EXCLUSION**

- Pacientes con inestabilidad hemodinámica.
- Pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)
- Pacientes fumadores

### **CRITERIOS DE ELIMINACION**

- Pacientes que se encuentren hemodinámicamente inestables durante la ventilación mecánica o  $\text{SatO}_2 < 85\%$  durante el procedimiento.
- Pacientes hipotérmicos
- Pacientes con señal de oximetría defectuosa y/o dudosa
- Pacientes que desarrollen neumotórax como consecuencia de la MRA

## **PROCEDIMIENTOS**

Se incluyeron a 14 pacientes en ventilación mecánica con SIRA. Se utilizó la curva de desaturación para obtener tanto el gradiente de desaturación como el Índice de Desaturación (ID). Después se realizó una maniobra de reclutamiento alveolar de acuerdo a Lachmann y cols. Ajustándose el PEEP óptimo de acuerdo a las tablas de relación PEEP / FiO<sub>2</sub> antes descrita.

## **ANALISIS ESTADÍSTICO**

Estadística descriptiva con medidas de tendencia central y dispersión. Se realizó estadística no paramétrica para comparar antes y después de la maniobra de reclutamiento, así como comparaciones entre grupos con un análisis de ANOVA.

## **RESULTADOS**

No fue posible, mantener un tercer grupo con PEEP bajo ya que los pacientes tendían a desaturar por la misma patología del SIRA, por lo que se formaron 2 grupos de comparación, pacientes con PEEP alto sin maniobra de reclutamiento versus PEEP alto con maniobra de reclutamiento en relación con función pulmonar y oxigenación.

No se observaron diferencias en la relación PaO<sub>2</sub>/ FiO<sub>2</sub> entre los dos grupos, antes y después de la maniobra de reclutamiento así como en el control final.

No se observaron diferencias entre los grupos en relación a la función pulmonar derivada del índice de desaturación en los tiempos. Tabla 1.

Tampoco se se observaron diferencias en la presión meseta antes, inmediatamente y después, sin embargo se observó menor presión pico posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar que se mantiene al final del estudio. Tabla 2.

No se observaron diferencias en el nivel de PEEP, aunque en el grupo de reclutamiento se observó un discreto aumento del nivel de PEEP de 14cmH<sub>2</sub>O comparado con 12cmH<sub>2</sub>O del grupo de PEEP alto, relación que se invierte posterior al reclutamiento. En relación al volumen corriente en el grupo de reclutamiento situación que se invirtió posterior al reclutamiento.

**TABLA 1**

Relación: Presión arterial de oxígeno/Fracción inspirada de oxígeno (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>) e Índice de Desaturación calculado (IDc), entre grupos y de acuerdo al tiempos.

<b>VARIABLE</b>	<b>GRUPO</b>	<b>BASAL</b>	<b>POST-RECLUTAMIENTO</b>	<b>CONTROL</b>
Presión arterial de oxígeno	1	129 (64-186)	260(86-283)	165(86-283)
	2	128 (72-280)	233 (138-319)	235 (125-311)
IDc	1	52 (39-55)	72 (36-102)	44 (23-42)
	2	50 (42-73)	66 (44-100)	46 (34-66)

\*Valores expresados en mediana (mínimo y máximo).

**TABLA 2.**

**Relación de la presión meseta, PEEP, volumen corriente**

<b>GRUPO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>BASAL</b>	<b>POST- RECLUTAMIENTO</b>	<b>CONTROL</b>
1	Presión Meseta	28 (18-31)	33 (25-37)	28 (24-39)
2		27 (18-30)	28 (23-38)	25 (19-34)
1	PEEP	13 (10-20)	18 (10-20)	15 (10-20) <sup>b</sup>
2		14 (12-38)	16 (16-20)	15 (10-20)
1	Volumen Corriente	444 (330-480)	390 (350-710)	405 (310- 530)
2		490 (330-570)	405 (300-340)	450 (370- 570)

\*Valores expresados en mediana (mínimo y máximo)

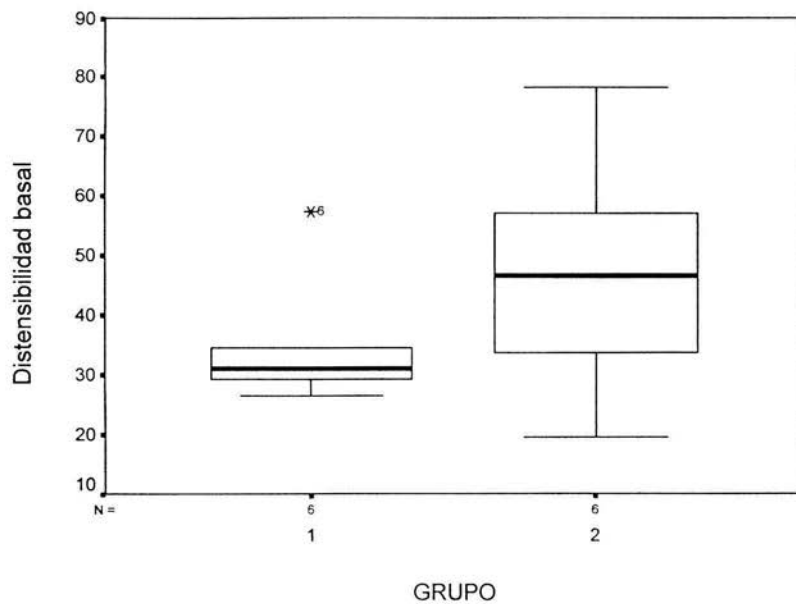


Figura 1.

Muestra la distensibilidad pulmonar basal entre el grupo de PEEP alto (grupo 1) y su relación con el grupo de PEEP alto mas maniobras de reclutamiento (grupo 2)

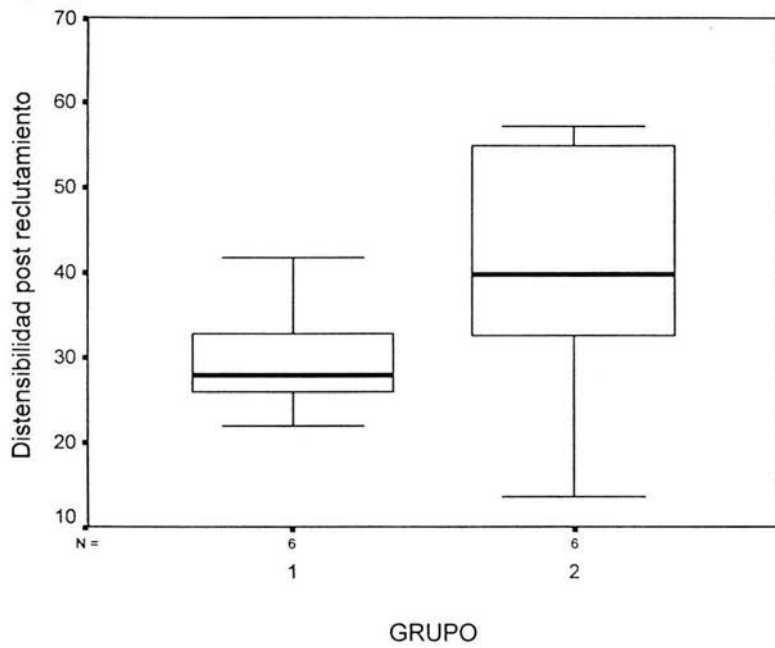


Figura 2.

Muestra la distensibilidad pulmonar durante el reclutamiento (grupo 2) comparado con el grupo de PEEP alto (grupo 1).

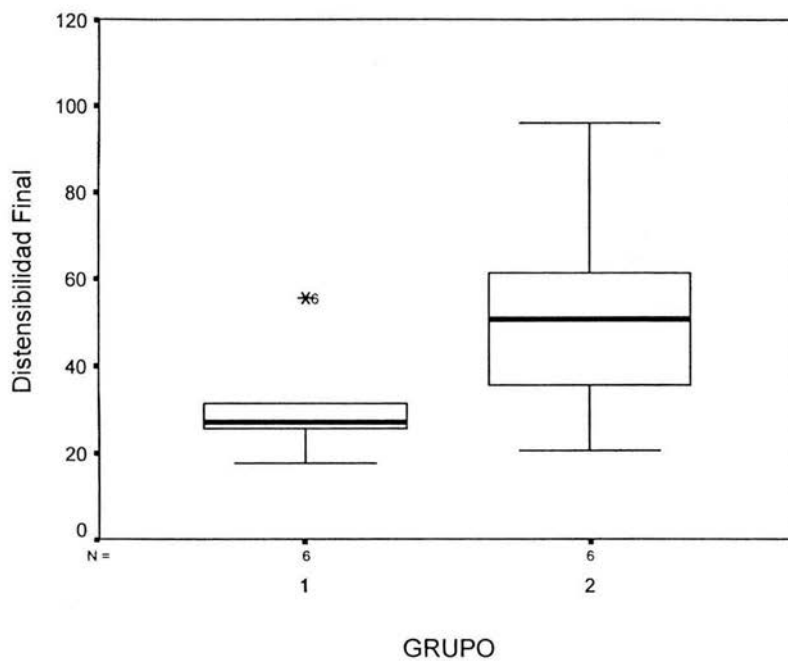


Figura 3.  
Muestra la distensibilidad pulmonar a las 24 horas entre el grupo de PEEP alto (grupo 1) y su relación con el grupo de PEEP alto mas maniobras de reclutamiento (grupo 2).

## DISCUSION

El presente estudio muestra que no existe diferencias entre los dos grupos a los que se les realizó maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP alto vs a los que se utilizó solo PEEP alto sin maniobras de reclutamiento. Sin embargo los resultados muestran que ambos procedimientos son efectivos para incrementar la relación  $PaO_2/FiO_2$  por arriba de 250. Lachmann en 1982 estableció que es posible reaerear unidades alveolares colapsadas durante la ventilación mecánica mediante el incremento progresivo de la presión inspiratoria pico y el PEEP en modo presión control. Esta maniobra favorece un incremento en el volumen corriente el cual, siguiendo la Ley de LaPlace, al incrementarse la presión alveolar el ingreso de volumen se limita a la capacidad alveolar máxima, una vez lleno el alveolo la presión se redistribuye a sitios de menor presión movilizándolo el volumen a dichas áreas, ante un alveolo colapsado, el incremento progresivo de la presión alcanzará el punto de apertura alveolar permitiendo el ingreso de volumen a dicho alveolo reclutándolo o rehabilitándolo para participar en el intercambio de gases<sup>11</sup>. Esto traducido en cientos de unidades colapsadas reflejara un incremento en el volumen pulmonar total o reclutamiento pulmonar. El incremento del PEEP durante la MRP es con el objeto de mantener abiertas las unidades que fueron abiertas y evitar el colapso durante la espiración, esto permite un incremento en el volumen residual el cual favorece el intercambio de gases durante la espiración<sup>11</sup>. En el presente estudio se utilizó una presión Pico de 55 cmH<sub>2</sub>O en todos los pacientes. El reclutamiento se alcanzó en la mayoría de los pacientes. Aunque esta descrito por Lachmann/ $FiO_2$  por arriba de 450, en nuestro estudio no se alcanzó en algunos pacientes debido a que 55 cmH<sub>2</sub>O pudo no haber sido suficiente para reclutar todas las unidades colapsadas. En la literatura se tienen reportes de maniobras de reclutamiento las cuales difieren unas de otras en relación al nivel de presión pico utilizada.

El nivel de PEEP se ajustó de acuerdo a las tablas de relación PEEP / $FiO_2$  en ambos grupos manteniéndose PEEP alto en los dos grupos alcanzando una  $SaO_2$  por arriba del 95% , esto refleja el número de unidades reaereadas o



reclutadas que es el número de unidades abiertas que participan en el intercambio de gases y no a la contribución de la fracción inspirada de oxígeno mayor al 25% en la presión alveolar de oxígeno. En nuestro estudio, se demostró que este nivel de PEEP fue lo suficiente como para mantener un intercambio de gases próximo a lo normal, sin consecuencias en la hemodinámica. Hoy en día el adecuado nivel de PEEP es controversia debido a que, a la cabecera del enfermo, es complicado su monitorización. Se ha sugerido el uso de la curva de presión volumen ya sea en su asa ascendente a dos centímetros por arriba de la inflexión producida en la distensibilidad, o también dos centímetros arriba del descenso o de la inflexión descendente durante el asa espiratoria. Además se ha utilizado técnicas radiológicas como la tomografía de tórax para determinar el adecuado nivel de PEEP. Otra técnica que esta teniendo relevancia en el monitoreo de PEEP es la tomografía por impedancia eléctrica, la cual puede monitorizar el reclutamiento por cambios en la impedancia el cual guarda estrecha relación con los volúmenes pulmonares y la oxigenación. Estudios en animales han demostrado que el uso de catéteres intra arteriales para el monitoreo de la oxigenación durante el reclutamiento han sido efectivos para determinar el nivel optimo de PEEP después de la maniobra de reclutamiento alveolar<sup>18</sup>.

A pesar de múltiples estudios aun se mantiene en controversia cual es el nivel optimo de PEEP y si las maniobras de reclutamiento son efectivas para mejora la función pulmonar y oxigenación en pacientes con SIRA, aun cuando los últimos estudios señalan que no existe diferencia en la mortalidad aun cuando se usan niveles bajos de PEEP, en el presente estudio no fue posible comparar este ultimo grupo ya que desde su ingreso no mantuvieron una saturación adecuada que nos permitieran permanecer con PEEP bajos o bien formar un tercer grupo de comparación. Consideramos que la muestra presentada es pequeña y es necesario continuar con el estudio para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, o son las estrategias de protección pulmonar las que reducen la mortalidad en este grupo de pacientes. Es importante señalar que aunque no fue estadísticamente significativa el mayor beneficio que se observo en el grupo de pacientes con maniobra de reclutamiento

y PEEP alto, fue la reducción en la presión meseta, y aumento de los volúmenes corrientes, mejorando por ende la distensibilidad pulmonar, la cual se recomienda dentro de las estrategias de protección pulmonar con evidencia científica ya comprobada.

## **CONCLUSIONES.**

Las limitaciones del estudio es el numero de pacientes en cada uno de los grupos por lo que se toma como resultado preliminar .

Se observo que no existe diferencia en el beneficio sobre la función pulmonar y oxigenación con las maniobras de reclutamiento sin embargo se observa que al igual PEEP se tiene menor presión pico con mayor volumen corriente lo que traduce mejor distensibilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ware BL, Matthay MA The Acute Respiratory Distress Syndrome N Engl J Med 2000; 342(18): 1334-1349.
2. Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. Acute respiratory distress in adults. Lancet 1967; 2: 319-23.
3. Bernard GR, Artiga KI, Brigham J, Cadet K, Falke L, Uudson M. et al. The American-European consensus conference on ARDS: definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. Am J Respir Crit Care Med 1994; 149:818-824.
4. Brochard L, Roudot-Thoraval F, collaborative Group on VT reduction. Tidal volume (Vt) reduction in acute respiratory distress syndrome (ARDS); a multicenter randomized study. Am J Respir Crit Care Med 1997; 155 (Supl): A505.
5. Stewart TE, Meade MO, Cook DJ, et al. Evaluation of a ventilation strategy to prevent barotrauma in patients at high risk for acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 1998; 338:355-61.
6. Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros DM, et al. Effect of a protective ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 1998; 338:347-54.
7. Fort P, Farmer C, Westerman J, et al. High-frequency oscillatory ventilation for adult respiratory distress syndrome- A pilot study. Crit Care Med 1997; 25:937-47.
8. Ashbaugh DG, Petty TL, Bigelow DB, et al. Continuous positive pressure breathing (CPPB) in the adult respiratory distress syndrome. J Thorac Cardiovasc Surg 1969; 57:31-41.
9. Kirby R, Downs J, Civetta J, et al. High level positive end expiratory pressure (PEEP) in acute respiratory insufficiency. Chest 1975; 67:156-63.
10. Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157:294-323.

11. Lachmann B, Danzmann E, Haendly B, Jonson B. Ventilator settings and gas exchange in respiratory distress syndrome. In: Prakash O (ed). Applied physiology in clinical respiratory care. Nijhoff, The Hague, 1982:141-76.
12. The acute respiratory distress syndrome network. *N Engl J Med* 2000; 342.
13. Mead J, Takishima T, Leith D. Stress distribution in lungs: a model of pulmonary elasticity. *J Appl Physiol* 1970; 28: 596-608.
14. Böhm SH, Vazquez de Anda GF, Lachmann B. "The Open Lung Concept". In: Vincent JL (ed). Yearbook of intensive care and emergency medicine. Springer-Verlag, 1998: 430-40.
15. Vazquez de Anda GF, Hartog A, Verbrugge SJC, Gommers D, Lachmann B. The open lung concept: pressure controlled ventilation is as effective as high frequency oscillatory ventilation in improving gas exchange and lung mechanics in surfactant-deficient animals. *Intensive Care Med* 1999; 25: 900-96.
16. Clinical Trials Network. Higher versus Lower positive End-Expiratory Pressures in Patients with the Acute respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2004;351 (4): 327-336.
17. ARDs Clinical Trial Network. Effects of recruitment maneuvers in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome ventilated with higher positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med* 2003;31(11): 2592-2597.
18. Staub N, Nagano H, Pearce, Spring ML. Pulmonary edema in dogs, especially the sequence of fluid accumulation in lungs. *J Appl Physiol* 1967; 22:227-40.

**GLOSARIO**

- V : Ventilación .Transporte de aire desde la atmósfera al pulmón.
- Q : Perfusión.
- Hb : Hemoglobina(medido en gramos /decilitro).
- VC : Volumen corriente(medido en mililitros)
- Vm : Volumen minuto espirado( medido en mililitros o litros por minuto)
- VM : Ventilación mecánica.
- I : E : Relación tiempo inspiratorio y espiratorio(medido en la unidad de tiemposegundo).
- PEEP : Presión positiva al final de la espiración(medido en cm de H2O).
- cm H<sub>2</sub>O : Centímetros de agua .
- mmHg : milímetros de mercurio.
- FiO<sub>2</sub> : Fracción inspiratoria de oxígeno(medida en porcentaje).
- PaO<sub>2</sub> : Presión arterial de oxígeno(medida en mmHg).
- PAO<sub>2</sub> : Presión alveolar de oxígeno(medida en mmHg).
- PaCO<sub>2</sub> : Presión arterial de anhídrido carbónico(medida en mmHg).
- PACO<sub>2</sub> : Presión alveolar de anhídrido carbónico(medida en mmHg).
- D(A-a)O<sub>2</sub> : Diferencia alvéolo- arterial de oxígeno(medido en mmHg).
- CaO<sub>2</sub> : Contenido arterial de oxígeno(medido en mmHg ).
- PB : Presión barométrica(medida en mmHg).
- PAM : Presión arterial media(medida en mmHg).
- Ppico : Presión de insuflación máxima o pico
- CR : Cociente respiratorio.
- IR : Índice de cociente respiratorio.
- SaO<sub>2</sub> : Saturación arterial de oxígeno(medido en porcentaje).
- EPOC : Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- SIRA : Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.hbb