

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a knight on a horse, holding a lance and a shield. Above the knight is a crown with a cross on top. The seal is surrounded by Latin text: "SACRAE THEOLOGICAE UNIVERSITATIS CAROLINAE" at the top and "SIGILLUM UNIVERSITATIS SANCTI CAROLINI" at the bottom. The text "CONSPICUA CAROLINA AC" is visible on the left side, and "IA COACTEM" is visible on the right side.

**“CORRELACIÓN ENTRE PEEP/FIO₂ Y EL EFECTO DE
LA CURVA DE PRESIÓN/VOLUMEN DEL SISTEMA
RESPIRATORIO EN LA SOBREVIDA DEL PACIENTE
CON SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO
DEL ADULTO”**

ANA LUCÍA RAMÁS HERRERA

Tesis
Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Interna
Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Interna
Marzo 2015



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

La Doctora: Ana Lucía Ramás Herrera

Carné Universitario No.: 100021245

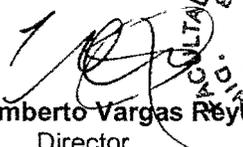
Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Interna, el trabajo de tesis "Correlación entre PEEP/FIO₂ y el efecto de la curva de presión/volumen del sistema respiratorio en la sobrevida del paciente con síndrome de distrés respiratorio del adulto"

Que fue asesorado: Dr. Jorge Luis Ranero Meneses MSc.

Y revisado por: Dr. Jorge Luis Ranero Meneses MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para marzo 2015.

Guatemala, 13 de marzo de 2015


Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.
Director *
Escuela de Estudios de Postgrado




Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc.
Coordinador General *
Programa de Maestrías y Especialidades



/mdvs

Guatemala, 19 de septiembre de 2,014

Doctor
Oscar Fernando Castañeda
Coordinador Específico Programas de Maestrías
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
Universidad de San Carlos de Guatemala
PRESENTE

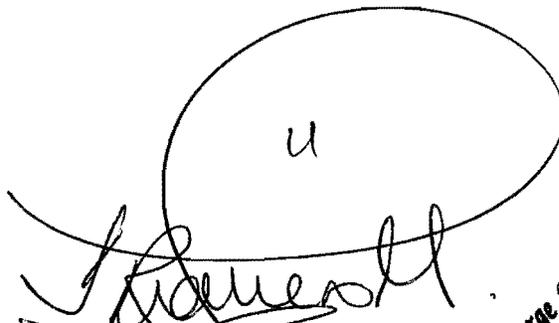
Doctor Castañeda:

Por este medio le informo que revise el contenido del informe final de tesis con el título:

“Correlación entre PEEP/FiO2 y el efecto de la curva de presión/volumen del sistema respiratorio en la sobrevida del paciente con Síndrome de Distrés Respiratorio del Adulto”

De la Doctora Ana Lucia Ramás Herrera, el cual **apruebo** por llenar los requisitos solicitados por la Maestría en Ciencias Médicas en la Especialidad de Medicina Interna de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sin otro particular,



Dr. Jorge Luis Romero Meneses, MSc.

Asesor de Tesis

Docente de Investigación

Maestría en Ciencias Médicas en la Especialidad de Medicina Interna
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Dr. Jorge Luis Romero M.
JEFE DE SERVICIO MEDICO
COL. 8.252
UTM- UCIA H.G.E.-I.G.S.S.

Guatemala, 19 de septiembre de 2,014

Doctor

Oscar Fernando Castañeda

Coordinador Específico Programas de Maestrías

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Universidad de San Carlos de Guatemala

PRESENTE

Doctor Castañeda:

Por este medio le informo que revise el contenido del informe final de tesis con el título:

“Correlación entre PEEP/FiO2 y el efecto de la curva de presión/volumen del sistema respiratorio en la sobrevida del paciente con Síndrome de Distrés Respiratorio del Adulto”

De la Doctora Ana Lucia Ramás Herrera, el cual **apruebo** por llenar los requisitos solicitados por la Maestría en Ciencias Médicas en la Especialidad de Medicina Interna de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sin otro particular,

Dr. Jorge Luis Ramiro Meneses, MSc. Dr.

Revisor de Tesis

Docente de Investigación

Maestría en Ciencias Médicas en la Especialidad de Medicina Interna

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Dr. Jorge Luis Ramiro M.
JEFE DE SERVICIO MEDICO
COL. 8.282
INT. UCIA H.G.E.-I.G.S.S.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Índice de Tablas	i
	Índice de Gráficas	ii
	Resumen	iii
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	3
III.	OBJETIVOS	14
	3.1 General	14
	3.2 Específicos	14
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS	15
V.	RESULTADOS	19
VI.	DISCUSIÓN Y ANÁLISIS	22
	6.1 Conclusiones	28
	6.2 Recomendaciones	30
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
VIII.	ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	
Características de la población a estudio	19
Tabla 2	
Datos descriptivos de la población	19
Tabla 3	
Datos descriptivos de la población	20

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1

Correlación Peep/Fio₂ y promedio de puntos de inflexión de la curva de Presión/Volumen SDRA leve, moderado y severo. 20

Gráfica 2

Evaluación de la supervivencia en pacientes con SDRA leve, moderado y severo (Curvas de Kaplan Meier) 21

RESUMEN

La ventilación mecánica es una medida de soporte esencial en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo o del adulto (SDRA). La aplicación de presión positiva en la vía aérea permite afrontar el aumento del trabajo respiratorio que supone la disminución de la elasticidad del sistema respiratorio causada por la respuesta inflamatoria, donde puede desarrollarse colapso alveolar y producir lesión del parénquima pulmonar. En Guatemala no existen estudios que evalúen la sobrevida que tiene un paciente que presenta SDRA leve, moderado o severo, asociado a la evaluación de determinados parámetros de ventilación y oxigenación y su relación con curvas de presión-volumen los cuales pueden determinarnos el grado de daño pulmonar que un paciente desarrolla en su sobrevida, al evaluar un parámetro ventilatorio y de oxigenación óptimo que determine un cambio significativo en la misma del paciente ventilado, por lo que el objetivo del estudio es correlacionar la sobrevida de los pacientes con SDRA leve, moderado o severo, sometidos a ventilación mecánica en cuanto a la correlación entre el efecto de la curva Presión/Volumen y el valor de Peep/Fio2 en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Se realizó un estudio analítico, correlacional, se utilizó estadístico de prueba nivel Investigativo relacional Chi2 Independencia para variables categóricas y correlación de Pearson para variables numéricas, para nivel predictivo correlación R2 de Pearson como valor predictivo para variables numéricas y curvas de Kaplan Meier, utilizando el valor de p menor de 0.05 para significancia estadística. Los resultados del estudio determinaron incidencia del 38.5% SDRA Moderado en cuanto a la sobrevida de los mismos presentó una media de 16 días de estancia hospitalaria con una tasa de mortalidad de 65%, la media para la variable independiente Peep/Fio2 es de 14.67 y mediana de 15.50 lo cual nos indica que la tendencia central de la población estudiada mantuvo un promedio de relación Peep/Fio2 en este rango, evidenciado por niveles de Peep de 8 y Fio2 50% y correlación positiva entre Peep/Fio2 y Presión/Volumen. Se concluye que existe correlación significativa entre variables la cual evidencia que a mayor Peep/Fio2, mayores cambios en la curva de presión/volumen evidenciando mayores niveles de Presión y volumen para el paciente a quien se disminuye parénquima pulmonar para ventilar, lo que repercute en la sobrevida del paciente con SDRA debido que aumenta lo mortalidad de los mismos, disminuyendo su sobrevida en la unidad de terapia intensiva.

Palabras Clave: Correlación Peep/Fio2 y Presión/Volumen, SDRA, Sobrevida

I. INTRODUCCIÓN

El síndrome de distrés respiratorio del adulto, es un síndrome clínico secundario a una lesión pulmonar o extrapulmonar aguda, que conduce al daño de la membrana alvéolo-capilar pulmonar, con aumento de la permeabilidad (edema pulmonar no cardiogénico)², tiene una incidencia estimada entre 1 – 5% de los ingresos a las unidades de cuidado crítico. Es una de las entidades que ocasiona mayor morbi-mortalidad en las unidades de cuidados intensivos, inicialmente era hasta de un 90%, pero gracias a las técnicas ventilatorias de protección pulmonar y la terapéutica eficaz, este porcentaje ha disminuido a un 30 – 40%, influenciada por la presencia de factores de riesgo, disfunción multiorgánica, aumento del espacio muerto pulmonar y la falta de respuesta al manejo adecuado durante la primera semana.³ La tasa de mortalidad tiene un amplio margen, siendo de 20 – 25% en traumatismo y hasta del 90% posterior a trasplantes.

Las curvas de presión volumen tienen su utilidad en la práctica de la ventilación mecánica ya que se han realizado múltiples estudios en donde las mismas se han utilizado como marcador de la presión máxima en meseta que se puede alcanzar sin provocar sobredistensión en pacientes con distrés respiratorio. Otra utilidad para la que se han empleado las curvas presión-volumen es la cuantificación del reclutamiento alveolar después de un cambio en el nivel de presión espiratoria al final de la espiración (PEEP). Para ello se trazan curvas desde diferentes niveles de PEEP y se compara el volumen pulmonar a una presión previamente establecida.

En Guatemala no existen estudios que evalúen la sobrevida que tiene un paciente quien presenta o presentó distrés respiratorio del adulto asociado a la evaluación de determinados parámetros de ventilación y oxigenación y su relación con curvas de presión-volumen determinadas por el ventilador mecánico por lo que la necesidad de investigar este tipo de parámetros ventilatorios desarrollan gran utilidad para la población sometida a ventilación mecánica en riesgo pulmonar y para la población que desarrolla cualquier patología integrada en el desarrollo de distrés respiratorio ya que permitirá evaluar la relación de estos con la sobrevida del paciente ventilado mecánicamente.

El estudio se delimita a pacientes con síndrome de distrés respiratorio del adulto leve, moderado o severo, ingresados en la unidad de cuidados intensivos del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social sometidos a ventilación mecánica, a quienes se les realizará la medición de la relación entre presión espiratoria al final de la espiración y fracción inspiratoria de oxígeno (PEEP/FIO₂) en diferentes

cantidades y se valorará su efecto en la curva de presión volumen, en base a la determinación del punto de inflexión máximo, mínimo y de máxima curvatura espiratoria de los pacientes sometidos a ventilación mecánica, para evaluar su pronóstico o sobrevida en cuanto a la morbi-mortalidad de los pacientes. Teniendo en cuenta que el síndrome de distrés respiratorio del adulto constituye una de las entidades que ocasiona mayor morbi-mortalidad en las unidades de cuidados intensivos y que es un campo de investigación muy activo que tiene implicaciones terapéuticas y una patogenia cambiante, se realizará este estudio para comprender mejor los mecanismos involucrados en el síndrome de distrés respiratorio del adulto y de esta manera lograr mejor control y tratamiento de estos pacientes. Para el desarrollo de este estudio el estadístico de prueba a utilizar para el nivel investigativo relacional es Chi² Independencia para variables categóricas y correlación de Pearson para variables numéricas, para el nivel predictivo Correlación R² de pearson como valor predictivo para variables numéricas y curvas de Kaplan Meier, utilizando el valor de p menor de 0.05 para significancia estadística.

II. ANTECEDENTES

2.1 Síndrome de Distrés Respiratorio del Adulto (SDRA)

El SDRA, fue mencionado por primera vez en 1967 por Ashbaugh y colaboradores, quienes describieron la entidad en pacientes con dificultad respiratoria aguda y cianosis refractaria a la terapia con oxígeno, disminución de la distensibilidad pulmonar e infiltrados difusos evidentes en la radiografía de tórax.¹² Constituye un síndrome clínico basado en las consecuencias fisiopatológicas de la enfermedad difusa alveolar. Es un síndrome clínico secundario a una lesión pulmonar o extrapulmonar aguda, que conduce al daño de la membrana alvéolo-capilar pulmonar, con aumento de la permeabilidad capilar (edema pulmonar no cardiogénico).¹⁷

2.1.1 Parámetros

Por iniciativa de la European Society of Intensive Care Medicine apoyada por la American Thoracic Society y la Society of Critical Care Medicine se convocó un consenso de expertos en 2011 para el desarrollo de una definición que tuviese viabilidad, fiabilidad, validez y rendimiento. Esta actualización y revisión de la definición de SDRA se enfoca en superar las limitaciones de la definición de la AECC. Actualmente desde el año 2012 se incluyen los parámetros diagnósticos de la definición de Berlín para SDRA.¹

Parámetros de SDRA definición Berlín

Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo	
Tiempo	En la 1era. Semana de un insulto clínico conocido, nuevo ó empeoramiento de síntomas respiratorios
Imágenes Torácicas ^a	Opacidades bilaterales-no totalmente explicadas por derrames, colapso pulmonar/lobar o nódulos
Origen del edema	Fallo respiratorio no totalmente explicado por falla cardíaca o sobrecarga de líquidos. Necesitará evaluación objetiva (ej. Ecocardiograma) para descartar el edema hidrostático si no hay ningún factor de riesgo presente.
Oxigenación ^b	
Leve	200 mmHg < PaO ₂ /Fi O ₂ ≤ 300 mmHg con PEEP o CPAP ≥ 5 cmH ₂ O ^c
Moderado	100 mmHg < PaO ₂ /Fi O ₂ ≤ 200 mmHg con PEEP o CPAP ≥ 5 cmH ₂ O
Severo	PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 100 mmHg con PEEP ≥ 5 cmH ₂ O

The ARDS Definition Task Force*. Acute Respiratory Distress Syndrome: The Berlin Definition. JAMA. 2012;307(23):2526-2533. doi:10.1001/jama.2012.5669. Abreviaturas: CPAP, presión positiva continua de las vías respiratorias; FiO₂, fracción inspiratoria de oxígeno; PaO₂, presión parcial arterial de oxígeno; PEEP, presión positiva al final de la espiración. ^a Radiografía de tórax o tomografía axial computarizada ^b Si la altitud es mayor que 1,000 m el factor de corrección debe ser calculado como sigue: [PaO₂/FiO₂ x (presión barométrica/760)] ^c Esto puede ser entregado de forma no invasiva en el grupo de síndrome de distrés respiratorio agudo leve.

Comparación de SDRA según AECC y Berlín

	Definición AECC	Limitaciones AECC	Abordado en la Definición de Berlín
Tiempo	Inicio agudo	Sin definición de agudo	Formula un tiempo agudo específico
Categoría Lesión Pulmonar Aguda (ALI)	Todos los pacientes con PaO ₂ /Fi O ₂ < 300 mmHg	Malinterpretado como PaO ₂ /Fi O ₂ = 201-300 mmHg, que conduce a confusión con los términos ALI/ARDS	3 subgrupos mutuamente exclusivos de ARDS según la gravedad. El término ALI fue eliminado
Oxigenación	PaO ₂ /Fi O ₂ ≤ 300 mmHg sin tener en cuenta PEEP	Inconsistencia del ratio PaO ₂ /FiO ₂ debido al efecto de PEEP y/o FiO ₂	El nivel mínimo de PEEP fue añadido en los subgrupos. El FiO ₂ tiene un efecto menos relevante en la gravedad de los grupos de ARDS.
Radiografía Torácica	Se observan infiltrados bilaterales en radiografía de tórax anterior	Escasa fiabilidad entre observadores en la interpretación de la radiografía de tórax	Criterio más claro de radiografía de tórax. Se crearon ejemplos radiográficos ^a
Presión en cuña de la arteria pulmonar (PAWP)	PAWP ≤ 18 mmHg cuando se mide o sin evidencia clínica de hipertensión atrial cardíaca izquierda	Alto PAWP y ARDS pueden coexistir. Escasa fiabilidad entre observadores de la PAWP y evaluaciones clínicas de hipertensión atrial cardíaca izquierda	PAWP como requisito fue eliminado. Edema hidrostático no es la primera causa de fallo respiratorio. Se crearon viñetas clínicas para ayudar a excluir edema hidrostático
Factor de riesgo	Ninguno	No están incluidos formalmente en la definición	Incluidos. Cuando no se identifican se necesitan reglas objetivas para descartar el edema hidrostático

The ARDS Definition Task Force*. Acute Respiratory Distress Syndrome: The Berlin Definition. JAMA. 2012;307(23):2526-2533. doi:10.1001/jama.2012.5669.

Abreviaturas: AECC, conferencia del consenso Europeo-Americano; ALI, lesión pulmonar aguda; ARDS, síndrome de distrés respiratorio agudo; FiO₂, fracción inspiratoria de oxígeno; PaO₂, presión parcial arterial de oxígeno; PAWP, presión en cuña de la arteria pulmonar; PEEP, presión positiva al final de la espiración.

^a Disponibles bajo petición

2.1.2 Epidemiología

El SDRA tiene una incidencia estimada entre 1–5% de los ingresos a las unidades de terapia intensiva. Es una de las entidades que ocasiona mayor morbi-mortalidad en las unidades de cuidados intensivos, inicialmente era hasta de un 90%, pero gracias a las técnicas ventilatorias de protección pulmonar y la terapéutica eficaz, este porcentaje ha disminuido a un 30 – 40%, influenciada por la presencia de factores de riesgo, disfunción multiorgánica, aumento del espacio muerto pulmonar y la falta de respuesta al manejo adecuado durante la primera semana.¹² La tasa de mortalidad tiene un amplio margen, siendo de 20–25% en traumatismo y hasta del 90% posterior a trasplantes.

2.1.3 Etiología

Mecanismo Directo

Neumonía
Broncoaspiración
Contusión pulmonar
Casi ahogamiento

Mecanismo Indirecto

Sepsis
Trauma
Shock
Transfusiones múltiples
Quemaduras

2.1.4 Tratamiento

1. Diagnosticar y tratar la causa desencadenante
2. Monitoreo y soporte hemodinámico y respiratorio
 - a. Monitoreo invasivo
 - b. Soporte inotrópico
 - c. Mantener hematocrito 35 – 40%

- d. Ventilación mecánica para mantener saturaciones de oxígeno de 90%
 - e. Restricción hídrica para disminuir edema pulmonar
3. Soporte nutricional
 4. Antibióticos de amplio espectro para cubrir gérmenes Gram positivos y Gram negativos.
 5. Ventilación Mecánica Convencional

Objetivos de la ventilación mecánica en SDRA³⁻⁶:

- Optimizar el trabajo respiratorio
- Mejorar intercambio gaseoso
- Actuar sobre la base fisiopatológica con un mínimo de complicaciones
- Adaptación de Volumen y Presión para cada paciente evitando el efecto lesivo por el ventilador.
 - a. PEEP aumenta la capacidad funcional residual (CFR), mejora el shunt y la oxigenación.

2.2 Componentes de la técnica de Ventilación Mecánica

2.2.1 Componentes primarios

Volumen: En el modo de ventilación controlada por volumen, se programa un volumen determinado (circulante o tidal) para obtener un intercambio gaseoso adecuado. Habitualmente se selecciona en adultos un volumen tidal de 5-10 ml/Kg.⁸⁻¹⁹

FiO2: Es la fracción inspiratoria de oxígeno que damos al enfermo. En el aire que respiramos es del 21% o 0.21. En la VM se seleccionará el menor FIO2 posible para conseguir una saturación arterial de O2 mayor del 90%.²⁰

PEEP: Presión positiva al final de la espiración. Se utiliza para reclutar o abrir alveolos que de otra manera permanecerían cerrados, para aumentar la presión media en las vías aéreas y con ello mejorar la oxigenación. Su efecto más beneficioso es el

aumento de presión parcial de oxígeno en sangre arterial en pacientes con daño pulmonar agudo e hipoxemia grave, además, disminuye el trabajo inspiratorio. Como efectos perjudiciales hay que destacar la disminución del índice cardíaco (por menor retorno venoso al lado derecho del corazón) y el riesgo de provocar un barotrauma.²⁰⁻²³⁻²⁶

2.2.2 Componentes monitorizados

Volumen: En la mayoría de los respiradores se monitoriza tanto el volumen corriente inspiratorio como el espiratorio. La diferencia depende del lugar de medición, existencia de fugas y volumen compresible (volumen de gas que queda atrapado en las tubuladuras en cada embolada).¹⁹⁻²⁰

Presión: Los respiradores actuales nos permiten monitorizar las siguientes presiones¹⁹⁻²³⁻²⁸

Ppico o Peak: es la máxima presión que se alcanza durante la entrada de gas en las vías aéreas.

Pmeseta o Plateau: Presión al final de la inspiración durante una pausa inspiratoria de al menos 0.5 segundos. Es la que mejor refleja la presión alveolar.

Presión al final de la espiración: Presión que existe en el sistema respiratorio al acabar la espiración, normalmente es igual a la presión atmosférica o PEEP.

AutoPEEP: Presión que existe en los alveolos al final de la espiración y no visualizada en el respirador.³¹

2.3 Protocolo de ventilación mecánica según ARDSnet para SDRA²¹

CRITERIOS DE INCLUSIÓN: de inicio agudo

1. $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ (corregido según altitud)
2. Infiltrados Bilaterales consistentes (parchosos, difusos, u homogéneos) con edema pulmonar
3. Sin evidencia clínica de hipertensión atrial cardíaca izquierda

PARTE I: CONFIGURACIÓN Y AJUSTE DEL VENTILADOR

1. Calcular peso corporal predicho

$$\text{Hombres} = 50 + 2.3 [\text{altura (pulgadas)} - 60]$$

$$\text{Mujeres} = 45.5 + 2.3 [\text{altura (pulgadas)} - 60]$$

2. Seleccionar cualquier modo ventilatorio

3. Establecer los parámetros del ventilador para lograr iniciar con

$$V_T = 8 \text{ ml/kg PBW}$$

4. Reducir V_T 1 ml/kg a intervalos ≤ 2 horas hasta lograr $V_T = 6$ ml/kg

5. Establecer la velocidad inicial aproximadamente a valores de base de ventilación por minuto (no > 35 respiraciones por minuto).

6. Ajustar V_T y RR para lograr la meta de pH y presión plateau

METAS DE OXIGENACIÓN: PaO₂ 55-80 mmHg o SpO₂ 88-95%

Usar un mínimo de PEEP de 5 cm H₂O. Considerar uso del incremento de combinaciones FiO₂/PEEP tal como se muestra a continuación (no se requiere) para alcanzar las metas.

Bajo PEEP/alto FiO₂

FiO ₂	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12

FiO ₂	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
PEEP	14	14	14	16	18	18-24

Alto PEEP/bajo FiO₂

FiO ₂	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
PEEP	5	8	10	12	14	14	16	16

FiO ₂	0.5	0.5-0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
PEEP	18	20	22	22	22	24

METAS DE PRESIÓN PLATEAU: ≤ 30 cm H₂O

Comprobar Pplat (0.5 segundos de pausa inspiratoria), al menos cada 4 horas y después de cada cambio de PEEP o V_T .

Si Pplat > 30 cm H₂O: disminuir por pasos V_T 1 ml/kg (mínimo = 4 ml/kg).

Si Pplat < 25 cm H₂O y $V_T < 6$ ml/kg, incrementar V_T 1 ml/kg hasta lograr Pplat > 25 cm H₂O o $V_T = 6$ ml/kg.

Si Pplat < 30 y ocurre asincronía con el ventilador o falta de aliento en las respiraciones: puede incrementar V_T en 1ml/kg incrementos de 7 u 8 ml/kg si Pplat esta por debajo de ≤ 30 cm

METAS DE pH: 7.30-7.45 Manejo de Acidosis: (pH < 7.30)

Si pH 7.15-7.30: incrementar RR hasta pH > 7.30 o $PaCO_2 < 25$ (Máximo RR = 35).

Si pH < 7.15: Incrementar RR hasta 35.

Si pH por debajo de < 7.15, V_T puede incrementar por pasos 1 ml/kg hasta pH>7.15 (Pplat de 30 podrá rebasarse). Se puede administrar $NaHCO_3$

Manejo de Alcalosis: (pH > 7.45) Disminuir la tasa de ventilación si es posible.

METAS DE RELACIÓN I:E: Se recomienda que la duración de la inspiración sea \leq a la duración de la espiración.

2.4 Curvas Presión Volumen

La curva estática de presión-volumen se obtiene mediante la representación gráfica del volumen pulmonar para una presión estática (es decir, en ausencia de flujo en la vía aérea) determinada. Al prescindir de este componente resistivo, la presión medida es la verdadera presión de retroceso elástico del parénquima pulmonar.²⁻⁴

La histéresis del sistema respiratorio hace que la relación volumen-presión sea diferente durante la inspiración y la espiración. Esto origina las dos ramas de la curva. La pendiente en cada punto de la curva equivale al cociente entre el incremento de volumen y el incremento de presión en ese punto, dicho cociente es la distensibilidad del sistema respiratorio a ese volumen determinado.⁷

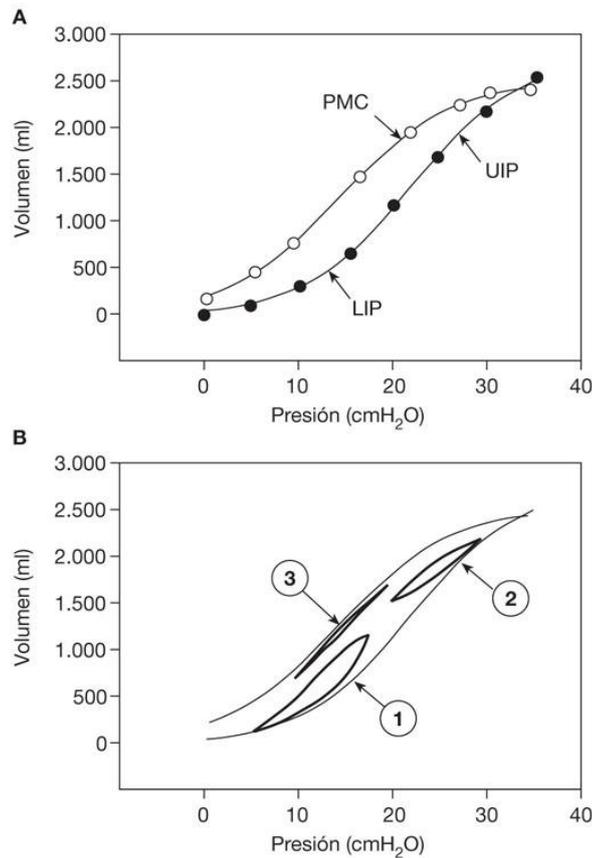


Figura 1. A: morfología característica de las ramas inspiratoria (puntos negros) y espiratoria (puntos blancos) de una curva estática de presión-volumen en un paciente con distrés respiratorio, en la que se han señalado los puntos de inflexión (LIP: punto bajo inspiratorio; PMC: punto de máxima curvatura espiratoria; UIP: punto alto inspiratorio). B: sobre la misma curva se han inscrito tres ciclos tidales. Empezando desde una PEEP baja y un pulmón pobremente reclutado, el ciclo tidal se sitúa próximo a la rama inspiratoria, consiguiendo algo de reclutamiento al final de la inspiración. Al subir la PEEP a niveles altos, el ciclo se desplaza hacia volúmenes y presiones más elevados. En un pulmón completamente reclutado, el ciclo tidal se sitúa más próximo a la rama espiratoria de la curva y la histéresis es menor.¹⁰⁻¹⁶

Cuando se inicia el trazado desde presión atmosférica (por lo tanto, desde capacidad residual funcional), la curva representa los límites de presión y volumen entre los cuales puede ocurrir cada ciclo ventilatorio. En un pulmón completamente reclutado, los ciclos se sitúan próximos a la rama espiratoria de la curva, mientras que si la aireación es menor, se situarán próximos a la rama inspiratoria.¹¹

2.4.1 Significado de los puntos de inflexión

La curva Presión-Volumen en el paciente con distrés respiratorio tiene una morfología sigmoidea característica. Esto es especialmente cierto durante las fases iniciales del síndrome.⁵ En realidad, la curva del sistema respiratorio es siempre sigmoidea, pero en las personas sanas la parte inicial de dicha curvatura ocurre a presiones subatmosféricas, que no se

suelen explorar. Esta morfología sigmoidea permite identificar zonas en las cuales la curvatura (y por lo tanto la distensibilidad) cambia con mucha rapidez. A estos puntos de máxima curvatura se los ha denominado; puntos de inflexión.⁷⁻⁹

La interpretación clásica de la curva presión-volumen proponía que el aumento rápido de la distensibilidad y la zona de máxima distensibilidad que ocurren a presiones por encima del punto bajo de inflexión reflejan que la mayoría del parénquima pulmonar esta ya aireado, es decir, máximo reclutamiento. Por eso se propuso situar el nivel de PEEP ligeramente por encima de este punto.¹⁴ De manera similar, el descenso brusco de la distensibilidad que representa el punto alto de inflexión se correspondería con el inicio de la sobredistensión alveolar, ya que todos los alveolos, que se reclutaron a presiones mucho menores, comenzarían a estar por encima de su límite elástico.²³⁻³¹ Siguiendo este razonamiento, el punto alto de inflexión marcaría la presión que no debería sobrepasarse durante la ventilación.¹⁴⁻¹⁵

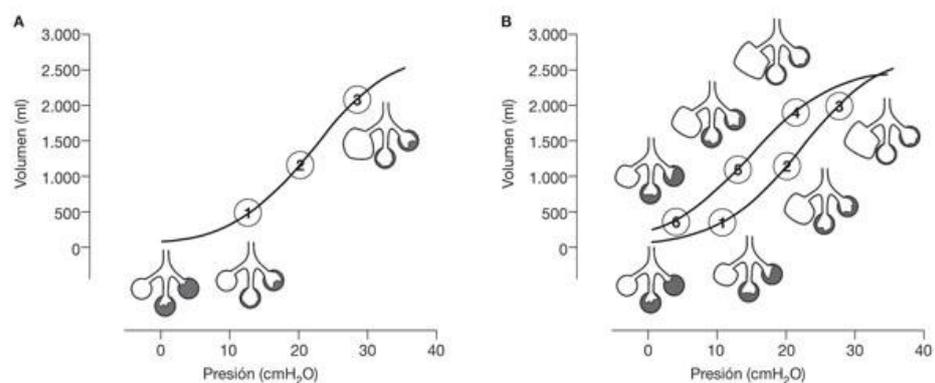


Figura 2. Diferencias entre la concepción clásica y actual de la curva presión-volumen. A: la concepción clásica presupone que el reclutamiento es casi completo a presiones situadas por encima del punto bajo de inflexión de la rama inspiratoria, de tal manera que el gas se reparte a los alveolos ya aireados, y sólo comienza la sobredistensión cuando la presión excede el punto alto de inflexión inspiratorio. La rama espiratoria no se tenía en cuenta. B: actualmente sabemos que el reclutamiento alveolar comienza cuando la presión sobrepasa el punto bajo de inflexión, y tanto reclutamiento como sobredistensión son fenómenos continuos durante toda la inspiración, incluso por encima del punto alto de inflexión. Durante la espiración, el colapso alveolar se inicia al caer la presión por debajo del punto de máxima curvatura y continúa hasta el final de la espiración.¹³⁻²²

La rama espiratoria de la curva apoya su empleo para el ajuste óptimo de la PEEP *A posteriori*, ya que la PEEP es un fenómeno espiratorio y el parénquima pulmonar ya ha sido reclutado, al menos parcialmente, durante la inspiración precedente. En la rama espiratoria puede identificarse un punto de "inflexión", el punto de máxima curvatura marca el

inicio del desreclutamiento alveolar. Por lo tanto, es una estrategia dirigida a evitar completamente el colapso alveolar, debería seleccionar este punto como nivel de PEEP.¹³⁻²²

2.4.2 Utilidad clínica de las curvas presión-volumen

La combinación de estudios clínicos con objetivos fisiopatológicos y estudios experimentales ha permitido clarificar el significado de las curvas presión-volumen en su mayor parte. Se ha intentado utilizar la curva presión-volumen para la selección del nivel óptimo de PEEP, para el ajuste del volumen tidal (o presión en meseta) y para la monitorización del reclutamiento alveolar tras un cambio en la PEEP.⁴⁻¹⁵

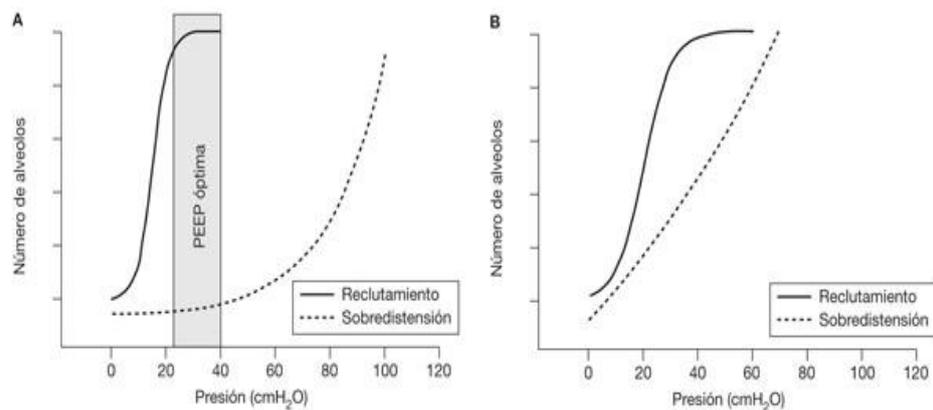


Figura 3. Distribuciones hipotéticas de las presiones de reclutamiento y sobredistensión alveolar. Si las distribuciones están lo suficientemente separadas, es posible encontrar una gama de presiones que maximizan el reclutamiento sin causar sobredistensión (A), tal y como ocurre en modelos experimentales. Por el contrario, en la lesión pulmonar aguda en pacientes, reclutamiento y sobredistensión son fenómenos superpuestos, de tal manera que no hay un nivel óptimo de PEEP (B).¹⁴⁻¹⁵

Las curvas presión-volumen nos permiten identificar, usando los puntos de inflexión, cifras de PEEP que se asocian a uno u otro objetivo. Dos ensayos clínicos han demostrado una disminución en la mortalidad en pacientes ventilados con un volumen tidal bajo y una PEEP seleccionada según este punto, al compararlo con estrategias de volumen tidal elevado.³³ Las características de este grupo control hacen difícil determinar si esta disminución de la mortalidad se debe al método seleccionado para el ajuste de PEEP, el volumen tidal bajo o una combinación de ambas estrategias. Más aún, no podemos saber si el empleo de curvas de presión-volumen es mejor que otras formas de selección de PEEP.⁵⁻²⁸

Ventajas e inconvenientes de cada uno de los puntos de inflexión de la curva de presión-volumen para ajuste de la ventilación mecánica ⁵

	Punto de inflexión	Utilidad	Ventajas	Inconvenientes
Rama inspiratoria	Bajo	Selección de PEEP	Asegura el inicio del reclutamiento	No explota el máximo potencial de reclutamiento
	Alto	Selección máxima presión en meseta	Desconocida	No es un marcador claro de sobredistensión
Rama espiratoria	Máxima curvatura	Selección de PEEP	Explota el máximo potencial de reclutamiento	Sobredistensión alveolar

Fuente: Diagnosis of causes for acute respiratory distress by pressure-volume curves.

Las estrategias que proponen el máximo reclutamiento y la mayor estabilidad alveolar posibles deberían emplear el punto de máxima curvatura de la rama espiratoria como marcador del nivel de PEEP.¹³ Los mecanismos de lesión inducida por ventilación mecánica se inician tanto por volúmenes excesivamente bajos como por los excesivamente altos.²⁵⁻³⁰ Las curvas presión-volumen también se han utilizado como marcador de la presión máxima en meseta que se puede alcanzar sin producir sobredistensión. Para ello se ha propuesto el punto alto de inflexión de la rama inspiratoria como marcador.¹⁴⁻¹⁵ Una tercera utilidad para la que se han empleado las curvas presión-volumen es la cuantificación del reclutamiento después de un cambio en el nivel de PEEP. Para ello se trazan curvas desde diferentes niveles de PEEP y se compara el volumen pulmonar a una presión previamente establecida. El desplazamiento hacia arriba de la curva se interpreta como reclutamiento inducido por la PEEP.³³ Sin embargo, estudios por tomografía computarizada (TC) han mostrado de manera uniforme que, a medida que aumenta la presión en la vía aérea, el aumento de volumen se distribuye entre lo que se ha definido como aireación (entrada de aire en zonas previamente aireadas) y reclutamiento.²⁻⁴

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

3.1.1 Correlacionar y posterior análisis de la sobrevida de los pacientes con síndrome de distrés respiratorio leve, moderado o severo, sometidos a ventilación mecánica en cuanto a la correlación entre el efecto de la curva presión volumen y el valor de PEEP/FIO₂ en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.2.1 Establecer el efecto que la relación PEEP/FIO₂ determina en la curva de presión volumen en pacientes con síndrome de distrés respiratorio del adulto leve, moderado o severo, ingresados en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

3.2.2 Determinar los días sometidos a ventilación mecánica de los pacientes con síndrome de distrés respiratorio del adulto leve, moderado o severo, ingresados en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y determinar la sobrevida mediante su morbi-mortalidad.

3.2.3 Correlacionar entre los parámetros ventilatorios y de oxigenación PEEP/FIO₂ y el efecto de la curva de presión-volumen del sistema respiratorio, en la sobrevida del paciente con síndrome de distrés respiratorio del adulto leve, moderado o severo, ingresados en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Tipo de estudio

- Observacional, propectivo, longitudinal, analítico-correlacional

4.2 Población

Pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo leve, moderado o severo

4.3 Selección y tamaño de la muestra

Todos los pacientes con SDRA leve, moderado o severo sometidos a ventilación mecánica ingresados a la unidad de cuidados intensivos e intermedios del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Muestreo aleatorio simple. Diseño de la investigación: a dos colas

4.4 Unidad de análisis

Pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo leve, moderado o severo.

4.5 Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión: Todos los pacientes ingresados a la unidad de terapia intensiva e intermedios del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social sometidos a ventilación mecánica y que desarrollaron SDRA indiferentemente de su patología de base.

Exclusión: Todos los pacientes ingresados en a la unidad de cuidados intensivos e intermedios del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social no sometidos a ventilación mecánica.

4.6 Variables Estudiadas y Operacionalización de Variables

Nombre de la variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de Medición
Edad	Tiempo o periodo que ha vivido una persona.	Medido por años a partir de la fecha de nacimiento	Numérica	Razón
Sexo	Condición orgánica que diferencia al hombre y a la mujer como tales	Definido según características genitales propias del hombre y de la mujer	Categoría	Nominal
PEEP	Presión espiratoria al final de la espiración es un parámetro de oxigenación pulmonar	Cantidad de presión programada en el ventilador mecánico para aumentar de manera inmediata la capacidad residual funcional	Numérica	Razón
FiO₂	Fracción inspirado de oxígeno : Constituye la fracción que ocupa el gas O ₂ en la mezcla de aire ambiental	Cantidad de FiO ₂ programada en el ventilador	Numérica	Razón
Relación PEEP/FiO₂	Parámetro que se utiliza para medir el intercambio gaseoso y la gravedad de la insuficiencia respiratoria.	Se calcula a partir de la relación: presión espiratoria al final de la espiración entre fracción inspirada de oxígeno (PEEP/ FiO ₂).	Numérica	Razón
Relación Presión/Volumen de la Curva de Presión Volumen	Sistema de análisis gráfico de dos variables ventilatorias en el ventilador mecánico	Curva que se efectúa en el ventilador mecánico al establecer parámetros ventilatorios y de oxigenación, determinando los puntos de inflexión entre el volumen tidal y la presión meseta	Numérica	Razón
SDRA	Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo se define como el edema pulmonar no cardiogénico asociado a falla respiratoria.	Se clasifica en: leve moderado y severo según el índice de oxigenación.	Numérica	Razón
Mortalidad	Proporción de personas que fallecen respecto al total de la población	Numero de fallecidos en la unidad de terapia intensiva por SDRA	Numérica	Razón
Sobrevida	Supervivencia de una persona viva a un tiempo pre-especificado luego del diagnóstico de la enfermedad en cuestión	Se evalúa en base a los días de estancia hospitalaria en la unidad de cuidado crítico luego de desarrollar SDRA	Numérica	Razón

4.8 Instrumentos utilizados para la recolección de la información

La recolección de datos de los parámetros de PEEP y FIO₂ del ventilador mecánico y los valores de volumen tidal y de los puntos de inflexión de la curva presión volumen (LIP, UIP y PMC) fueron tomados de los datos trazados por el ventilador mecánico de los pacientes con SDRA leve, moderado o severo sometidos a ventilación mecánica ingresados en la unidad de terapia intensiva del Hospital General de Enfermedades. El instrumento de recolección de datos contaba con los datos generales utilizados como referencia, así mismo se utilizó una tabla en donde se registraron dichos datos del ventilador mecánico.

En la sobrevivencia de los pacientes con SDRA leve, moderado o severo sometidos a ventilación mecánica ingresados a la unidad de terapia intensiva del Hospital General de Enfermedades se tomaron los datos del número de pacientes fallecidos por SDRA y los días de estancia hospitalaria después de dicho diagnóstico. El instrumento de recolección de datos contaba con estas casillas para el seguimiento de dichos pacientes.

4.9 Procedimientos para la recolección de la información

La recopilación de datos se llevo a cabo en la unidad de terapia intensiva del Hospital General de Enfermedades, se incluyo a todo paciente tanto masculino como femenino, de cualquier edad, que cumpliera con los criterios de inclusión ya expuestos anteriormente, de la clasificación de SDRA leve, moderado o severo sometidos a ventilación mecánica. Los datos se obtuvieron a través de la hoja de recolección de datos y la colaboración de colegas del postgrado y personal de enfermería de la unidad de intensivo durante las 24 horas y durante los turnos.

4.10 Procedimientos de análisis de la información

4.10.1 Procesamiento

Los datos obtenidos durante el trabajo de campo se registraron en una base de datos del programa Office Excell 2007 y luego se realizaron los estadísticos de prueba en el programa pspp 0.8.07, se realizaron tablas de contingencia las cuales se procesaron en el programa estadístico pspp 0.8.07

4.10.2 Análisis

El análisis estadístico se realizó en base al coeficiente de correlación lineal de Pearson y su significancia con el coeficiente de determinación de las correlaciones obtenidas entre las variables independiente y dependiente respectivamente. Se analizaron dos niveles investigativos, relacional (correlación y medidas de correlación) y predictivo (sobrevida), los objetivos estadísticos son correlacionar y concordar respectivamente; se utilizó una escala de medida de variables de tipo numérico y se representaron mediante gráficas de puntos de correlación y curvas de Kaplan Meier, según el comportamiento de los datos las variables son aleatorias, para el nivel relacional (Peep/Fio2 – presión/volumen) y para el nivel predictivo (mortalidad y días de estancia hospitalaria), por lo que se utilizó un estadístico estadístico de prueba paramétrico, para el nivel relacional, Chi2 de Independencia para variables categóricas y Correlación de Pearson para variables numéricas, para el nivel predictivo se utilizó Correlación R2 de Pearson como valor predictivo para variables numéricas (predictor de la variable supervivencia).

4.11 Procedimientos para garantizar aspectos éticos de la investigación

4.11.1 Principios éticos generales

Esta investigación está basada en los principios éticos de autonomía y justicia, ya que teniendo en cuenta el respeto a los pacientes que son estudiados, no se considera el nombre de los mismos en el estudio y recolección de datos, sino que se asignó un código, el cual solo es de mi conocimiento, con el registro de los pacientes evaluados en ventilación mecánica, ya que no se utilizó ningún método invasivo directo con el paciente, solo se evaluaron los datos del ventilador mecánico.

V. RESULTADOS

Tabla No. 1
Características de la población a estudio

Características	N (%)
Edad	
20-40	8(15.3%)
41-60	16(30.7%)
61-80	19(36.5%)
Sexo	
Masculino	26(50%)
Femenino	26(50%)
SDRA Leve	19(36.5%)
SDRA Moderado	20(38.5%)
SDRA Severo	13(25%)
Sexo Masculino	
SDRA Leve	7(13.5%)
SDRA Moderado	9(17.3%)
SDRA Severo	10(19.2%)
Sexo Femenino	
SDRA Leve	12(23.1%)
SDRA Moderado	11(21.2%)
SDRA Severo	3(5.8%)

Fuente: Base de Recolección de datos

Tabla No.2
Datos Descriptivos de la Población

Tipo de SDRA	N	Desviación Intervalo de confianza para			
		Mediana	Estándar	la media al 95%	Mínimo Máximo
SEVERO	13	67	15.829	(53.69 – 68.95)	28 81
MODERADO	20	47	13.338	(41.30 - 52.08)	24 75
LEVE	19	58	12.928	(43.19 - 67.10)	40 73
Total	52	52.9	15.555	(48.84 - 57.50)	24 81

Fuente: Base de Recolección de datos

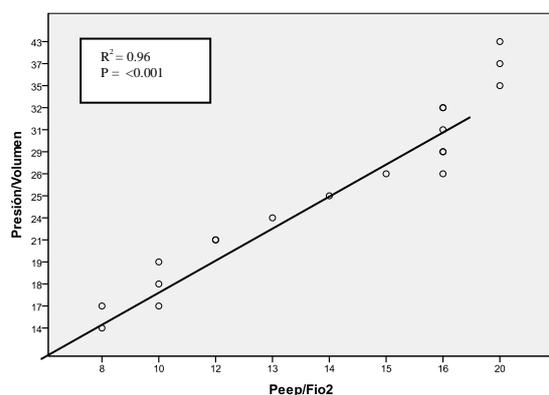
Tabla No.3
Datos descriptivos de la población

Variable	Frecuencia	Mediana	Intervalo de confianza 95%
Edad	52	52.9	(48.8- 57.5)
Sexo (M/F)	26/26	-	-
PEEP	52	53.0	(46.6 - 55.3)
FIO2	52	52.1	(49.1 - 60.2)

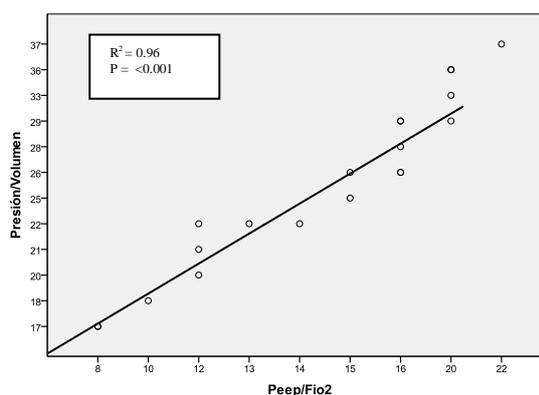
Fuente: Base de Recolección de datos

Gráfica No. 1

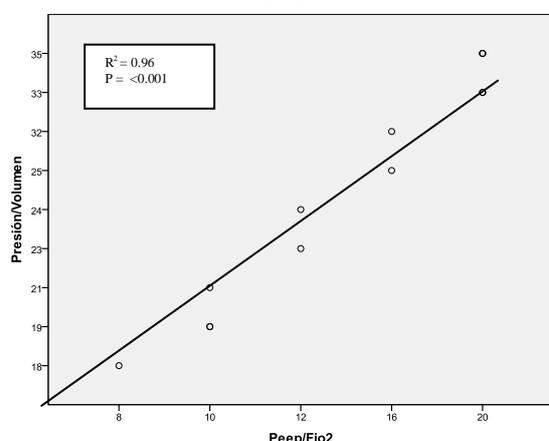
Correlación entre Peep/Fio2 y el Promedio de puntos de inflexión de la Curva de Presión/Volumen en pacientes con Ventilación Mecánica y SDRA Leve-moderado y severo Unidad de Terapia Intensiva, Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala año 2011-2013



Fuente: Boleta de Recolección de datos
Peep/Fio2 y Curva de Presión/Volumen SDRA leve
UTIA 2011-2013



Fuente: Boleta de Recolección de datos
Peep/Fio2 y Curva de Presión/Volumen SDRA Moderado
UTIA 2011-2013

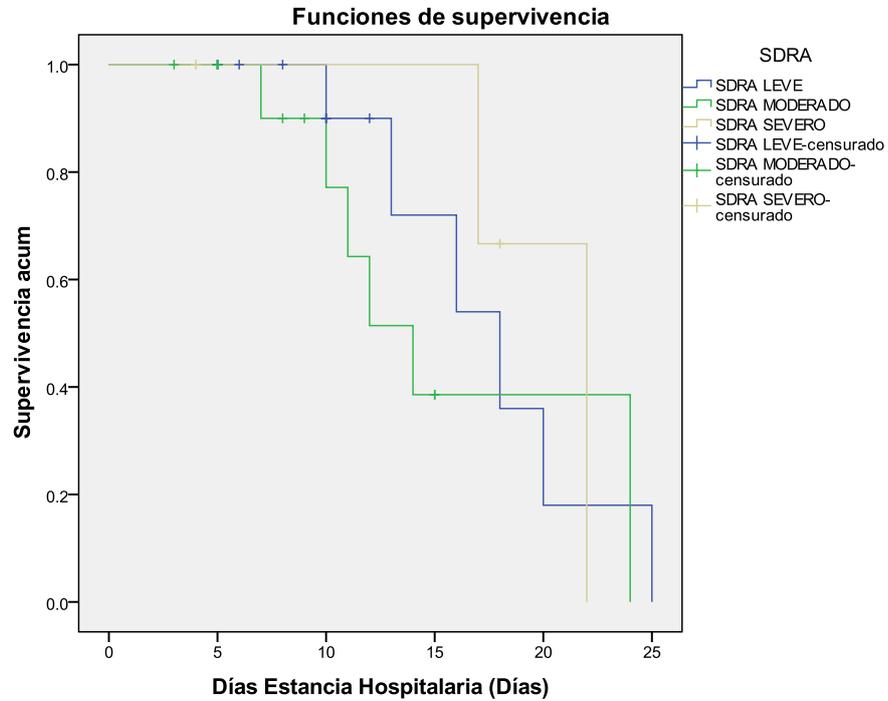


Fuente: Boleta de Recolección de datos
Peep/Fio2 y Curva Presión/Volumen SDRA Severo
UTIA 2011-2013

Fuente: Base de Recolección de datos

Gráfica No. 2

Curvas de Supervivencia de pacientes con SDRA Leve, Moderado y Severo en Ventilación Mecánica, Unidad de Terapia Intensiva, Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala año 2011-2013



*Supervivencia acumulada: probabilidad de supervivencia

Fuente: Base de Recolección de datos

VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El presente trabajo es un estudio analítico, longitudinal que identifica y en donde se evalúa la correlación entre los parámetros de ventilación mecánica PEEP/FiO₂ y los valores de los puntos de inflexión de la curva de Presión/Volumen del ventilador, asociado a la sobrevida del paciente con SDRA, el cual se realizó en una población de 52 pacientes ingresados a la unidad de terapia intensiva e intermedios del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social de la Ciudad de Guatemala; quienes desarrollaron Síndrome de distrés respiratorio agudo o del adulto según la clasificación de la Definición de Berlín publicada en año 2012 en leve, moderado o severo respectivamente, en donde en base a estos parámetros ventilatorios se evaluó la sobrevida de los mismos en cuanto a los días de estancia hospitalaria desde el inicio del desarrollo de la enfermedad hasta su resolución o mortalidad. Se observó que de la totalidad de los pacientes estudiados tanto el sexo femenino como el masculino representaban el 50% respectivamente por lo tanto según sexo el SDRA puede desarrollarse en ambos; sin embargo en cuanto a la presentación del cuadro clínico entre leve, moderado y severo los pacientes de sexo masculino 7 presentaron SDRA Leve (13.5%), 9 presentaron SDRA Moderado (17.3%) 10 presentaron SDRA Severo (19.2%), el sexo femenino 12 presentaron SDRA Leve (23.1%), 11 presentaron SDRA moderado (21.2%), 3 presentaron SDRA Severo (5.8%), por lo que en el sexo masculino es más frecuente el desarrollo de SDRA Severo evidenciado con niveles de índice de oxigenación menores a 100 mmHg y en cuanto al sexo femenino tenemos una mayor incidencia de SDRA Leve con índices de oxigenación entre 200 mmHg y 300 mmHg respectivamente, con menor desarrollo de SDRA Severo en contraste con el sexo masculino. Con respecto a la edad promedio en que los pacientes desarrollaron SDRA se observó que fue en el rango de edad entre 61-80 años, con un IC 95% (5,5 – 1,5). La edad mínima en años fue de 24 años y la máxima de 83 años, con una mediana ubicada en 52.9 años y desviación estándar en 15.5 (tabla 1) por lo que se puede determinar que los pacientes más susceptibles a desarrollar dicho cuadro clínico son pacientes de la tercera edad en quienes las comorbilidades, el grado de inmunocompromiso y la agresividad de la enfermedad concomitante son factores importantes para que en este rango de edad se vean los casos más prevalentes de SDRA; en forma global se ve representado que el desarrollo SDRA Moderado fue el de mayor incidencia en la población a estudio con un 38.5%, presente en 20 pacientes, en contraste con SDRA Leve 36.5% 19 pacientes y SDRA Severo 25% 13 pacientes.

En cuanto a las variables aleatorias a estudiar la relación entre Peep/Fio2 y el promedio de los valores de los puntos de inflexión de la curva de Presión/Volumen del sistema respiratorio de los pacientes en ventilación mecánica se determinó que la media para la variable independiente Peep/Fio2 es de 14.67 y mediana de 15.50 lo cual nos indica que la tendencia central de la población estudiada mantuvo un promedio de relación Peep/Fio2 en este rango, evidenciado por niveles de Peep de 8 cmH₂O y Fio2 50% (0.5), según los niveles de Peep y Fio2 sugeridos en la escala de manejo del paciente ventilado mecánicamente con SDRA de ARDSnet con niveles bajos de Peep y altos de Fio2 para alcanzar metas de oxigenación específicas con rangos de PaO₂ 55-80 mmHg y SpO₂ 88-95% respectivamente, el haber obtenido estos rangos de Peep en pacientes con SDRA nos indica que estos pacientes a esta presión logran aumentar la capacidad funcional residual (CFR) pulmonar del sistema respiratorio y mejorar el shunt y la oxigenación alveolar, promoviendo la aireación de zonas poco oxigenadas y ventiladas favoreciendo de esta manera el mantener una presión que no evidencia alteración sistémica asociada que les permite mantener una adecuada oxigenación en un pulmón donde los alveolos están ocupados por material inflamatorio, de esta manera se aumenta la presión intra-alveolar de una forma constante, haciendo que el líquido inflamatorio salga del alveolo y exista mayor oxigenación la cual llegara a otros alveolos promoviendo su reclutamiento, este fenómeno es importante debido a que los parámetros de oxigenación que son Peep y Fio2 funcionan en conjunto por lo que se debe buscar que el paciente este oxigenado con el menor Fio2 que sea posible para evitar el daño de radicales libres al sistema respiratorio por lo que en este estudio al determinar que el utilizar Fio2 de 50% es la media en la ventilación del paciente con SDRA es un rango aceptable y menos lesivo para el paciente.

En cuanto a la variable dependiente Presión/Volumen se obtuvo una media de 26.29 y mediana de 26 considerando que tanto la relación entre los promedios de los puntos de inflexión máximo, mínimo y espiratorio de la curva de presión/volumen nos dan un resultado a determinado nivel de Peep y a determinado volumen pulmonar, la tendencia central entre estos respectivamente representada por la media y mediana fueron pacientes que estaban siendo manejados con niveles de Peep de 8 cmH₂O con puntos de inflexión máximo, mínimo y espiratorio de 20,10 y 10 con promedio de 14 y volumen determinado de 550 ml respectivamente de los pacientes ventilados con SDRA; al analizar la utilidad clínica de la relación entre presión y volumen en estos pacientes se observa que a niveles de Peep de 8 cmH₂O el paciente logra una oxigenación y

reclutamiento alveolar específicos que le permiten llenar sus pulmones con 550 ml de oxígeno el cual está determinado por el peso ideal en kilogramos lo cual es adecuado para el paciente promedio de 70 kilogramos a quien se inicia con un protocolo de ventilación del paciente con SDRA según ARDSnet a 8 ml/kg a quien se necesita que se mantenga con un volumen adecuado de oxígeno para mantener el intercambio gaseoso esperado, mientras la presión mantiene ese volumen en el sistema respiratorio; el punto de inflexión mínimo que la media en nuestro estudio es de 10 nos indica que hasta un nivel de Peep de 10 cmH₂O, en este estudio con una media de 8 cmH₂O, inicia el reclutamiento alveolar, es una presión adecuada para lograr una adecuada distensibilidad, el punto de inflexión alto en este estudio con una media de 20 representa la sobredistensión alveolar con un nivel de Peep que alcance los 20 cmH₂O ya que todos los alveolos, que se reclutaron a presiones mucho menores, comenzarían a estar por encima de su límite elástico, por lo que es importante determinarlo en la curva de presión volumen como parámetro de seguridad; en cuanto al dato del punto de máxima espiración nos indica que a presiones hasta de 10 cmH₂O podremos evitar el colapso alveolar y evitar el desreclutamiento de los alveolos ya reclutados en el pulmón del paciente con SDRA. Por lo tanto el análisis de la curva de presión-volumen es importante para evaluar el desarrollo y progreso del paciente ventilado con distrés respiratorio y de esta manera determinar niveles adecuados de presión para obtener una mayor área de ventilación pulmonar con un adecuado volumen tidal.

Por lo que en este estudio se evidenciaron que el uso de parámetros de oxigenación con niveles de Peep de 8 cmH₂O y Fio₂ de 50%, y datos de la curva de presión-volumen como resultado de los mismos con parámetros ventilatorios de volumen de 550 ml fueron niveles medios adecuados para ventilar adecuadamente a un paciente con SDRA, se determinará en correlación su relación en cuanto a la sobrevida del paciente.

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante una muestra normal evidenciada con la estimación del valor de p de 0.04, datos de distribución normal en la campana de gauss mediante la prueba de kolmogorov smirnov lo que significa que esta es menor a 0.05 lo que es nuestro valor de p que nos evidencia un 95% de significancia estadística, es decir un error alfa del 5% demuestra que el análisis de los datos de la correlaciones entre variable dependiente e independiente de la población de 52 pacientes con SDRA leve, moderado o severo, tienen un 5% de error. El análisis estadístico para el nivel investigativo relacional fue mediante correlaciones de Pearson y el nivel predictivo mediante el análisis de supervivencia con curvas de kaplan Meier, el diseño del estudio es a dos colas, utilizando 2 variables aleatorias una independiente Peep/Fio₂ y la otra

dependiente de los valores de Presión/Volumen, utilizando pruebas paramétricas para aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula en cuanto a correlación de Pearson para variables numéricas y chi cuadrado de independencia para variables categóricas en el nivel relacional y el análisis del nivel predictivo en cuanto a días de estancia hospitalaria y mortalidad de los pacientes mediante correlación R² de Pearson como valor predictivo para variables numéricas, como predictor de la variable sobrevivida, representado con curvas de sobrevivencia de Kaplan Meier, para el análisis tanto global como específico del comportamiento de los pacientes con SDRA leve, moderado o severo.

La correlación entre Peep/Fio₂ y Presión/Volumen en pacientes con SDRA Leve se evidenció un coeficiente de correlación de Pearson de 1 para la variable Peep/Fio₂ y de 0.963 para la variable Presión/Volumen lo que indica que existe buena correlación entre ambos para SDRA Leve, con un valor de p menor de 0.05 por lo que indica que es estadísticamente significativa, 95% de confiabilidad; esto indica que existe una correlación positiva entre estas 2 variables representado en la gráfica de puntos de dispersión (gráfica 1) al existir correlación entre estas variables se determinó que el 36.5% de los pacientes con SDRA Leve que son 19 pacientes en cuanto a la evaluación de la sobrevivida de los mismos presentó una media de 17.56 días de estancia hospitalaria, representado mediante curvas de sobrevivencia de Kaplan Meier (gráfica 5.8) y de estos, 9 murieron y 10 vivieron representado con una tasa de mortalidad de 47% respectivamente para SDRA Leve.

La correlación entre Peep/Fio₂ y Presión/Volumen en pacientes con SDRA Moderado se evidenció un coeficiente de correlación de Pearson de 1 para la variable Peep/Fio₂ y de 0.960 para la variable Presión/Volumen lo que indica que existe buena correlación entre ambos para SDRA Moderado con un valor de p menor de 0.05 por lo que indica que es estadísticamente significativa, 95% de confiabilidad; esto indica que existe una correlación positiva entre estas 2 variables representado en la gráfica de puntos de dispersión (gráfica 1) al existir correlación entre estas variables se determinó que el 38.5% de los pacientes con SDRA Moderado que son 20 pacientes en cuanto a la evaluación de la sobrevivida de los mismos presentó una media de 16 días de estancia hospitalaria representado mediante curvas de sobrevivencia de Kaplan Meier (gráfica 5.8) y de estos, 13 murieron y 7 vivieron representado con una tasa de mortalidad de 65% respectivamente para SDRA Moderado.

La correlación entre Peep/Fio2 y Presión/Volumen en pacientes con SDRA Severo se evidenció un coeficiente de correlación de Pearson de 1 para la variable Peep/Fio2 y de 0.969 para la variable Presión/Volumen lo que indica que existe buena correlación entre ambos para SDRA Severo con un valor de p menor de 0.05 por lo que indica que es estadísticamente significativa, 95% de confiabilidad; esto indica que existe una correlación positiva entre estas 2 variables representado en la gráfica de puntos de dispersión (gráfica 1) al existir correlación entre estas variables se determinó que el 25% de los pacientes con SDRA Severo que son 13 pacientes en cuanto a la evaluación de la sobrevida de los mismos presentó una media de 10.33 días de estancia hospitalaria representado mediante curvas de sobrevivencia de Kaplan Meier (gráfica 5.8) y de estos, 8 murieron y 5 vivieron representado con una tasa de mortalidad de 61.5% respectivamente para SDRA Severo.

En cuanto al análisis global de la sobrevida de los pacientes con SDRA se determinó que la media de días de estancia hospitalaria para un paciente que desarrolla SDRA en la unidad de terapia intensiva es de 17.083 con un valor de p menor de 0.05 por lo que indica que es estadísticamente significativa, 95% de confiabilidad; representado mediante curvas de sobrevivencia de Kaplan Meier (gráfica 2) con una mortalidad de 57.69% para el síndrome de distrés respiratorio del adulto; los datos del análisis de sobrevivencia según género en cuanto a días de estancia hospitalaria se representa con datos de medias de 18.8 para género masculino y 14.9 para género femenino; por lo que se evidenció que aunque el género masculino es el más afectado por esta patología su estancia hospitalaria con SDRA es más prolongada, con respecto a la evaluación de la relación entre variables categóricas independientes, entre SDRA y mortalidad se realizó la prueba de chi² de independencia o de Pearson el es con un valor de 13.22 con un valor de p menor de 0.042 por lo que indica que es estadísticamente significativa, 95% de confiabilidad y para las variables SDRA y Género con un valor de 5.285; con un valor de p menor de 0.071 por lo que indica que no es estadísticamente significativa, por lo tanto si existe relación entre la variable SDRA y mortalidad y no con SDRA y género, por lo que el desarrollo de síndrome de distrés respiratorio del adulto está altamente relacionado con la mortalidad de los pacientes que lo desarrollan.

Es importante destacar que a mayor Peep/Fio2, mayores cambios en la curva de presión/volumen evidenciando mayores niveles de Presión y volumen para el paciente a

quien se disminuye parénquima pulmonar para ventilar, lo que repercute en la sobrevida del paciente con SDRA debido que aumenta la mortalidad de los mismos, disminuyendo su sobrevida en la unidad de terapia intensiva.

6.1 CONCLUSIONES

- 6.1.1** La sobrevida global de los pacientes con síndrome de distrés respiratorio tiene una media de días de estancia hospitalaria en la unidad de terapia intensiva de 17.083 con una mortalidad de 57.69% en cuanto a la correlación de las variables Peep/Fio2 y los resultados de la curva Presión/Volumen evidenciado por una media de Peep de 8 cmH₂O y Fio2 de 50% con volúmenes de 550 ml respectivamente.
- 6.1.2** El efecto del manejo de los pacientes con SDRA en ventilación mecánica con parámetros medios de Peep de 8 cmH₂O y Fio2 de 50% determinados por la relación Peep/Fio2 y los rangos de ventilación mecánica del paciente con SDRA según protocolo de ventilación de ARDSnet, determinan en la curva de presión-volumen, parámetros ventilatorios de volumen tidal de 550 ml. como valor de la media obtenido entre la relación presión/volumen de los datos de la curva respectivamente para SDRA leve, moderado y severo.
- 6.1.3** La correlación entre Peep/Fio2 y Presión/Volumen en pacientes con SDRA Leve se evidenció un coeficiente de correlación de Pearson de 1 para la variable Peep/Fio2 y de 0.963 para la variable Presión/Volumen lo que indica que existe buena correlación positiva entre ambos para SDRA Leve, al existir correlación entre estas variables se determinó que el 36.5% de los pacientes con SDRA Leve en cuanto a la evaluación de la sobrevida de los mismos presentó una media de 17.56 días de estancia hospitalaria, con una tasa de mortalidad de 47% respectivamente.
- 6.1.4** La correlación entre Peep/Fio2 y Presión/Volumen en pacientes con SDRA Moderado se evidenció un coeficiente de correlación de Pearson de 1 para la variable Peep/Fio2 y de 0.960 para la variable Presión/Volumen lo que indica que existe buena correlación positiva entre ambos para SDRA Moderado al existir correlación entre estas variables se determinó que el 38.5% de los pacientes con SDRA Moderado en cuanto a la evaluación de la sobrevida de los mismos presentó una media de 16 días de estancia hospitalaria, con una tasa de mortalidad de 65% respectivamente.

6.1.5 La correlación entre Peep/Fio2 y Presión/Volumen en pacientes con SDRA Severo se evidenció un coeficiente de correlación de Pearson de 1 para la variable Peep/Fio2 y de 0.969 para la variable Presión/Volumen lo que indica que existe buena correlación positiva entre ambos para SDRA Severo al existir correlación entre estas variables se determinó que el 25% de los pacientes con SDRA Severo en cuanto a la evaluación de la sobrevida de los mismos presentó una media de 10.33 días de estancia hospitalaria, con una tasa de mortalidad de 61.5% respectivamente.

6.2 RECOMENDACIONES

- 6.2.1** Desarrollar un plan terapéutico o protocolo de ventilación mecánica para cada paciente con SDRA que sea individualizado y según criterios de ARDSNet y disminuir los días de estancia hospitalaria del mismo, así como su mortalidad por dicha patología.
- 6.2.2** Identificar tempranamente el desarrollo de SDRA de un paciente en la unidad de terapia intensiva, para lograr realizar una adecuada ventilación mecánica y disminuir la mortalidad asociada al desarrollo de SDRA.
- 6.2.3** Evaluar siempre las curvas de presión volumen cuando se ventila a un paciente con SDRA ya que son de mucha utilidad en la evaluación del parénquima pulmonar viable a ventilar.
- 6.2.4** Hacer la medición de los puntos de inflexión de las curvas de presión volumen para poder determinar el Peep adecuado al cual el paciente puede estar adecuadamente oxigenado en conjunto con la Fio₂ y de esta manera disminuir la lesión del parénquima pulmonar por presión positiva y aumentar la sobrevida de los mismos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Acute Respiratory Distress Syndrome The Berlin Definition. The ARDS Definition Task Force; JAMA. 2012;307(23):2526-2533.doi:10.1001/jama.2012.5669.
2. Albaiceta GM, Taboada F, Parra D, Luyando LH, Calvo J, Menendez R, et al. Tomographic study of the inflection points of the pressure–volume curve in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;170:1066–72.
3. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi–Filho G, et al. Effect of a protective–ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 1998;338:347–54.
4. Benito, S., and F. Lemaire. 1990. Pulmonary pressure-volume relationship in acute respiratory distress syndrome in adults: role of positive end-expiratory pressure. *J. Crit. Care* 5: 27-34.
5. Bone, R. C.1976. Diagnosis of causes for acute respiratory distress by pressure-volume curves. *Chest* 70: 740-746.
6. Brower R, et al (Nih the acute respiratory distress syndrome network): Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000; 342: 13018.
7. Downie JM, Nam AJ, Simon BA. Pressure–volume curve does not predict steady–state lung volume in canine lavage lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;169:957–62.
8. Falke, K. J., H. Pontoppidan, A. Kumar, D. E. Leith, B. Geffin, and H. B. Laver. 1972. Ventilation with positive end-expiratory pressure in acute lung disease. *J. Clin. Invest.* 51: 2315-2323.
9. Gattinoni, L., A Pesenti, L. Avalli, F. Rossi, and M. Bombino. 1987. Pressure-volume curve of total respiratory system in acute respiratory failure: computed tomographic scan study. *Am. Rev. Respir. Dis.* 136: 730-736.

10. Gattinoni, L., A. Pesenti, M. L. Caspani, A. Pelizzola, D. Mascheroni, R. Marcolin, G. Iapichino, M. Langer, A. Agostoni, T. Kolobow, D. G. Melrose, and G. Damia. 1984. The role of total static lung compliance in the management of severe ARDS unresponsiveness to conventional treatment. *Intensive Care Med.* 10: 121-126.
11. Jurban A, Tobin MJ (1994) Use of Flow-Volume curves in detecting secretions in ventilator dependent patients. *Am J Respir Crit Care Med* 150:766-769
12. Katz, J. A., G. M. Ozanne, S. E. Zinn, and H. B. Fairley. 1981. Time course and mechanisms of lung-volume increase with PEEP in acute pulmonary failure. *Anesthesiology* 54: 9-16.
13. Koefoed-Nielsen J, Nielsen ND, Kjaergaard AJ, Larsson A. Alveolar recruitment can be predicted from airway pressure–lung volume loops: an experimental study in a porcine acute lung injury model. *Crit Care.* 2008;12:R7.
14. Maggiore SM, Jonson B, Richard JC, Jaber S, Lemaire F, Brochard L. Alveolar derecruitment at decremental positive endexpiratory pressure levels in acute lung injury. Comparison with the lower inflection point, oxygenation, and compliance. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164:795–801.
15. Mancebo, J., N. Calaf, and S. Benito. 1985. Pulmonary compliance measurement in acute respiratory failure. *Crit. Care Med.* 13: 589-591.
16. Mancebo, J., S. Benito, M. Martin, and A. Net. 1988. Value of static pulmonary compliance in predicting mortality in patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med.* 14: 110-114.
17. Marco Ranieri, Rocco Giuliani, Tommaso Fiore, Michele Dambrosio, Joseph Milic-Emili. Volume-Pressure Curve of the Respiratory System Predicts Effects of PEEP in ARDS: “Occlusion” versus “Constant Flow” Technique. *Am J Respir Crit Care Med.*; Vol 149. Pp 19-27, 1994
18. Matamis D, Lemaire F, Harf A, Brun–Buisson C, Ansquer JC, Atlan G. Total respiratory pressure–volume curves in the adult respiratory distress syndrome. *Chest.* 1984;86:58–66.

19. Michael Shapiro, MD; R. Keith Wilson, MD; Gregorio Casar, MD; Kim Bloom, MD; Robert B. Teague, MD. Work of breathing through different sized endotracheal tubes. *Critical Care Medicine*. Vol. 14.
20. Nahum, Use of Pressure and Flow Waveforms to Monitor Mechanically Ventilated Patients, *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine* 1995, 89-114
21. NIH NHLBI ARDS Clinical Network, Mechanical Ventilation Protocol Summary. NHLBI Ards Network Web site. Available at: <http://www.ardsnet.org/>. Accessed. April 21, 2011.
22. Ranieri, V. M., N. T. Eissa, C. Corbeil, M. ChassÈ, J. Braidy, N. Matar, and J. Milic-Emili. 1991. Effects of positive end-expiratory pressure on alveolar recruitment and gas exchange in patients with the adult respiratory distress syndrome. *Am. Rev. Respir. Dis.* 144: 544-551.
23. Rimensberger PC, Pristine G, Mullen BM, Cox PN, Slutsky AS. Lung recruitment during small tidal volume ventilation allows minimal positive end-expiratory pressure without augmenting lung injury. *Crit Care Med.* 1999;27:1940-5.
24. Rouby JJ, Puybasset L, Cluzel P, Richecoeur J, Lu Q, Grenier P. Regional distribution of gas and tissue in acute respiratory distress syndrome. II. Physiological correlations and definition of an ARDS Severity Score. CT Scan ARDS Study Group. *Intensive Care Med.* 2000;26:1046-56.
25. Roupie, E., M. Dambrosio, G. Servillo, H. Mentec, S. El, Atrous, L. Beydon, C. Brun-Buisson, F. Lemaire, and L. Brochard. 1995. Titration of tidal volume and induced hypercapnia in acute respiratory distress syndrome. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 152: 121-128.
26. Suter, P. M., H. B. Fairley, and M. D. Isenberg. 1975. Optimum end- expiratory airway pressure in patients with acute pulmonary failure. *N. Engl. J. Med.* 292: 284-289
27. Sydow M; Burchardi H; Zinserling J; Ische H; Crozier Th.A; Weyland W. Improved determination of static compliance; *Intensive Care Med* (1991) 17:108-114

28. Taskar, V., J. John, E. Evander, B. Robertson, and B. Jonson. 1997. Surfactant dysfunction makes lung vulnerable to repetitive collapse and reexpansion. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 155: 313-320.
29. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network: Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000; 342:1301-8.
30. Tsubo T, Yatsu Y, Tanabe T, et al. Evaluation of density area in dorsal lung region during prone position using transesophageal echocardiography. *Crit Care Med* 2004; 32:8387.
31. Valta, P., J. Takala, N. T. Eissa, and J. Milic-Emili. 1993. Does alveolar recruitment occur with positive end-expiratory pressure in adult respiratory distress syndrome patients? *J. Crit. Care* 8: 34-42.
32. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med.* 2000;342:1301–8.
33. Villar J, Kacmarek RM, Perez–Mendez L, Aguirre–Jaime A. A high positive end–expiratory pressure, low tidal volume ventilator strategy improves outcome in persistent acute respiratory distress syndrome: a randomized, controlled trial. *Crit Care Med.* 2006;34: 1311–8.

VIII. ANEXOS

8.1 Anexo No. 1

INSTRUMENTOS A UTILIZAR PARA RECOLECTAR Y REGISTRAR LA INFORMACIÓN

I Datos Generales:

Edad: _____

Sexo: _____

Diagnóstico: _____

II Parámetros ventilatorios y oxigenación

PEEP _____

FIO2 _____

CURVA PRESIÓN VOLUMEN

VOLUMEN TIDAL

PUNTOS DE INFLEXION

LIP _____

UIP _____

PMC _____

Días estancia en UTIA/UCIA _____

Condición de EGRESO

VIVO

MUERTO

PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: "CORRELACIÓN ENTRE PEEP/FIO₂ Y EL EFECTO DE LA CURVA DE PRESIÓN/VOLUMEN DEL SISTEMA RESPIRATORIO EN LA SOBREVIVENCIA DEL PACIENTE CON SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO DEL ADULTO" para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.