

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SECRETARÍA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN**

**CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN  
EN MEDICINA CRÍTICA**

**“SIRA EXUDATIVO: UGS VS DISTENSIBILIDAD PARA LA TITULACIÓN DE  
PEEP”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA**

**PRESENTADO POR: DR. CARLOS JIMÉNEZ CORREA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA CRÍTICA**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. MARTÍN MENDOZA RODRÍGUEZ**



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.

“SIRA EXUDATIVO: UGS VS DISTENSIBILIDAD PARA LA  
TITULACIÓN DE PEEP”

AUTOR: DR. CARLOS JIMÉNEZ CORREA

---

Residente de Medicina Crítica

Vo.Bo.

DR. MARTÍN MENDOZA RODRÍGUEZ

---

Profesor Titular Del Curso De Especialización  
En Medicina Crítica

Vo.Bo.

DR. FEDERICO MIGUEL LAZCANO RAMÍREZ

---

Director De Educación E Investigación

# ÍNDICE

1. Resumen	
2. Abreviaturas	
3. Introducción.....	1
4. Material y métodos.....	10
5. Resultados.....	15
6. Discusión.....	33
7. Conclusión.....	38
8. Propuestas.....	39
9. Referencias bibliográficas.....	40

## ABREVIATURAS

USG: ultrasonido

H: Hombre

M: Mujer

SIRA: Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda

DM2: Diabetes Mellitus tipo 2

HAS: Hipertensión Arterial Sistémica

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

SOFA: Sequential Organ Failure Assessment

PEEP: Positive end-expiratory pressure

DE I 0 HRS: Distensibilidad estática a las 0 horas

DE F 0 HRS: Distensibilidad estática final a las 0 horas

DEI 24 HRS: Distensibilidad inicial a las 0 horas

DE F 24 HRS: Distensibilidad final a las 24 horas

PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub>: Relación de Presión arterial de oxígeno/Fracción inspirada de oxígeno

## RESUMEN

### “SIRA EXUDATIVO: UGS VS DISTENSIBILIDAD PARA LA TITULACIÓN DE PEEP”

#### **Objetivo**

Demostrar que la titulación de PEEP por USG incrementa la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en pacientes con SIRA moderado y severo en fase exudativa más que la titulación por distensibilidad.

#### **Material y métodos:**

Se realizó estudio observacional, comparativo, prospectivo y longitudinal en las UCIs de los Hospitales Generales (Balbuena, Xoco, Rubén Leñero y la Villa) de diciembre 2017 a mayo del 2018, aprobado por el comité de ética del Hospital General La Villa. Ingresaron al protocolo 48 pacientes, de ellos se tituló por distensibilidad al grupo uno y por ultrasonido al grupo dos. Para el análisis de datos se utilizó t de Student pareada, no pareada, Chi cuadrada y la Correlación de Pearson. Su análisis de desarrolló con los programas Excel y STATA.

#### **Resultados:**

De los 48 pacientes, el 52% del grupo uno fue titulado por distensibilidad y 48% del grupo dos por ultrasonido. La PEEP inicial del primer grupo fue de 5.8 cmH<sub>2</sub>O con un PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> de 105 mmHg. Se realizó reclutamiento alveolar y titulación de PEEP al ingreso y a las 24 horas a los dos grupos y la PEEP registrada al final de las 24 horas en el grupo uno fue de 12.8 cmH<sub>2</sub>O con PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> de 222 mmHg y en el grupo dos fue de 11.7 cmH<sub>2</sub>O con PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> de 215 mmHg. Se dividió en dos grupos la etiología del SIRA: pulmonar y extrapulmonar y en ambos grupos la distribución fue homogénea: 48 % para las causas pulmonares y 52% para las extrapulmonares en el grupo uno y 52% para las pulmonares y 48% para las extrapulmonares en el grupo dos. Los eventos adversos fueron mayores en el grupo uno, como bradicardia ( $p < 0.05$ ), hipotensión ( $p < 0.03$ ) y desaturación ( $p < 0.05$ ). El SOFA se aplicó a los dos grupos y no se observó relación significativa con respecto al valor de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> a las 24 horas.

## **Conclusiones**

1.- No se encontró mayor incremento de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> con USG en comparación con distensibilidad para la titulación de la PEEP en pacientes con SIRA exudativo.

2.- La etiología del SIRA fue casi similar en ambos grupos (48 % Vs 52%).

3.- El valor de la PEEP al titularse fue similar en ambos grupos (13.8 cmH<sub>2</sub>O para distensibilidad Vs 14.6 cm H<sub>2</sub>O para USG)

4.- No se observó diferencia significativa en ambos grupos con respecto a la Pa<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> posterior a la titulación.

5.- Los eventos adversos fueron: bradicardia, hipotensión y desaturación entre otros, con mayor frecuencia en el grupo uno.

6.- El género, la edad y las comorbilidades no influyeron en el incremento de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>

7.- No se observó relación significativa entre el SOFA y la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> a las 24 horas

## **Recomendaciones**

Se recomienda la titulación de la PEEP por USG, ya que presenta menor número de eventos adversos

Palabras clave: SIRA, USG, titulación de la PEEP, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, distensibilidad.

## SUMMARY

"EXUDATIVE ARDS: UGS VS DISTENSIBILITY FOR THE TITRATION OF PEEP"

### **Objective:**

Demonstrate that the PEEP titration by USG increases the PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio in patients with moderate and severe ARDS in the exudative phase more than the compliance titration.

### **Material and methods:**

An observational, comparative, prospective and longitudinal study was conducted in the ICUs of the General Hospitals (Balbuena, Xoco, Rubén Leñero and La Villa) from December 2017 to May 2018, approved by the ethics committee of the La Villa General Hospital. 48 patients were admitted to the protocol, of them it was titrated by distensibility to group one and by ultrasound to group two. For the data analysis, paired, unpaired Student's t, square Chi and the Pearson correlation were used. His analysis was developed with the Excel and STATA programs.

### **Results:**

Of the 48 patients, 52% of group one was certified by compliance and 48% of group two by ultrasound. The initial PEEP of the first group was 5.8 cmH<sub>2</sub>O with a PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> of 105 mmHg. Alveolar recruitment and PEEP titration was performed at admission and at 24 hours to the two groups and the PEEP recorded at the end of 24 hours in group one was 12.8 cmH<sub>2</sub>O with PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> of 222 mmHg and in group two it was 11.7 cmH<sub>2</sub>O with PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> of 215 mmHg. The etiology of the SIRA was divided into two groups: pulmonary and extrapulmonary and in both groups the distribution was homogeneous: 48% for pulmonary causes and 52% for extrapulmonary causes in group one and 52% for pulmonary causes and 48% for extrapulmonary causes in group two. Adverse events were higher in group one, such as bradycardia ( $p = <0.05$ ), hypotension ( $p = <0.03$ ) and desaturation ( $p =$

<0.05). The SOFA was applied to the two groups and no significant relationship was observed with respect to the PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> value at 24 hours.

## **Conclusions**

1.- There was no greater increase in PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> with USG compared with compliance for the titration of PEEP in patients with exudative ARDS.

2.- The etiology of the ARDS was almost similar in both groups (48% Vs 52%).

3.- The value of the PEEP when titrating was similar in both groups (13.8 cmH<sub>2</sub>O for compliance Vs 14.6 cm H<sub>2</sub>O for USG).

4.- No significant difference was observed in both groups with respect to Pa<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> after the degree.

5.- Adverse events were: bradycardia, hypotension and desaturation among others, most frequently in group one.

6.- Gender, age and comorbidities did not influence the increase in PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>.

7.- No significant relationship was observed between SOFA and PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> at 24 hours.

## **Recommendations**

The titration of PEEP by USG is recommended, since it presents fewer adverse events.

Keywords: SIRA, USG, PEEP titration, PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub>, compliance.

## INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda (SIRA), es una entidad clínica que se ha conocido desde antes de la segunda guerra mundial pero fue hasta el año de 1967 en que el grupo de los doctores Ashbaugh y Petty describieron las características clínicas e histopatológicas que caracterizan a esta enfermedad.

Veinticinco años después se desarrolló la primera definición consensada de SIRA, bajo el respaldo de la Sociedad Americana del Tórax y la Sociedad Europea de Medicina Intensiva se creó «El Consenso de la Conferencia Americana-Europea (AECC) de ARDS». Este consenso se inició el 15 de Mayo de 1992 en Miami y concluyó el 26 de Octubre del mismo año, en Barcelona. Los criterios derivados de esta reunión fueron adoptados de manera universal, hasta que en el 2011, en el consenso llevado a cabo en Berlín, se realizaron cambios a las definiciones del AECC, que son los actualmente aceptados y utilizados. A 50 años de su descripción original se han logrado grandes avances en el conocimiento de la fisiopatología, biología molecular, comportamiento clínico y tratamiento del SIRA<sup>(1-8)</sup>.

Lo más importante en el estudio histológico y fisiopatológico del SIRA es lo que comúnmente se describe como daño alveolar difuso; que se caracteriza por alteración del endotelio capilar y el epitelio alveolar, que resulta en el aumento de la permeabilidad y subsecuentemente en edema intersticial y alveolar rico en proteínas, micro atelectasia y daño estructural pulmonar. En este contexto la función de los componentes celulares y humorales de la respuesta inflamatoria como los neutrófilos, macrófagos alveolares, plaquetas, sistema de complemento y mediadores como citosinas desempeña un papel preponderante en perpetuar y amplificar la respuesta, cuando esto sucede; la persistencia de la inflamación pulmonar produce una fase proliferativa que al final se caracteriza por la presencia de fibrosis pulmonar y trombosis capilar que generalmente van acompañadas de disfunción orgánica múltiple<sup>(9)</sup>.

Se describen tres patrones de presentación clínica de acuerdo con la gravedad de la activación de esta respuesta<sup>(9-10)</sup>.

Cuadro I. Mecanismo de la lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica.

Mecanismo	Características
Lesión estructural Volutrauma, barotrauma	La sobredistensión pulmonar y el choque cíclico de las paredes alveolares, ocasiona formación de membranas hialinas, enfisema intersticial y pseudoquistes alveolares
Alteraciones del surfactante alveolar	Alteraciones en la producción de surfactante, ocasiona aumento en la tensión superficial de la membrana alveolo-capilar, y aumento del gradiente de presión transpulmonar capilar y fuga de líquido hacia el intersticio pulmonar y alveolar, con la consecuente congestión alveolar
Activación de inflamación local y sistémica Biotrauma	La ventilación mecánica permite la activación del fenómeno de mecanotransducción. Este fenómeno permite que la intensidad de las fuerzas de presión requeridas para la apertura alveolar se trasformen en señales intracelulares para la síntesis de moléculas proinflamatorias, que actúan de manera local o sistémica

Tomado de: Slutsky AS, *et al. Intensive Care Med.* 2016;42:637-639.

## DIAGNÓSTICO

El diagnóstico diferencial al SIRA sigue siendo un asunto de gran importancia. En los avances de la comprensión de la fisiopatología del SIRA, varias moléculas han sido propuestas como biomarcadores candidatos de esta enfermedad; sin embargo, ninguno de ellos se ha aplicado clínicamente para el diagnóstico o predicción de gravedad de la enfermedad.

Actualmente, sólo unos pocos biomarcadores se encuentran disponibles para este propósito. Por ejemplo, el péptido natriurético cerebral (BNP) es utilizado para diferenciar entre SIRA y edema pulmonar hidrostático. La procalcitonina se incrementa en infección bacteriana pero no en la infección viral o fúngica; puede ser útil para discriminar entre neumonía bacteriana y el SIRA. Sin embargo, debido a que la sensibilidad de la procalcitonina es tan alta como 70% para la neumonía bacteriana y porque la neumonía bacteriana y la sepsis son condiciones

predisponentes comunes para el desarrollo de SIRA, su utilidad es limitada. Varios factores de crecimiento se han determinado para ser biomarcadores candidatos de SIRA. En este sentido, los niveles pulmonares de factor de crecimiento endotelial vascular (FCEV) y de factor de crecimiento de queratinocitos (FCQ) han mostrado correlación con la gravedad de la enfermedad y el resultado de los pacientes.

Otros estudios señalan que angiotensina-2, un competidor de angiotensina-1 y un regulador de la permeabilidad vascular, podrían predecir el pronóstico del SIRA. El diagnóstico diferencial entre edema pulmonar cardiogénico (EPC) y el SIRA a veces no es fácil<sup>(11)</sup>.

La exactitud de la radiografía de tórax portátil para detectar anomalías pulmonares consistentes con SIRA es significativamente limitada. La medición del índice de agua pulmonar extravascular (IAPE) y del índice de permeabilidad vascular pulmonar (IPVP) utilizando un método de termodilución transpulmonar (volume view) parece ser una herramienta cuantitativa útil para el diagnóstico de SIRA en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica y opacidades radiológicas<sup>(11)</sup>.

Para realizar el diagnóstico se utiliza la definición y los criterios de Berlín, citados a continuación observados en el cuadro II<sup>(11)</sup>.

**Cuadro II. Definición de Berlín.**

	Leve	Moderado	Grave
Hipoxemia PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> mmHg	200-300 con PEEP/ CPAP igual o más de 5 cmH <sub>2</sub> O	Menos de 200 pero más de 100, con PEEP igual o más de 5 cmH <sub>2</sub> O	Menos de 100 con PEEP igual o más de 5 cmH <sub>2</sub> O
Tiempo de inicio	1 semana, después del factor desencadenante, nuevo evento o deterioro respiratorio		
Imagen del tórax radiografía o TAC	Opacidades bilaterales, que no se explican por derrame, atelectasias lobares o pulmonares o nódulos		
Origen del edema	No hay explicación completa por insuficiencia cardíaca o sobrecarga de líquidos. Se necesita una evaluación objetiva para descartar el edema hidrostático (como ecocardiografía)		

Tomado de: Slutsky AS, et al. *Intensive Care Med.* 2016;42:637-639.

## TRATAMIENTO

El manejo del SIRA es multidisciplinario incluyendo tratamiento médico y de diferentes modalidades en la ventilación mecánica. Una de ellas es la ventilación protectora pulmonar (VPP) que se utiliza para nombrar las técnicas de ventilación mecánica dirigidas a evitar la progresión de la fase exudativa del SIRA. Estas técnicas son para evitar el colapso, sobredistensión alveolar y barotrauma, por lo que sus principales lineamientos incluyen evitar volúmenes y presiones pulmonares lesivas, así como mejorar el reclutamiento de alveolos colapsados y mantenerlos abiertos durante todo el ciclo respiratorio<sup>(12-14)</sup>.

El estudio de ARSDnet comparó los volúmenes corrientes bajos (menos de 7 mL/kg de peso vs 10-15 ml/kg) para reducir la mortalidad y disminuir el desarrollo de infección pulmonar<sup>(15)</sup>.

La aplicación de PEEP permite mantener los alveolos no colapsados abiertos, evitando el cizallamiento de las paredes alveolares y el atelectetrauma. También se consideraba que mantener niveles altos de PEEP permitiría el reclutamiento de unidades alveolares colapsadas; no obstante, en la actualidad, se ha demostrado que incluso con presiones de PEEP elevadas no se logra vencer la presión de apertura alveolar en las unidades colapsadas y por tanto, el daño es mayor en las unidades alveolares sobre distendidas. Estudios clínicos revelaron que los niveles altos de PEEP no se asocian a disminución de la mortalidad<sup>(15)</sup>.

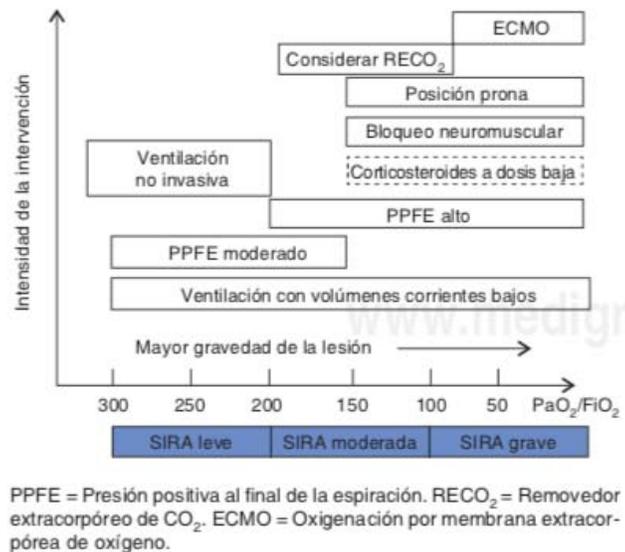
Investigaciones más recientes han evidenciado que la titulación de PEEP debe estar basada en la capacidad de reclutamiento, esto es PEEP alta en pacientes con grandes volúmenes pulmonares reclutables y PEEP baja en pacientes con volúmenes menores, a pesar de esto el reclutamiento basado en la mecánica pulmonar no ha mostrado ventaja. En diferentes estudios experimentales en animales se ha demostrado que no existe diferencia en la mortalidad si de manera constante se utilizan niveles de PEEP elevados (>13 cmH<sub>2</sub>O) o menores (6-8 cmH<sub>2</sub>O). Se reportó que al aplicar las maniobras de reclutamiento dependía de la combinación de PEEP, de la ventilación en control de presión y del tiempo que se

aplican. Se confirmó que las técnicas de reclutamiento requieren aplicación constante de presión para evitar el des reclutamiento y que independientemente de la presión inspiratoria aplicada, la sobredistensión de los alveolos reclutables es más frecuente y la incidencia de barotrauma es mayor<sup>(16-17)</sup>.

Amato *et al.* basaron su técnica de reclutamiento en la curva de presión – volumen (P-V), encontraron que en la aplicación de presión positiva continua de 40 cmH<sub>2</sub>O con PEEP de 2 cmH<sub>2</sub>O por arriba del punto de inflexión superior durante 40 segundos incrementó el índice de oxigenación con respecto al basal después de aplicar las medidas de reclutamiento. Al término de la aplicación de la maniobra y para prevenir el des reclutamiento se mantuvo una PEEP elevada en promedio de 16 cmH<sub>2</sub>O<sup>(18-19)</sup>.

Grasso *et al.* emplearon como maniobra de reclutamiento alveolar la presión positiva continua de 40 cmH<sub>2</sub>O durante 40 segundos. Clasificaron como respondedores a los pacientes que presentaron incremento en el índice de oxigenación de más de 50% posterior a la maniobra. Señalando que la respuesta a las técnicas de reclutamiento no dependía completamente de la maniobra en sí, sino de factores como el tipo de lesión pulmonar, la etapa del SIRA y la estabilidad hemodinámica previa<sup>(20)</sup>.

Figura 1. Estrategias de manejo con base en la gravedad del SIRA



Tomado de: Grasso S, et al. *Anesthesiology*. 2002;96:795-802.

## RECLUTAMIENTO ALVEOLAR Y TITULACIÓN DE PEEP

Aunque los niveles óptimos de PEEP se pueden identificar por diferentes métodos. Los médicos frecuentemente usan una presión positiva al final de la espiración para mejorar el reclutamiento alveolar en pacientes con SIRA. La PEEP tiene como objetivo contrarrestar la derivación pulmonar debido al aumento del colapso pulmonar como resultado de la inflamación. La PEEP titulada mantiene un volumen constante para mejorar la capacidad residual funcional y la oxigenación e incluso tener un efecto sobre la reducción de la mortalidad asociada al SIRA.

La mejor estrategia para establecer una PEEP óptima en un paciente, aún no se ha establecido<sup>(21)</sup>.

No está claro si las maniobras de reclutamiento pulmonar (LRM, por sus siglas en inglés) añaden un beneficio a las estrategias de ventilación protectora de bajo volumen. Las maniobras de reclutamiento más comúnmente utilizadas requieren la aplicación de presión positiva continua sostenida en la vía aérea (CPAP) de 35 a 40

cm H<sub>2</sub>O durante 40 segundos. Sin embargo, este método de reclutamiento puede ser incómodo, inducir depresión circulatoria y no se ha asociado con mejores resultados<sup>(21,22)</sup>.

Inicialmente, aplicamos una maniobra de reclutamiento al utilizar ventilación controlada por presión. Comenzamos con una PEEP de 25 cm H<sub>2</sub>O durante 1 minuto, luego una PEEP de 35 cm H<sub>2</sub>O durante 1 minuto, y al final 45 cm H<sub>2</sub>O durante 2 minutos. Después del reclutamiento, se inició una titulación decreciente con una PEEP de 23 cm H<sub>2</sub>O en modo controlado por volumen. Los niveles de PEEP se disminuyen de 3 cm H<sub>2</sub>O en 3 cmH<sub>2</sub>O, hasta un mínimo de 11 cm H<sub>2</sub>O. Después de 4 minutos en cada paso, medimos la distensibilidad estática del sistema respiratorio. La PEEP asociada con la mejor distensibilidad (se agregan 2 cm H<sub>2</sub>O más) y se consideró la PEEP óptima. Después de la titulación de PEEP, se realiza un nuevo reclutamiento en ventilación controlada a presión utilizando PEEP de 45 cm H<sub>2</sub>O durante 2 minutos<sup>(23)</sup>.

Otro ensayo controlado aleatorizado mostró que una estrategia de pulmón abierto multifacético basada en maniobras de reclutamiento de escalera y titulación decreciente de PEEP mejoró las citocinas plasmáticas (IL-8 y TNF- $\alpha$ ), la distensibilidad estática del pulmón y la oxigenación durante siete días. No hubo diferencias en la duración de la ventilación mecánica, la estancia en la UCI o la estancia hospitalaria; sin embargo, se justifica una mayor investigación en un ensayo aleatorizado más amplio<sup>(25)</sup>.

El ultrasonido (USG) ha representado una herramienta adecuada para la titulación de la PEEP en sujetos neurológicos, personas en estado de choque, así como edema agudo pulmonar; de esta manera, podemos evidenciar pulmón húmedo de edema agudo de pulmón o inflamación, como en el caso de neumonía, además de ayudarnos a hacer diagnóstico de neumotórax con sensibilidad mayor a la radiografía entre otros. En los artículos reportados por Torres y Bouhemad se expone el uso del Ultrasonido como ayuda para evaluar el reclutamiento pulmonar

al pie de la cama, en otro estudio se comparan el USG y la curva de flujos lentos, en particular, con el punto de inflexión inferior, con este método se evidenció la correlación entre reaireación de pulmón colapsado por neumonía comparado con tomografía computada<sup>(26-28)</sup>.

La posición prono en estudios reportados mantuvieron la PaCO<sub>2</sub> <60 mmHg con una supervivencia de 100%, además la posición prono mejoró la supervivencia, en particular en los pacientes con SIRA grave o severo; aunque por el número de individuos es difícil dar datos que sean estadísticamente significativos u ofrezcan utilidad en la práctica clínica<sup>(26-28)</sup>.

En los estudios ya señalados la gran mayoría de los sujetos tuvieron potencial de reclutamiento, por lo que la PEEP promedio que se utilizó en estos trabajos para los sobrevivientes fue de 13.71 cmH<sub>2</sub>O (máximo de 20 y mínimo de 8); la PEEP de 14 fue la más empleada. Tomando en consideración que se usó una PEEP alta para los enfermos más graves<sup>(28)</sup>.

Para la titulación por ultrasonido se utilizó la puntuación de aireación la cual está descrita por Bouhemad *et al* donde se menciona en 4 patrones:

B1: múltiples líneas B bien definidas o regularmente espaciadas 7 mm o > (pérdida moderada de aireación).

B2: múltiples coalescentes líneas B, espaciadas 3 mm o < (pérdida severa de aireación).

C: consolidación pulmonar.

N: patrón de aireación normal<sup>(27)</sup>.

## HIPÓTESIS DE TRABAJO

La titulación del PEEP con apoyo de USG favorece un incremento de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> vs titulación del PEEP por distensibilidad estática en el SIRA.

## OBJETIVOS

### General

- Demostrar que la titulación de PEEP con apoyo del USG incrementa la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en pacientes con SIRA moderado y severo en fase exudativa más que la titulación por distensibilidad.

### Específicos

- Realizar la determinación de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> al ingreso y a las 24 horas.
- Determinar la etiología del SIRA (pulmonar o extrapulmonar).
- Determinar la PEEP titulada en el Grupo 1 (distensibilidad) al ingreso y a las 24 horas.
- Determinar la PEEP titulada en el Grupo 2 (ultrasonido) al ingreso y a las 24 horas.
- Comparar el PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> del grupo 1 previo y posterior a la titulación en su ingreso y a las 24 horas.
- Comparar el PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> del grupo 2 previo y posterior a la titulación en su ingreso y a las 24 horas.
- Conocer los eventos adversos que se presentaron en ambos grupos al momento de la titulación.
- Conocer los datos sociodemográficos de los pacientes.
- Relacionar SOFA con PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> a las 24 horas.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS DEL ESTUDIO**

Área de investigación: clínica

Diseño de estudio: Observacional, comparativo, prospectivo y longitudinal.

### *DEFINICIÓN DEL UNIVERSO*

Tipo: Finito

Pacientes con diagnóstico de SIRA en fase exudativa de los Hospitales Generales de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México: La Villa, Balbuena, Dr. Rubén Leñero y Xoco en el periodo comprendido del 1 de diciembre 2017 al 31 de mayo del 2018.

### *CRITERIOS DE INCLUSIÓN*

- Diagnóstico de SIRA en fase exudativa
- Mayores de 18 años de edad
- Cualquier género

### *CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN*

- SIRA en fase proliferativa
- SIRA leve

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- Pacientes que sean trasladados a otra unidad

### *DISEÑO DE LA MUESTRA*

- Censo

## OPERACIONALIZACIÓN

Tabla II. Tabla de variables

VARIABLE (Índice/indicador)	TIPO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	CALIFICACIÓN
SIRA	Independiente	Síndrome de insuficiencia respiratoria Aguda: enfermedad pulmonar	Cualitativa ordinal	Leve moderado y severo
Distensibilidad estatica (grupo 1)	Dependiente	Distensión alveolar determinada por valor en ventilador	Cuantitativa discontinua	Valor numérico
Ultrasonido (grupo 2)	Dependiente	Método diagóstico ultrasonográfico que permite realizar mediciones Patrón líneas B	Cualitativa nominal	1: Normal, 2: B1 (líneas B + 7 mm), 3: B2 (líneas B 3 mm o -) 4: consolidación
PEEP	Dependiente	Presión Positiva al Final de la Espiración	Cuantitativa discontinua	1, 2, 3, 4, 5
Pao2/Fio2	Dependiente	Relación de la presión arterial de oxígeno entre la fracción inspirada de oxígeno	Cuantitativa discontinua	Valor numérico
Edad	Control	Suma de años	Cuantitativa discontinua	>18:1 Año cumplidos
Sexo	Control	Hombre o mujer	Cualitativo nominal dicotómica	1) Hombre 2) Mujer
SOFA	Independiente	El SOFA es un sistema de medición diaria de fallo orgánico múltiple de seis disfunciones orgánicas.	Cuantitativa discontinua	Valor numérico
Comorbilidad	Independiente	Enfermedades asociadas a la patología actual	Cuantitativa discontinua	Número de enfermedades concomitantes
Etiología del SIRA	Independiente	Causa directa que desencadena el Síndrome de Distress Respiratorio Agudo	Cualitativa nominal dicotómica	Pulmonar extrapulmonar

## RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos fueron recolectados a través de una hoja de “instrumento de medición” en los pacientes que cumplieran con criterios de inclusión. A continuación se presenta dicha herramienta.

HOSPITAL GENERAL LA VILLA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
UNIDAD DE POSGRADO  
MEDICINA CRÍTICA

HOJA DE INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

**TITULACIÓN DE PEEP POR DISTENSIBILIDAD**

PACIENTE		EDAD	
SEXO		NHC	

		DM2		HAS		TABAQUISMO	
SOBREPESO		OBESIDAD		ASMA		EPOC	
ASMA		NEUMOPATIA		UCI PREV		SOFA	

TOMA	Fecha	Hora	PAFI INICIAL	PEEP Inicial	DE Inicial	PEEP final	DE Final	PAFI FINAL	Eventos adversos
INGRESO									
24 HRS									

HOSPITAL GENERAL LA VILLA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
UNIDAD DE POSGRADO  
MEDICINA CRÍTICA

HOJA DE INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

**TITULACIÓN DE PEEP POR ULTRASONIDO**

PACIENTE		EDAD	
SEXO		NHC	

		DM2		HAS		TABAQUISMO	
SOBREPESO		OBESIDAD		ASMA		EPOC	
ASMA		NEUMOPATIA		UCI PREV		SOFA	

TOMA	Fecha	Hora	PAFI INICIAL	PEEP Inicial	LINEAS B INICIAL	PEEP final	LINEAS B FINAL	PAFI FINAL	Eventos adversos
INGRESO									
24 HRS									

## PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS

### *Metodología de la titulación de la PEEP en ambos grupos*

Titulación de la PEEP en grupo 1 por distensibilidad:

Posterior a determinar y realizar la aleatorización se administró relajación muscular así como sedación para permitir un adecuado acoplamiento con el ventilador mecánico. Se inició reclutamiento alveolar de acuerdo con protocolo ARDSNET donde se especifica lo siguiente:

Se inicia reclutamiento alveolar con frecuencia respiratoria de 10 respiraciones por minuto limitado por presión con un volumen corriente de 6 ml/kg, un valor de PEEP de 15 cmH<sub>2</sub>O durante 4 minutos, hasta llegar a 45 cmH<sub>2</sub>O. Posterior se modifica el volumen corriente ahora limitado por volumen y se inicia la titulación decreciente con un PEEP de 23 cmH<sub>2</sub>O, se disminuye el valor de PEEP de 3 en 3 hasta obtener la mayor distensibilidad estática.

Para la titulación por ultrasonido se utilizó la puntuación de aireación la cual está descrita por Bouhemad *et al* donde se menciona en 4 patrones:

B1: múltiples líneas B bien definidas o regularmente espaciadas 7 mm o > (pérdida moderada de aireación).

B2: múltiples coalescentes líneas B, espaciadas 3 mm o < (pérdida severa de aireación).

C: consolidación pulmonar.

N: patrón de aireación normal<sup>(27)</sup>.

### PLAN DE TABULACIÓN

Una vez terminada la recolección de datos en la hoja, se realizó un registro de todos los participantes en una base de datos de Excel con los siguientes valores: iniciales, expediente, edad, sexo, enfermedades concomitantes, hospitalizaciones previas en UCI, SOFA de ingreso y causa (pulmonar o extrapulmonar). Para la tabulación y realización de tablas y figuras.

## PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se aplicaron medidas de tendencia central, para las variables cuantitativas se utilizó medidas de dispersión, para las variables cualitativas se utilizaron proporciones, t de Student pareada (para diferente grupo) y no pareada (para el mismo grupo), Chi cuadrada (compara proporciones) y correlación de Pearson.

## *ASPECTOS ÉTICOS*

Este estudio se ajusta a las Normas Éticas Institucionales, así como a la declaración de Helsinki en la décima octava Asamblea Mundial en 1964, ratificada y perfeccionada en el congreso de Tokio Japón, en 1975, en Venecia en 1963, en Hong Kong, en Sudáfrica en 1996 y en la 52 Asamblea General en Edimburgo. Así como al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación. Se consideró esta investigación con riesgo mínimo de acuerdo al artículo 17. Con acuerdo al cumplimiento del artículo 18 de la ley de protección de datos personales en posesión de los particulares que refiere: El tratamiento de los sistemas de datos personales en materia de salud se rige por lo dispuesto en la Ley General de Salud, la Ley General de Salud para el Distrito Federal y demás normas que de ellas deriven. El tratamiento y sesión a esta información obliga a preservar los datos de identificación personal del paciente , separados de los de carácter clínico asistencial de manera tal que se mantenga la confidencialidad de los mismos. Iniciando la investigación una vez que sea aprobada por el comité Local de Investigación.

Riesgo de investigación: Riesgo mínimo.

Se realizó consentimiento informado, autorizado por familiar directo de los pacientes.

## RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 48 pacientes, 25 para el grupo de distensibilidad y 23 para el grupo con ultrasonido. La edad promedio fue de 55 años para el grupo uno y 50 años para el grupo dos. El sexo fue 13 hombres y 12 mujeres para el grupo uno y 11 hombres y 12 mujeres para el grupo 2, las comorbilidades más frecuentes Diabetes Mellitus en 65%, HAS en 32%, tabaquismo 52%, sobrepeso en 60% en ambos grupos. asma en 44% y 13% respectivamente. Hospitalizaciones en 20% para el grupo 1 y 47% para el grupo 2 y SOFA en 11 puntos para ambos. Analizado por Chi cuadrada y t de Student pareada como se observa en la tabla uno.

Tabla I. Características demográficas de la población del estudio.

Característica	Grupo 1 Distensibilidad n (%)	Grupo 2 USG n (%)	p
Número total de pacientes	25(52)	23(48)	
Edad (años)	55	50	0.36
Sexo	H:13(M:12)	H:11(M:12)	0.77
DM2	17 (68)	14 (60.9)	0.60
HAS	8 (32)	12 (52.2)	0.15
Tabaquismo	13 (52)	16 (69.6)	0.21
Sobrepeso	15 (60)	14 (60.9)	0.95
Obesidad	7 (12.7)	10 (43.5)	0.26
Asma	11 (44)	3 (13)	<b>&lt;0.018</b>
EPOC	15 (60)	10 (43.5)	0.252
Neumopatía	20	12	<b>&lt;0.041</b>
Hospitalizaciones previas en UCI	5 (20)	11 (47.8)	<b>&lt;0.041</b>
SOFA ingreso	11.9	11.5	0.65
Causa (Pulmonar/Extrapulmonar)	12/13(48/52)	12/11 (52/48)	0.773

Fuente: Base de datos

Se realizó comparación en ambos grupos de estudio con respecto al valor de PEEP de acuerdo con la titulación a través del tiempo, con base en las medidas de tendencia central. Se observa que las determinaciones de PEEP fueron similares en ambos grupos con un valor final para el grupo de distensibilidad de 12.8 cmH<sub>2</sub>O y para el grupo de ultrasonido de 11.7 cmH<sub>2</sub>O a las 24 horas de la titulación final como se señala en la tabla II.

Tabla II. Valor de PEEP de acuerdo con Grupo 1 y Grupo 2

	PEEP Inicial 0 hrs (cmH <sub>2</sub> O)	PEEP Final 0 hrs (cmH <sub>2</sub> O)	PEEP Inicial 24 hrs (cmH <sub>2</sub> O)	PEEP Final 24 hrs (cmH <sub>2</sub> O)
Grupo 1 (Distensibilidad)	5.80	13.80	13.8	12.80
Grupo 2 (USG)	6.90	14.60	14.6	11.70

Fuente: Base de Datos

El valor promedio de la distensibilidad estática en los pacientes que fueron titulados en el grupo uno a través del tiempo, donde se puede observar el cambio de distensibilidad estática al final de las 24 horas con un valor final de 55 ml/cmH<sub>2</sub>O obtenidas por medidas de tendencia central, ejemplificada en la tabla III.

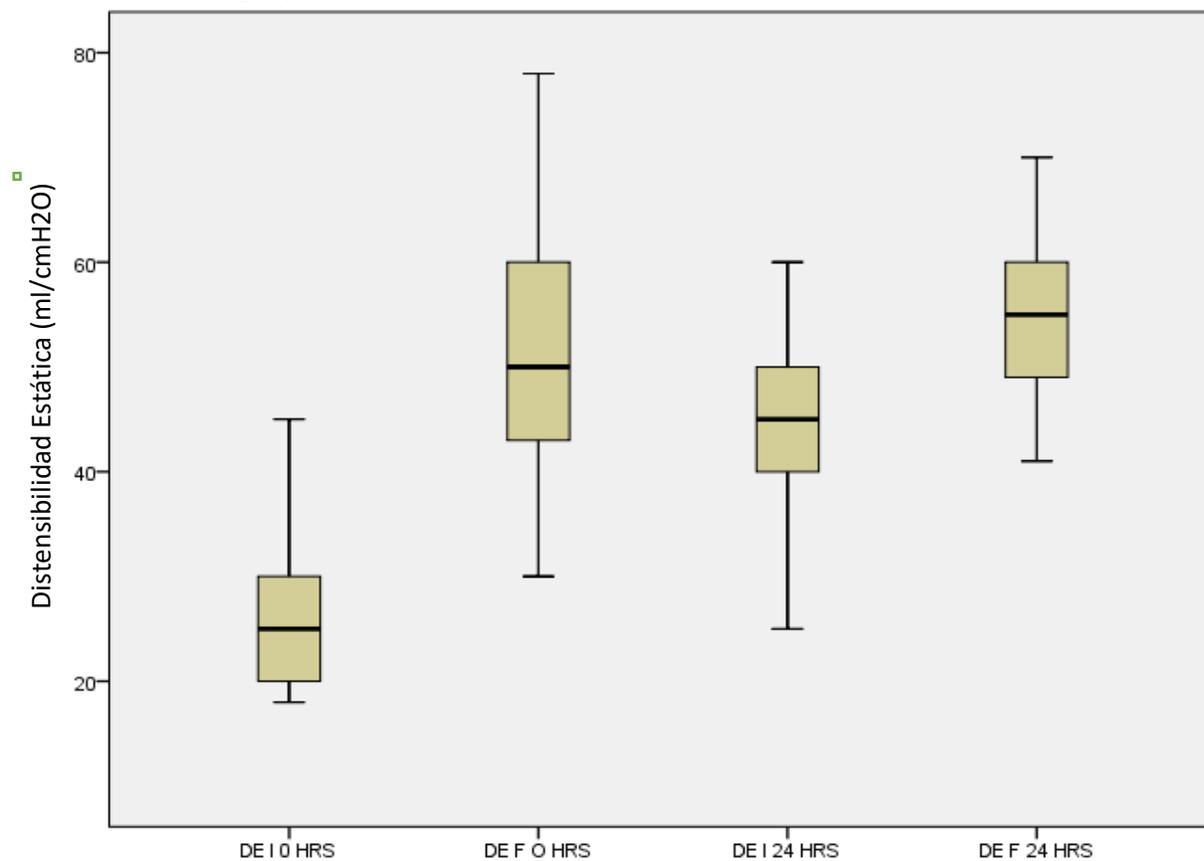
Tabla III. Patrón de distensibilidad en pacientes titulados del grupo uno

Hora	Valor promedio (ml/cm H <sub>2</sub> O)
0 hrs Inicial	26.5
0 hrs Final	51.8
24 hrs Inicial	45
24 hrs Final	55

Fuente: Base de Datos

En la figura uno se ejemplifica la frecuencia, moda y mediana del valor de distensibilidad estática, en los distintos cortes de tiempo, en la que destacan los pacientes con distensibilidad mas homogene a las 24 horas.

Figura 1. Patrón de evolución de distensibilidad estática en los pacientes titulados del grupo uno



Fuente: Base de Datos

La frecuencia de presentación de patrón de líneas B de acuerdo con las intervenciones de titulación de PEEP con ultrasonido fueron las siguientes: los patrones 3 y 4 fueron más frecuentes en la primera determinación, no así en la determinación de las 24 horas al final, en donde los patrones predominante fueron el 1 y 2 como se observa en la tabla IV.

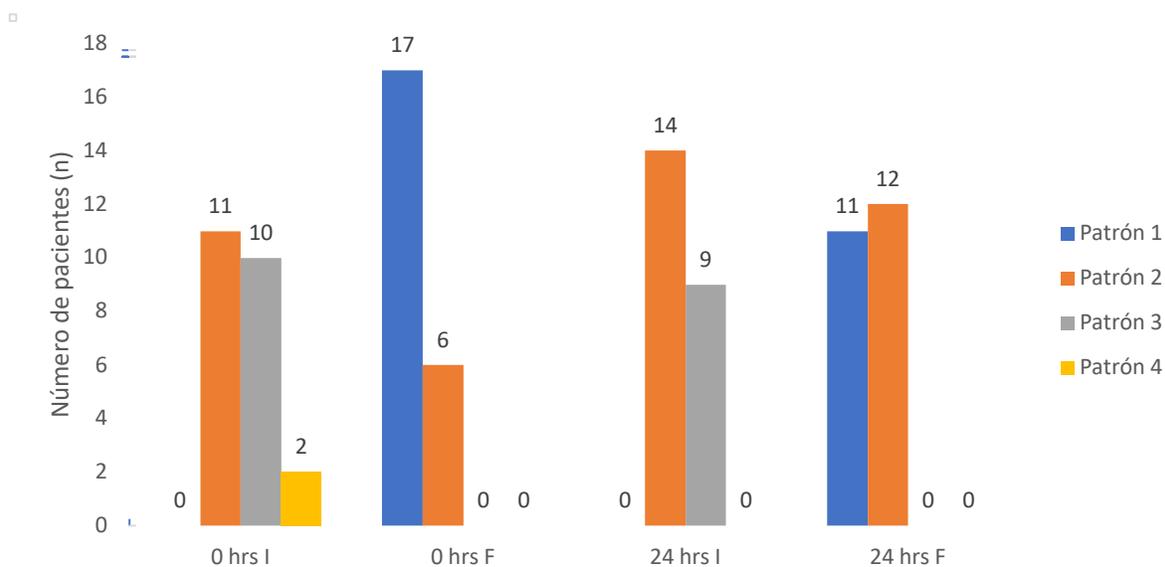
Tabla IV. Patrón de líneas B en pacientes titulados del Grupo 2

Hora	Patrón 1	Patrón 2	Patrón 3	Patrón 4
0 hrs I	0	11	10	2
0 hrs F	17	6	0	0
24 hrs I	0	14	9	0
24 hrs F	11	12	0	0

Fuente: Base de Datos

Se observa en la figura dos la modificación de los patrones de aireación, con predominio a las cero horas de los patrones 2 y 3 , y a las 24 horas de los patrones 1 y 2. Se graficó por medidas de tendencia central.

Figura 2. Patrón de líneas B en pacientes titulados del Grupo 2



Fuente: Base de Datos

Por medio de las medidas de tendencia central y t de Student se identifica que la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> al inicio del estudio fue de 105 mmHg para el grupo uno y 106 mmHg para el grupo 2, posteriormente se realizó una intervención con titulación y el índice se modificó a 198 mmHg para el grupo uno y 205 mmHg para el grupo 2 sin diferencia estadística. A las 24 horas el índice final fue de 221 mmHg para distensibilidad y 215 mmHg para ultrasonido con un valor de  $p < 0.05$ .

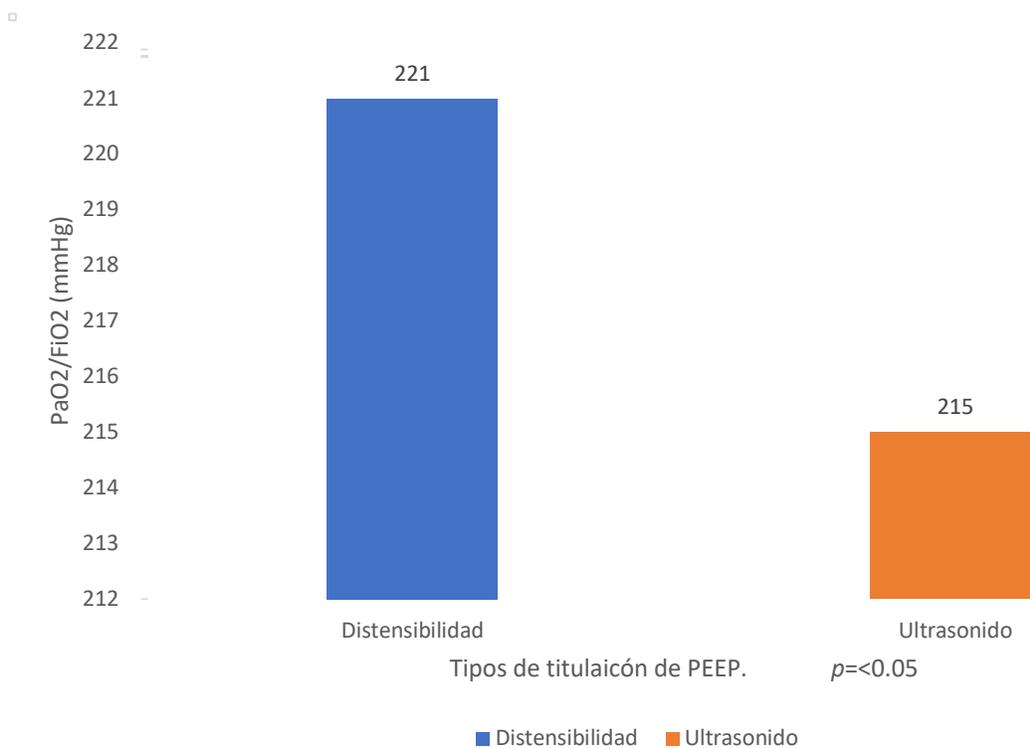
Tabla V. Valor de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> previo y posterior a la intervención de la titulación de la PEEP en ambos grupos.

PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (mmHg)	Distensibilidad	Ultrasonido	$p$
0 hrs Inicial	105	106	0.658
0 hrs Final	198	205	0.536
24 hrs Inicial	134	124	0.175
24 hrs Final	221	215	<b>&lt; 0.05</b>

Fuente: Base de Datos

Por medio de la prueba estadística de t de Student pareada, se identificó la diferencia de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en ambos grupos, donde se identificó mayor aumento de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en pacientes titulados por distensibilidad con un valor significativo de  $p < 0.05$  como se observa en la figura 3.

Figura 3. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> a las 24 horas toma final en ambos grupos



Fuente: Base de Datos

El análisis estadístico con t de Student determinó el aumento de la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en ambos grupos. Para la titulación por ultrasonido el delta de la relación de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> fue de 109 mmHg y por distensibilidad fue de 119 mmHg con una *p* de 0.22 y se observa en la tabla VI.

Tabla VI. Aumento de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> por Grupo

Intervalo de delta	Distensibilidad	USG	<i>p</i>
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> Inicial 0hrs vs Final 24 hrs (mmHg)	115.96	109.34	0.22

Fuente: Base de Datos

La relación de eventos adversos comparado en ambos grupos en la tabla VII se observa con mayor frecuencia en los pacientes titulados por distensibilidad, existe mayor presencia de bradicardia  $p=<0.05$ , hipotensión  $p=<0.03$  a las 0 horas y mayor presencia de desaturación con  $p=<0.05$  a las 24 horas con respecto a los pacientes titulados por ultrasonido ,obtenido por medidas de tendencia central y Chi cuadrada.

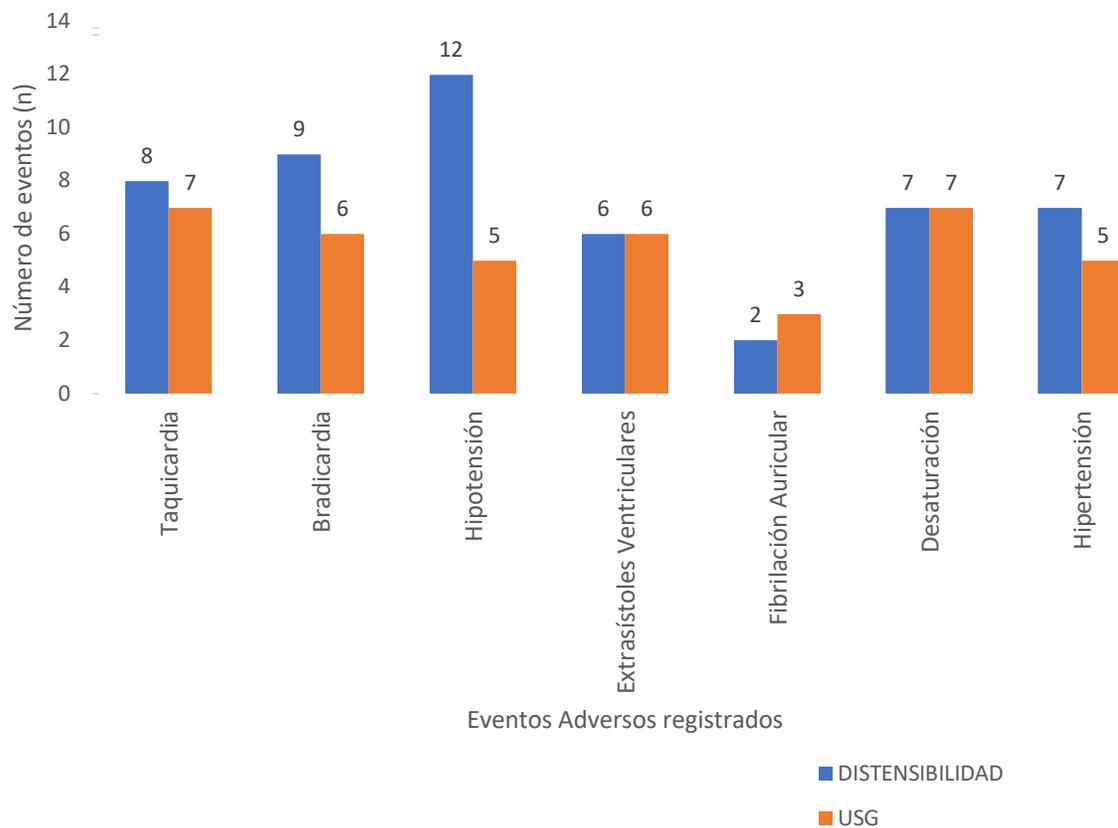
Tabla VII. Eventos Adversos posterior a la intervención en ambos grupos

Eventos Adversos (número)	0 HORAS			24 HORAS		
	DISTENSIBILIDAD	USG	$p$	DISTENSIBILIDAD	USG	$p$
Taquicardia	8	7	0.907	7	7	0.85
Bradicardia	9	6	<b>&lt;0.05</b>	7	5	0.61
Hipotensión	12	5	<b>&lt;0.03</b>	7	8	0.61
Extrasístoles Ventriculares	6	6	0.86	6	4	0.57
Fibrilación Auricular	2	3	0.56	3	2	0.70
Desaturación	7	7	0.85	11	7	<b>&lt;0.05</b>
Hipertensión	7	5	0.61	10	6	0.30

Fuente: Base de Datos

Los eventos adversos fueron importantes para los pacientes aleatorizados en el grupo titulado por distensibilidad a las 0 horas, los más frecuentes y significativos fueron: bradicardia con valor significativo de  $p < 0.05$  e hipotensión con valor de  $p < 0.03$ .

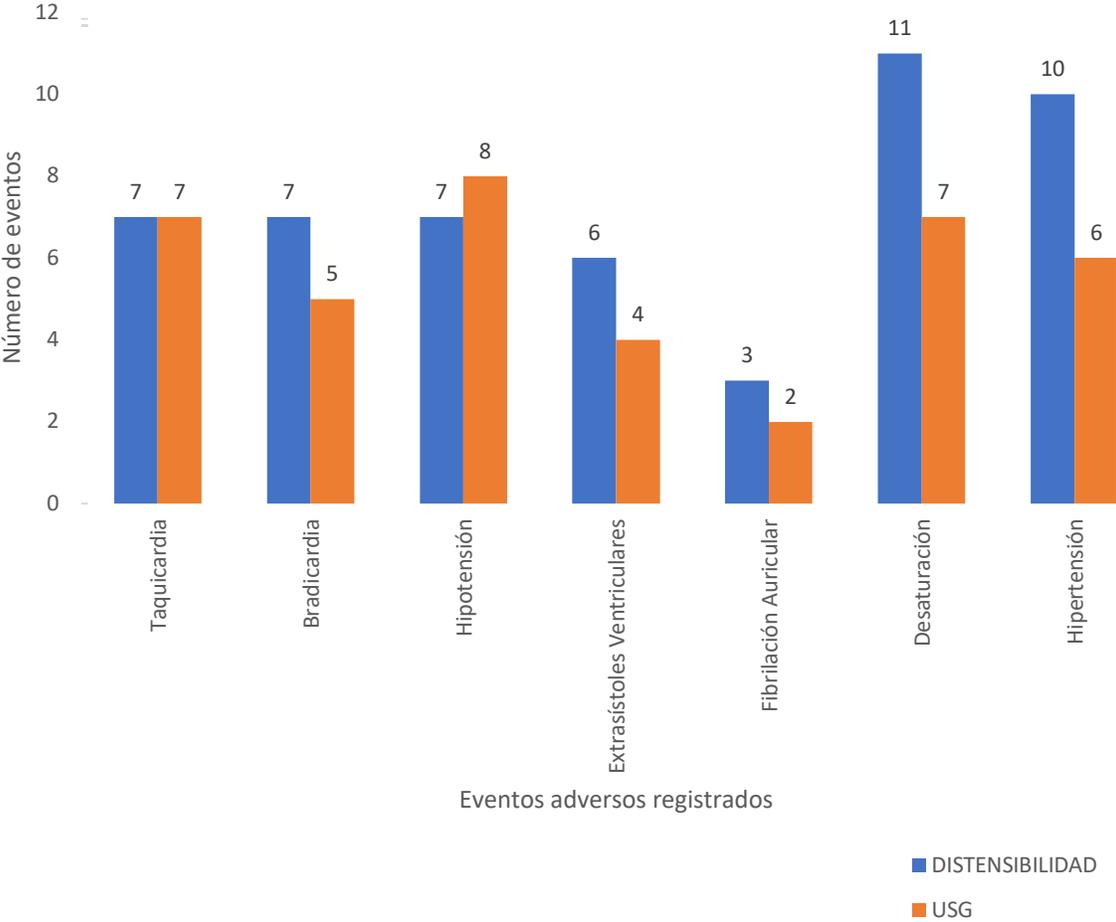
Figura 4 . Eventos Adversos posterior a la intervención de titulación de la PEEP a la hora 0 en ambos grupos



Fuente: Base de Datos

A las 24 horas los pacientes del grupo uno, presentaron mayor frecuencia de desaturación con valor de  $p < 0.05$  vs pacientes titulados por ultrasonido que presentaron menor porcentaje de desaturación, obtenido por medidas de tendencia central y Chi cuadrada. Se ilustra en la figura 5.

Figura 5 . Eventos adversos posterior a la intervención de titulación de la PEEP a la hora 24 en ambos grupos.



Fuente: Base de Datos

La relación de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en ambos grupos, con titulación de la PEEP no demostró diferencia estadística significativa al ingreso. A las 24 horas en el grupo con neumopatía previa se encontró mejoría de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> cuando se tituló por distensibilidad con una  $p < 0.001$ .

Tabla VIII. Relación de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en pacientes con neumopatía y sin neumopatía previa

Medición (mmHg)	Distensibilidad			Ultrasonido		
	Neumopatía	No Neumopatía	$p$	Nuemopatía	No neumopatía	$p$
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> 0 hrs I	105	103	0.92	103	109	0.57
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> F 24 hrs	231	180	<b>&lt;0.001</b>	208	224	0.53

Fuente: Base de Datos

Una diferencia significativa en la población de estudio, fue el antecedente de neumopatía, ésta pudiera condicionar resultados sesgados en la titulación de la PEEP para ambos grupos; sin embargo, al realizar t de Student pareada no se encontró diferencia significativa. Al ingreso la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> para el grupo neumópata fue de 104 mmHg y 157 mmHg para el que no tiene antecedentes de neumopatía y, a las 24 horas 222.4 mmHg para el grupo de neumópatas y 210 mmHg para el grupo sin neumopatía previa.

Tabla IX. Relación del PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en el grupo con neumopatía y sin neumopatía

Medición (mmHg)	Neumopatía previa	No Neumopatía previa	<i>p</i>
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> I 0 hrs	104	157	0.72
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> F 0 hrs	206	204	0.96
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> I 24 hrs	126	123	0.77
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> F 24 hrs	222.4	210	0.42

Fuente: Base de Datos

Para el grupo titulado con distensibilidad, el contar con antecedente de ingreso previos a la UCI no es un factor estadísticamente significativo para la modificación de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> posterior a la intervención de titulación.

En el grupo titulado con ultrasonido el contar con antecedente de ingreso previo a la UCI si es un factor estadísticamente significativo con un valor de  $p < 0.05$  para la modificación de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> posterior a la intervención de titulación siendo mayor en el grupo sin antecedente de ingreso previo.

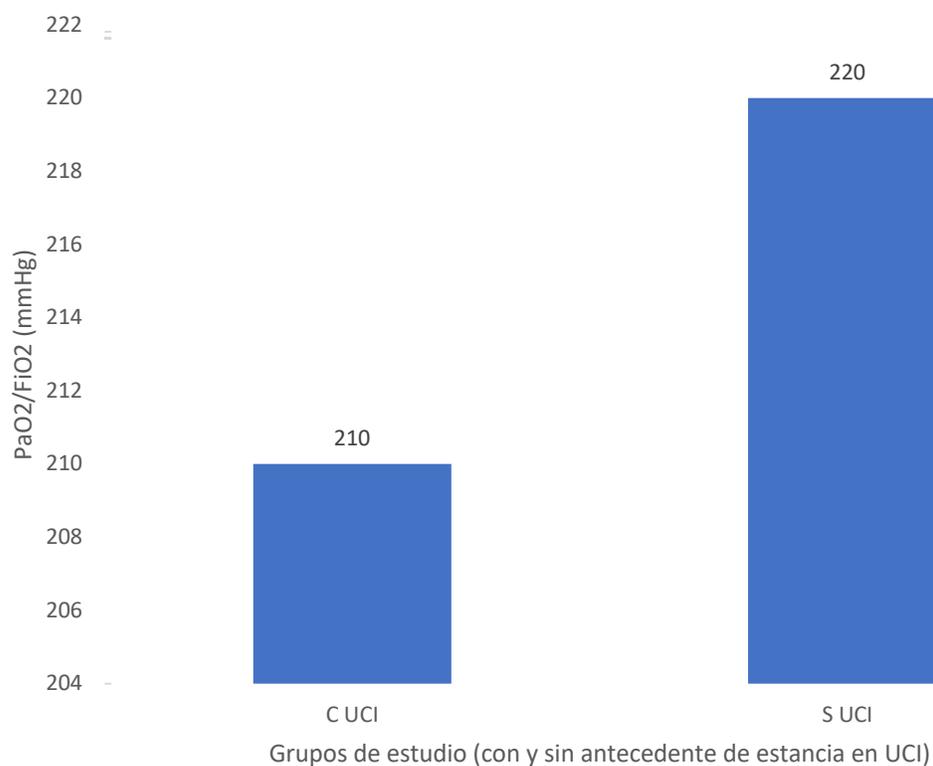
Tabla X. Relación de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> final 24 hrs con respecto a hospitalizaciones previas en UCI en ambos grupos

	Distensibilidad			Ultrasonido		
	C UCI	S UCI	<i>p</i>	C UCI	S UCI	<i>p</i>
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> 24 hrs F	243	215	0.25	210	220	<b>&lt;0.05</b>

Fuente: Base de Datos

En el grupo titulado con ultrasonido el contar con antecedente de ingreso a la UCI si es un factor estadísticamente significativo con un valor de  $p < 0.05$  para la modificación de la  $PaO_2/FiO_2$  posterior a la intervención de titulación siendo mayor en el grupo sin antecedente de ingreso previo. Obtenido por medidas de tendencia central y t Student pareada.

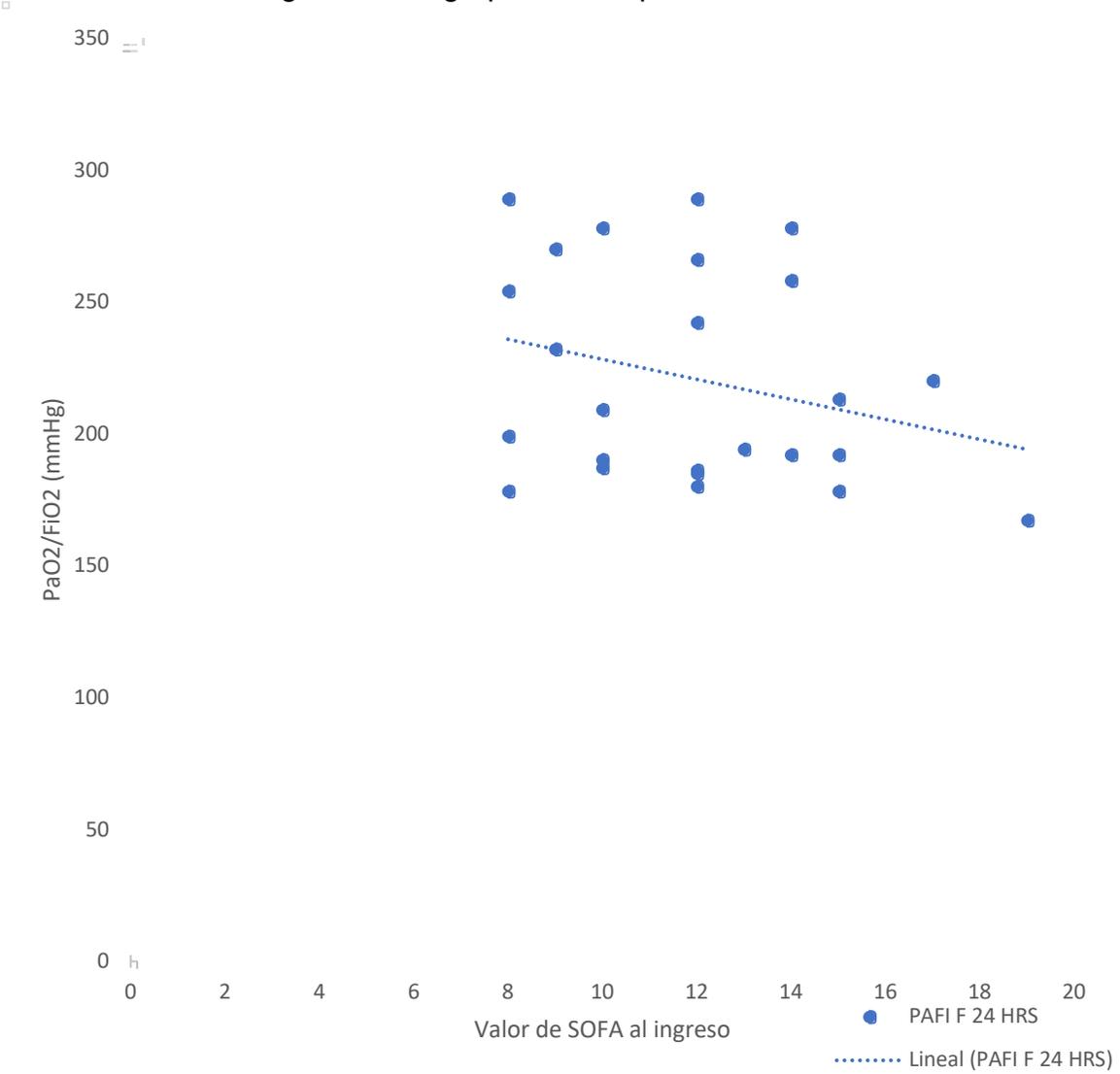
Figura 6. Relación de  $PaO_2/FiO_2$  al final 24 hrs con respecto a hospitalizaciones previas en UCI en el grupo titulado por Ultrasonido



Fuente: Base de Datos

La escala de SOFA al ingreso es considerado como un valor pronóstico para la mortalidad, por lo que se realizó una correlación de Pearson representada en la figura 7, lo que implica que a mayor valor de la escala de SOFA menor cantidad de PaO2/FiO2, la relación estadística fue una  $r = 0.27$  no significativa.

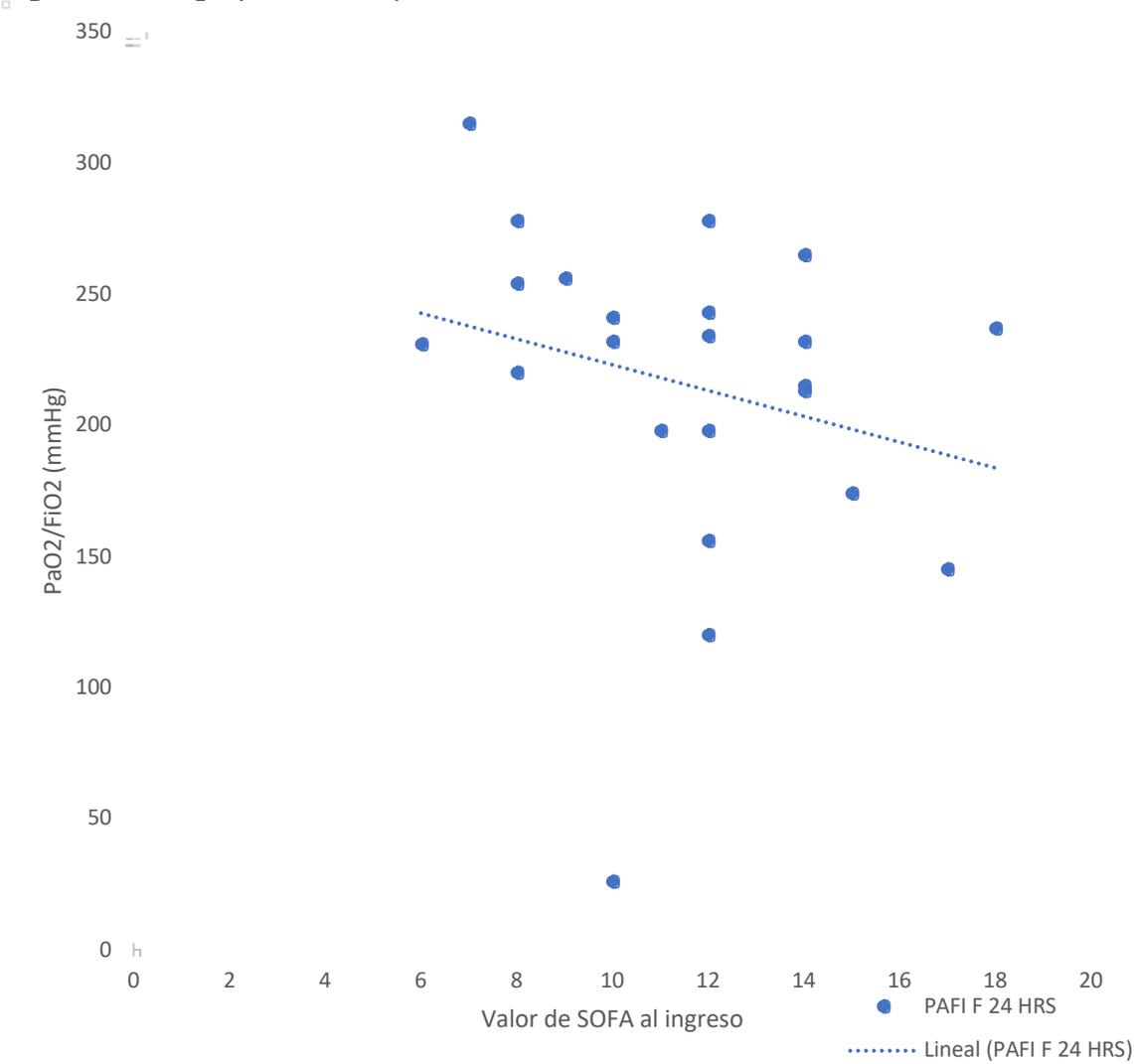
Figura 7. Correlación de PaO2/FiO2 final a las 24 horas con respecto al SOFA de ingreso en el grupo titulado por distensibilidad



Fuente: Base de Datos

La correlación de Pearson (figura 7), identifica una tendencia negativa en relación al valor inicial de SOFA con respecto al PaO2/FiO2 de las 24 horas lo que señala que a mayor valor de la escala de SOFA menor cantidad de PaO2/FiO2 en los pacientes titulados por ultrasonido con un valor de  $r = 0.24$  no significativa.

Figura 7. Correlación de PaO2/FiO2 final a las 24 horas con respecto al SOFA de ingreso en el grupo titulado por ultrasonido



Fuente: Base de datos

## DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se incluyeron un total de 48 pacientes todos con diagnóstico de SIRA en fase exudativa.

De los datos demográficos se encontró que para el grupo 1, la edad promedio fue 55 años, DM2 en 17 pacientes, HAS en 8 pacientes, tabaquismo en 13, sobrepeso en 15, obesidad en 7, neumopatías previas en 20 pacientes, 5 con antecedentes de ingreso previo a UCI y SOFA al ingreso en promedio de 11.9 puntos.

Para el grupo 2: edad promedio 50 años, DM2 14 pacientes, HAS 12 pacientes, tabaquismo 16 casos, sobrepeso en 15 pacientes, obesidad en 10 casos, neumopatías 12 casos, 11 pacientes con antecedentes de ingreso previo a UCI y SOFA al ingreso en promedio de 11.5 puntos.

Se comparó con un estudio realizado por Torres *et al.* en el hospital ABC reportado en la revista Med Crit del 2017 donde su muestra de 20 pacientes: 45% hombres y 55% mujeres, la edad promedio para hombres 67 años y la edad promedio para mujeres fue 66 años.

A diferencia de este estudio, las edades son menores por más de 10 años probablemente por que se desarrollo en hospitales que reciben en su mayoría pacientes de patologías de trauma. Mientras que en el estudio reportado en Paris la edad promedio fue similar a este trabajo sin embargo la causa mas frecuente del SIRA fue la cirugía vascular mayor, etiología que modifica por completo y mueve la balanza a los pacientes con causa extrapulmonar, probablemente asociado a transfusión masiva<sup>26</sup>.

Este estudio se basó en la titulación de la PEEP en los pacientes de ambos grupos ya sea con ultrasonido o por distensibilidad a través de diferentes mediciones a lo largo del tiempo.

Los resultados muestran que ambos grupos a su ingreso a la unidad de cuidados intensivos tenían PEEP de 5.8 cmH<sub>2</sub>O para el grupo 1 y 6.9 cmH<sub>2</sub>O para el grupo 2. A las 24 horas el valor de la PEEP para el grupo uno fue 12.8 cmH<sub>2</sub>O y 11.7 cmH<sub>2</sub>O para el grupo dos. A diferencia del estudio reportado por Torres *et al.* en el 2017, donde reportan una PEEP de 20 cmH<sub>2</sub>O para la mayoría de los pacientes titulados debido a que no se reclutó a todos los pacientes de dicho estudio y 15 cmH<sub>2</sub>O en el artículo reportado en París el cual presenta similitudes con el presente trabajo<sup>(26-27)</sup>.

Nuestra pregunta inicial fue, si la titulación de la PEEP por ultrasonido condiciona mayor aumento del PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> con los siguientes resultados: al ingreso ambos grupos presentaban un valor de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> de 105 mmHg y 106 mmHg respectivamente para distensibilidad y ultrasonido, en la titulación a las 24 horas existió una diferencia significativa que favorece a aquellos titulados por distensibilidad (221 mmHg y 215 mmHg con un valor de  $p < 0.05$ ).

Mismos resultado que se correlaciona con el reportado por Torres *et al.* La conclusión determina que es igual de eficaz por USG que por distensibilidad, al igual que el estudio de París que reportó mismos resultados en dicha población<sup>(26-27)</sup>.

Durante la titulación de la PEEP se observó eventos adversos, con menor número para los pacientes titulados por ultrasonido.

En la intervención inicial a las 0 horas estos fueron: la taquicardia, la bradicardia, la hipotensión, las extrasístoles ventriculares, la fibrilación auricular, la desaturación y la hipotensión que fueron factores para suspender el reclutamiento alveolar ( $p < 0.03$ ). Lo que representa que los pacientes titulados por distensibilidad presentan mayor número de eventos adversos.

Hodgson en el 2016 y Kacmarek en el 2016 reportan eventos adversos como hipotensión, desaturación, arritmias y sobredistensión sin reportar frecuencias de los mismos. Por lo que respecta a este estudio se documentó que los pacientes titulados por distensibilidad los eventos adversos fueron mayores<sup>(26,27)</sup>.

Los Investigadores del grupo ART en el 2018 en el JAMA reportan eventos adversos relacionados con baotrauma con una  $p < 0.001$  en los pacientes titulados con distensibilidad, neumotórax que requiere sonda endopleural con  $p < 0.03$ , los cuales no fueron observados en este estudio. No se documento en ningún momento neumotórax, aunque los valores de PEEP fueron similares en los dos estudios<sup>(23)</sup>.

El estudio reportado en una revista Brasileña del 2017 por Daminani se encargó de valorar la eficacia del reclutamiento y titulación por distensibilidad en el SIRA severo con respecto a la supervivencia y, dentro de los eventos adversos reportó 3 pacientes por paro cardiorespiratorio, dato que en el presente trabajo no se reporto asociado a las maniobras de reclutamiento; describe además eventos adversos similares en un grupo de pacientes de edad similar, sin embargo; no se describen el numero de pacientes con los demás eventos adversos<sup>(29)</sup>.

Para el primer grupo quienes fueron titulados por distensibilidad, de acuerdo con las medidas de tendencia central la moda inició con un valor de 26.5 ml/cmH<sub>2</sub>O, aumento a 51.8 ml/cmH<sub>2</sub>O posterior a la primera titulación durante su ingreso; a las 24 horas presentaron una distensibilidad de 45 ml/cmH<sub>2</sub>O y al final de la segunda titulación el valor fue 55 ml/cmH<sub>2</sub>O.

Se compara con el estudio reportado por la revista Med Crit donde se comenta la mejoría de este parámetro sin especificar el porcentaje o cantidad. Kamal en el 2018 reporta que el valor medio en pulmones ex vivos puede modificarse hasta 79 ml/cmH<sub>2</sub>O con administración de PEEP<sup>(27,28)</sup>.

Además, en este estudio se pudo realizar una figura de cajas y bigotes donde se aprecia que la dispersión de los valores en las distensibilidades es más homogénea de acuerdo con la segunda titulación comparada con la primera.

Para los pacientes del grupo dos que fueron aquellos en quienes se titulo por ultrasonido se valoró el patrón pulmonar en 12 áreas pulmonares determinadas de acuerdo al curso WINFOCUS del 2017.

Con base en patrones de titulación establecidos se utilizaron 4: 1: Normal, 2: B1 (líneas B + 7 mm), 3: líneas B2 (líneas B 3 mm o -) y 4: consolidación. Por lo que el comportamiento de estos patrones fue el siguiente:

Al ingreso a la unidad de cuidados intensivos ningún paciente presentó un patrón normal ultrasonográfico, 11 pacientes con patrón 2, 10 pacientes con patrón 3 y 2 pacientes con patrón 4, con la intervención del reclutamiento y la titulación el patrón ultrasonográfico se modificó, 17 pacientes presentaron patrón normal y 6 pacientes patrón 2.

A las 24 horas posteriores a la primera intervención se determinó nuevamente el patrón ultrasonográfico y se encontró que nuevamente ningún paciente presentó patrón 1, 14 pacientes con patrón 2, y nueve pacientes con patrón 3, sin encontrar ningún paciente con patrón 4, a comparación de la determinación inicial a su ingreso. Durante la segunda intervención quedan cero pacientes con patrón 3 y 4 y 11 pacientes con patrón normal y 12 pacientes con patrón 2.

En comparación con un artículo publicado en el 2011 realizado en una unidad de cuidados intensivos en Paris por el departamento de Anestesiología y Terapia intensiva, donde encuentran una correlación entre la titulación por ultrasonido y el aumento de la  $PaO_2/FiO_2$ , muestran además que el valor de la PEEP más frecuente fue 15 cmH<sub>2</sub>O, sin embargo, la mayoría de los pacientes en este estudio fueron de etiología pulmonar.

Otro dato relevante durante el desarrollo de este estudio fue la diferencia que podría presentarse en aquellos pacientes que contaban con neumopatía previa como EPOC o asma y si esto condicionaba menor  $PaO_2/FiO_2$  que pacientes sin neumopatía.

Lo que se observó es que no existe diferencia significativa que favorezca a aquellos pacientes sin neumopatía vs aquellos con neumopatía previa. Lo que no reporta diferencias entre ambos grupos, independientemente si cuentan o no con neumopatía.

En los pacientes que contaban con antecedente de asma no presentaron agudización del cuadro, además de que ningún paciente con antecedente de asma tenía un diagnóstico adecuado para dicho padecimiento, tampoco tratamiento regular por lo que probablemente no se pudo corroborar tal diagnóstico. Se consultó la revisión bibliográfica con el objetivo de determinar el manejo que se había administrado en los pacientes con SIRA y asma sin embargo no se comenta de forma específica el manejo de estos pacientes.

De las variables que se tomaron en cuenta en los pacientes fue el antecedente de hospitalizaciones en la unidad de cuidados intensivos. Sin embargo, en los pacientes titulados por ultrasonido que no tienen antecedente de hospitalización previa en UCI presentaron una mejoría estadísticamente significativa con respecto al valor de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> con una  $p < 0.05$ .

## CONCLUSIÓN

- 1.- No se encontró mayor incremento de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> con USG en comparación con distensibilidad para la titulación de la PEEP en pacientes con SIRA exudativo.
- 2.- La etiología del SIRA fue casi similar en ambos grupos (48 % Vs 52%).
- 3.- El valor de la PEEP al titularse fue similar en ambos grupos (13.8 cmH<sub>2</sub>O para distensibilidad Vs 14.6 cm H<sub>2</sub>O para USG).
- 4.- No se observó diferencia significativa en ambos grupos con respecto a la Pa<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> posterior a la titulación.
- 5.- Los eventos adversos fueron: bradicardia, hipotensión y desaturación entre otros, con mayor frecuencia en el grupo uno.
- 6.- El género, la edad y las comorbilidades no influyeron en el incremento de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>.
- 7.- No se observó relación significativa entre el SOFA y la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> a las 24 horas.

## PROPUESTAS

La titulación de la PEEP se recomienda para aquellos pacientes con SIRA moderado y severo en fase exudativa.

Se recomienda la titulación de la PEEP con el uso de ultrasonido ya que presenta menor número de eventos adversos.

Se hace necesario el entrenamiento de los médicos intensivistas en el manejo del ultrasonido.

Por otra parte todas las unidades de cuidados intensivos deben de contar con ultrasonido al pie de la cama del paciente.

Se espera contar con un mayor número de pacientes para validar este y muchos estudios más publicados en la literatura mundial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brewer LA, Burbank B, Samson PC, Schiff CA. The “wet lung” in war casualties. *Ann Surg.* 1964;123:343-362.
2. Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, *et al.* Acute respiratory distress in adults. *Lancet.* 1967;2:319-323.
3. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, *et al.* The American-European Consensus Conference on ARDS. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994;149:818-824.
4. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, *et al.* Acute respiratory distress syndrome: the Berlin definition. *JAMA.* 2012;307:2526-2533.
5. Villar J, Pérez-Méndez L, Blanco J, *et al.* Spanish Initiative for Epidemiology, Stratification, and Therapies for ARDS (SIESTA) Network. A universal definition of ARDS: the PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio under a standard ventilatory setting a prospective, multicenter validation study. *Intensive Care Med.* 2013;39:583-592.
6. Rezoagli E, Fumagalli R, Bellani G. Definition and epidemiology of acute respiratory distress syndrome. *Ann Transl Med.* 2017; 14: 282:290
7. ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, *et al.* Acute respiratory distress syndrome: the Berlin definition. *JAMA.* 2012;307:2526-2533.
8. Sorbo L, Ranieri VM, Ferguson ND. The Berlin definition meets its needs: yes. *Intensive Care Med.* 2016;42:643-647.
9. Tomashefski JF. Pulmonary pathology of acute respiratory distress syndrome. *Clin Chest Med.* 2000;21:435-466.
10. Slutsky AS, Villar J, Pesenti A. Happy 50th birthday ARDS. *Intensive Care Med.* 2016;42:637-639.
11. Fujishima S. Pathophysiology and biomarkers of acute respiratory distress syndrome. *J Intensive Care.* 2014;2:32.
12. Gattinoni L, Caironi P, Carlesso E. How to ventilate patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Curr Opin Crit Care.* 2005;11:69-76.
13. Lapinsky SE, Mehta S. Bench-to-bedside review: Recruitment and recruiting maneuvers. *Crit Care.* 2005;9:60-65.

14. Suzumura EA, Amato MBP, Cavalcanti AB. Understanding recruitment maneuvers. *Intensive Care Med.* 2016;42:908-911.
15. The acute respiratory distress syndrome network. Ventilation with lower tidal volume as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *NEJM.* 2000;342:1301-1308.
16. Gattinoni L, Quintel M. Is mechanical ventilation a cure for ARDS?. *Intensive Care Med.* 2016;42:916-917.
17. Gattinoni L, D'Andrea L, Pelosi P. Regional Effects and mechanism of positive end expiratory pressure in early adult respiratory distress syndrome. *JAMA.* 1993;269:2122-2127.
18. 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.
19. Amato MBP, Barbas CSV, Madeiros DM, *et al.* Effect protective ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 1998;338:347-354.
20. Grasso S, Mascia L, Del Turco M, *et al.* Effects of recruitment maneuvers in patients with acute respiratory syndrome ventilated with protective ventilatory strategy. *Anesthesiology.* 2002;96:795-802.
21. Ayyat KS, Okamoto T, Niikawa H, *et al.* High positive end-expiratory pressure during ex vivo lung perfusion: recruiting rejected donor lungs. *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2018; doi:10.1093/icvts/ivy041.
22. Hodgson CL, Tuxen DV, Bailey MJ, *et al.* A positive response to a recruitment maneuver with PEEP titration in patients with ARDS, regardless of transient oxygen desaturation during the maneuver. *J Intensive Care Med.* 2011 Jan-Feb;26(1):41-9.
23. Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART) Investigators. Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2017 Oct 10;318(14):1335-1345.

24. Algaba Á, Nin N; por el GT-IRA de la SEMICYUC. [Alveolar recruitment maneuvers in respiratory distress syndrome]. *Med Intensiva*. 2013 Jun-Jul;37(5):355-62.
25. Hodgson CL, Tuxen DV, Davies AR. A randomised controlled trial of an open lung strategy with staircase recruitment, titrated PEEP and targeted low airway pressures in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2011;15(3):R133.
26. Torres, Rodríguez, Castillejos. Utilidad del ultrasonido de pulmón en la titulación de la PEEP en pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda clasificación Berlín moderado y grave. *Med Crit*. 2017;31(1):7-15.
27. Bouhemad, Brisson, Le-Guen, et al. Bedside Ultrasound Assessment of Positive End-Expiratory Pressure-induced Lung Recruitment. *Am J Respir Crit Care Med*:2011. 341–347.
28. Kacmarek RM, Villar J, Sulemanji D, Montiel R, Ferrando C, Blanco J, et al. Open lung approach for the acute respiratory distress syndrome: a pilot, randomized controlled trial. *Critical Care Medicine* 2016; Vol. 44, issue 1:32–42. [DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000001383>; <http://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00431158>.
29. Damiani<sup>1</sup> P, Berwanger<sup>1</sup> O, Paisani<sup>1</sup> D, et al. Statistical analysis plan for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART). A randomized controlled trial. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2017;29(2):142-153.