



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

**PRESIÓN DE DISTENSIÓN PULMONAR Y SU ASOCIACIÓN
CON ESCALAS PRONOSTICAS DE MORTALIDAD Y CRITERIOS
DE SEVERIDAD EN PACIENTES CON SIRA Y VENTILACIÓN
MECÁNICA CONTROLADA POR PRESIÓN**

TESIS

Para obtener el diploma de:

ESPECIALIDAD EN MEDICINA CRÍTICA

PRESENTA

Dr. Jesús Manuel Ponce Sánchez

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Laura Romero Gutiérrez

Facultad de Medicina



Ciudad Universitaria, Cd. Mx. 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

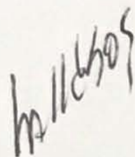
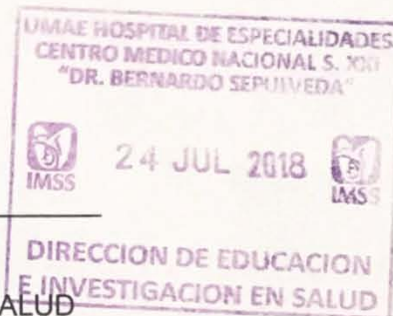
TÍTULO: PRESIÓN DE DISTENSIÓN PULMONAR Y SU ASOCIACIÓN CON ESCALAS
PRONOSTICAS DE MORTALIDAD Y CRITERIOS DE SEVERIDAD EN PACIENTES
CON SIRA Y VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA POR PRESIÓN



DRA. DIANA G. MÉNEZ DÍAZ

JEFE DE A DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD

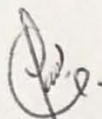
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SXXI



DR. HUMBERTO GALLEGOS PÉREZ

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA CRÍTICA

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SXXI



DRA. LAURA ROMERO GUTIÉRREZ

ASESOR DE TESIS

MÉDICO ADSCRITO A LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SXXI



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación en Salud **3601** con número de registro **17 CI 09 015 034** ante COFEPRIS y número de registro ante CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CEI 023 2017082**.
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

FECHA Jueves, 12 de julio de 2018.

DR. LAURA ROMERO GUTIÉRREZ
P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

PRESIÓN DE DISTENSIÓN PULMONAR Y SU ASOCIACIÓN CON ESCALAS PRONOSTICAS DE MORTALIDAD Y CRITERIOS DE SEVERIDAD EN PACIENTES CON SIRA Y VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA POR PRESIÓN

que sometió a consideración para evaluación de este Comité Local de Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

No. de Registro
R-2018-3601-137

ATENTAMENTE

DR. CARLOS FREDY CUEVAS GARCÍA
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3601

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

HOJA DE DATOS:

1. DATOS DEL ALUMNO:

Apellido paterno: **Ponce**

Apellido materno: **Sánchez**

Nombre: **Jesús Manuel**

Teléfono: **5560727687**

Universidad: **Universidad Nacional Autónoma de México**

Facultad: **Facultad de medicina**

Carrera: **Especialidad en medicina crítica**

No. Cuenta: **517230927**

2. DATOS DEL ASESOR:

Apellido paterno: **Romero**

Apellido materno: **Gutierrez**

Nombre: **Laura**

Apellido paterno: **Gallegos**

Apellido materno: **Pérez**

Nombre: **Humberto**

3. DATOS DE LA TESIS:

Título: **Presión de distensión pulmonar y su asociación con escalas pronósticas de mortalidad y criterios de severidad en pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión**

No. de paginas: 28p.

Año: 2019.

Registro: **R-2018-3601-137.**

DEDICATORIAS

A mis padres, por ser esas fuertes columnas que me sostienen por la vida.

A mis maestros, por su paciencia y guía en el inmenso mundo de la medicina y el hombre.

A mis pacientes, sin ellos el conocimiento no sería posible.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme ser parte de este mundo, a mis padres Víctor y Adela por su apoyo incondicional, a mis hermanos Edaín, Carlos y Víctor por ser mi fuerza y motivación, agradezco a mi novia Gaby por comprensión e inspiración, a mis compañeros residentes, a los pacientes y a mis asesores, Dr. Humberto Gallegos Pérez, Dra. Laura Romero Gutierrez por su orientación, paciencia y ejemplo para salir adelante en este proyecto.

ÍNDICE

	Página
Acta de revisión de tesis	III
Dedicatorias	V
Agradecimientos	VI
Índice	VII
Relación de tablas y figuras	VIII
Glosario	IX
Abreviaturas	X
Resumen	XI
Summary	XII
Antecedentes	1
Planteamiento del problema	7
Justificación e hipótesis	8
Objetivos	10
Material y métodos	11
Resultados	16
Discusión	21
Conclusiones	22
Bibliografía	23
Anexos	26

RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

	Página
Tabla 1. Escalas pronósticas de mortalidad y su asociación con la presión de distensión pulmonar.	19
Tabla 2. Criterios de severidad y su asociación con la presión de distensión pulmonar.	20
Figura 1. Distribución por género.	16
Figura 2. Distribución de la edad por género.	16
Figura 3. Incidencia de SIRA por severidad.	17
Figura 4. Escalas pronósticas y severidad en SIRA.	18
Figura 5. Comparación entre escalas de severidad por género.	18
Figura 6. Criterios de severidad y clasificación del SIRA	19

GLOSARIO

- **Distensibilidad pulmonar:** propiedad que permite el alargamiento o distensión de la estructura pulmonar, determinada por su cambio de volumen con la presión.
- **pH:** Coeficiente que indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución acuosa al medir la cantidad de iones hidrógeno.
- **Presión de distensión pulmonar:** Diferencia de la presión meseta o presión pico máxima menos el PEEP.
- **Presión parcial de CO₂ arterial:** Presión parcial de dióxido de carbono en milímetros de mercurio en la sangre arterial.
- **Presión parcial de O₂ arterial:** Presión parcial de oxígeno en milímetros de mercurio en la sangre arterial.
- **Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda:** Lesión pulmonar que pone en peligro la vida, que puede ser causada por lesiones de origen pulmonar o extrapulmonar que conducen al desarrollo de edema pulmonar no hidrostático y lesión inflamatoria difusa con incremento en la permeabilidad capilar alveolar, aumento del peso pulmonar y pérdida de tejido pulmonar aireado, manifestado con hipoxemia, opacidades radiográficas bilaterales y disminución de la distensibilidad pulmonar.
- **Ventilación mecánica:** Estrategia terapéutica que consiste en asistir mecánicamente la ventilación pulmonar espontánea cuando ésta es inexistente o ineficaz para la vida.

ABREVIATURAS

APACHE II: Evaluación de salud fisiológica aguda y crónica II.

CPAP: Presión positiva continua en la vía aérea.

CRF: Capacidad residual funcional.

IC: Intervalo de confianza.

IMSS: Instituto mexicano del seguro social.

paCO₂: Presión arterial de dióxido de carbono.

paO₂: Presión arterial de oxígeno.

PEEP: Presión positiva al final de la espiración.

pH: Presión de hidrógeno.

RM: Razón de Momios.

SIRA: Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

SOFA: Evaluación secuencial de falla orgánica.

SRIS: Síndrome de respuesta inflamatoria sistémica.

UCI: Unidad de cuidados intensivos.

VILI: Lesión pulmonar inducida por el ventilador.

VM: Ventilación mecánica.

ΔP: Delta p, presión de distensión pulmonar.

RESUMEN

Título. Presión de distensión pulmonar y su asociación con escalas pronósticas de mortalidad y criterios de severidad en pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión.

Ponce-Sánchez JM¹, Romero-Gutiérrez L¹, Gallegos-Pérez-H¹

¹Unidad de cuidados intensivos del hospital de especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” centro médico nacional siglo XXI, IMSS.

Introducción. El síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA) es una condición clínica que amenaza la vida, de origen pulmonar o extrapulmonar, con alta incidencia y mortalidad. La piedra angular del tratamiento es la ventilación mecánica, donde el volumen tidal bajo, la presión positiva al final de la espiración (PEEP) alta, y la presión meseta baja, continúa siendo la estrategia de tratamiento que mejora la sobrevida, sin embargo, la afectación pulmonar en el SIRA no es homogénea y se necesitan otras modalidades ventilatorias como el control por presión. Existe una interacción directa entre la mecánica ventilatoria del paciente con el grado de daño pulmonar, que predispone a una lesión inducida por el ventilador y a mayor tasa de complicaciones. En México existe una alta incidencia de pacientes con SIRA, pero no se encuentran estudios que relacionen directamente a la presión de distensión pulmonar con escalas pronósticas de mortalidad y criterios de severidad en los pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión, por lo que, se considera indispensable conocer esta fuerza de asociación para la identificación de pacientes con alto riesgo de lesión pulmonar y mayor severidad para implementar medidas preventivas y así determinar estrategias óptimas de tratamiento.

Objetivo. Estimar la asociación entre la presión de distensión pulmonar con escalas pronósticas de mortalidad y criterios de severidad en pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión.

Material y métodos. Estudio transversal analítico retrospectivo, se revisaron expedientes clínicos de pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del centro médico nacional siglo XXI, con diagnóstico de SIRA sometidos a ventilación mecánica controlados por presión, en el período de enero del 2016 a diciembre del 2017, con búsqueda intencionada de la presión de distensión pulmonar, escalas pronósticas de mortalidad con SOFA y APACHE, y criterios de severidad con pH, paO₂, paCO₂, paO₂:FiO₂ y distensibilidad. Se generó una base de datos en el software Microsoft Excel y un análisis estadístico en el programa SPSS, para descripción de las variables cuantitativas se utilizó medidas de resumen y de dispersión, y proporciones para variables cualitativas. La fuerza de asociación se estimó mediante tablas de contingencia con intervalos de confianza al 95%.

Resultados. Durante el periodo de estudio ingresaron a la UCI un total de 36 pacientes con el diagnóstico de SIRA, 16 del género masculino (44.4%) y 20 del género femenino (55.6%), la edad promedio fue de 55 años, el principal origen del SIRA fueron las causas pulmonares con el 86.1% y SIRA extrapulmonar con el 13.9%. No hubo casos registrados de SIRA leve, para SIRA moderado se registraron 7 pacientes (19.4%) y 29 casos de SIRA severo (80.6%). La escala SOFA promedio fue de 11 puntos (40 a 50% de riesgo de mortalidad a los 28 días), el promedio de la escala APACHE II en el grupo estudiado fue de 29 puntos (50% de mortalidad esperada a los 28 días en pacientes no quirúrgicos). Dentro de los criterios de severidad, el pH promedio fue de 7.28, (7.25 en SIRA severo y 7.31 en SIRA moderado), el CO₂ con SIRA severo fue de 50mmHg (IC 95% 44.6-56.99) y para el grupo de SIRA moderado fue de 40mmHg (IC 95% 40-53). La paO₂ promedio fue de 72.5mmHg, y el promedio de la relación entre la paO₂:FiO₂ fue de 79.5mmHg (108mmHg en SIRA moderado y 81mmHg en SIRA severo). La distensibilidad pulmonar promedio al ingreso fue de 26 cmH₂O y la presión de distensión pulmonar de 17cmH₂O. La escala pronóstica de mortalidad que tuvo mayor asociación con relación a la presión de distensión pulmonar fue la escala de SOFA (RM 1.027), y los criterios de severidad con la mayor asociación con la presión de distensión pulmonar fueron el CO₂ arterial (RM 1.138), seguido del pH sanguíneo (RM 1.031) y en tercer lugar la distensibilidad pulmonar (RM 0.824).

Conclusión. En un hospital de tercer nivel la prevalencia del SIRA leve y severo es mayor a la reportada en literatura internacional. El género más afectado en nuestra población corresponde con el sexo masculino. La escala pronóstica de mortalidad SOFA tuvo mayor fuerza de asociación a la presión de distensión pulmonar. Los criterios de severidad que se asociaron en forma lineal con la presión de distensión pulmonar fueron el CO₂ arterial y el pH sanguíneo, mientras que, de manera inversamente proporcional lo hizo la distensibilidad pulmonar. Se debe de reforzar la campaña para el diagnóstico y prevención del SIRA, así como el uso de parámetros ventilatorios predictores de severidad y pronóstico que guíen el manejo y la toma de decisiones, así como la prevención de complicaciones.

Palabras clave: Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda, ventilación mecánica, presión de distensión pulmonar.

SUMMARY

Title. Pulmonary distention pressure and its association with prognostic scales of mortality and criteria of severity in patients with ARDS and mechanical ventilation controlled by pressure.

Ponce-Sánchez JM¹, Romero-Gutiérrez L¹, Gallegos-Pérez-H¹

¹Unit of intensive care of the specialty hospital "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez "21st century national medical center, IMSS.

Introduction. Acute respiratory failure syndrome (ARDS) is a life-threatening clinical condition, of pulmonary or extrapulmonary origin, with high incidence and mortality. The cornerstone of the treatment is mechanical ventilation, where low tidal volume, positive end-expiratory pressure (PEEP), and low plateau pressure continue to be the treatment strategy that improves survival, however, the Lung involvement in the SIRA is not homogeneous and other ventilatory modalities such as pressure control are needed. There is a direct interaction between the ventilatory mechanics of the patient with the degree of lung damage, which predisposes to a ventilator-induced injury and a higher rate of complications. In Mexico there is a high incidence of patients with ARDS, but there are no studies that directly relate to pulmonary distension pressure with prognostic scales of mortality and criteria of severity in patients with ARDS and ventilation, pressure controlled mechanics, so that , it is considered essential to know this strength of association for the identification of patients with high risk of lung injury and greater severity to implement preventive measures and thus determine optimal treatment strategies.

Objective. To estimate the association between pulmonary distension pressure with prognostic scales of mortality and criteria of severity in patients with ARDS and mechanical ventilation controlled by pressure.

Material and methods. Retrospective analytical cross-sectional study, clinical records of patients admitted to the intensive care unit of the specialty hospital "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez "of the 21st century national medical center, with diagnosis of SIRA undergoing mechanical ventilation controlled by pressure, in the period from January 2016 to December 2017, with intentional search for pulmonary distension pressure, prognostic scales of mortality with SOFA and APACHE, and severity criteria with pH, paO₂, paCO₂, paO₂: FiO₂ and compliance. A database was generated in the Microsoft Excel software and a statistical analysis in the SPSS program, for quantitative variables description was used summary and dispersion measures, and proportions for qualitative variables. The strength of association was estimated by calculating the odds ratio with 95% confidence intervals.

Results. During the study period, a total of 36 patients with the diagnosis of SIRA, 16 of the male gender (44.4%) and 20 of the female gender (55.6%) entered the ICU, the average age was 55 years, the main origin of the SIRA were pulmonary causes with 86.1% and extrapulmonary SIRA with 13.9%. There were no cases of mild SIRA, for moderate SIRA there were 7 patients (19.4%) and 29 cases of severe SIRA (80.6%). The average SOFA scale was 11 points (40 to 50% risk of mortality at 28 days), the average of the APACHE II scale in the group studied was 29 points (50% of expected mortality at 28 days in patients non-surgical). Within the severity criteria, the average pH was 7.28, (7.25 in severe SIRA and 7.31 in moderate SIRA), the CO₂ with severe SIRA was 50mmHg (95% CI 44.6-56.99) and for the moderate SIRA group it was of 40mmHG (95% CI 40-53). The average paO₂ was 72.5mmHg, and the average ratio of paO₂: FiO₂ was 79.5mmHg (108mmHg in moderate SIRA and 81mmHg in severe SIRA). The average lung compliance at admission was 26 cmH₂O and the pulmonary distension pressure was 17cmH₂O. The prognostic scale of mortality that was most associated with pulmonary distension pressure was the SOFA scale (RM 1.027), and the severity criteria with the greatest association with pulmonary distension pressure were arterial CO₂ (RM 1.138). , followed by blood pH (RM 0.1031) and third lung compliance (RM 0.824).

Conclusion. In a tertiary hospital the prevalence of mild and severe SIRA is higher than that reported in international literature. The most affected gender in our population corresponds to the male sex. The SOFA mortality prediction scale had greater strength of association with pulmonary distension pressure. The criteria of severity that were associated in a linear way with the pulmonary distension pressure were arterial CO₂ and blood pH, while, inversely proportional to lung compliance. The campaign for the diagnosis should be strengthened o and prevention of SIRA, as well as the use of ventilatory parameters predictors of severity and prognosis that guide management and decision making, as well as prevention of complications.

Key words: Acute respiratory distress syndrome, mechanical ventilation, pulmonary distension pressure.

ANTECEDENTES

Definición del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

El síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA), es una lesión pulmonar que pone en peligro la vida, se describió por primera vez por Ashbaugh en 1967 como un síndrome clínico caracterizado por disnea, taquipnea, cianosis refractaria al tratamiento con oxígeno, pérdida de distensibilidad pulmonar e infiltrados alveolares difusos¹. Esta afectación puede ser causada por lesiones de origen pulmonar o extrapulmonar, que conducen al desarrollo de edema pulmonar no hidrostático y lesión inflamatoria difusa con incremento en la permeabilidad capilar alveolar, aumento del peso pulmonar y pérdida de tejido pulmonar aireado, se manifiesta con hipoxemia, opacidades radiográficas bilaterales y disminución de la distensibilidad pulmonar².

En 1994, durante la Conferencia de Consenso Americano Europeo, se establecieron los criterios para definir a la lesión pulmonar aguda y el SIRA con la finalidad de unificar conceptos y establecer el diagnóstico. Esta definición contemplaba un inicio agudo de hipoxemia con infiltrados bilaterales en la radiografía de tórax, sin evidencia clínica de hipertensión auricular izquierda o presión en cuña de la arteria pulmonar mayor a 18 mm Hg, el grado de hipoxemia fue evaluado por la relación entre la presión parcial de oxígeno arterial y la fracción de oxígeno inspirado ($PaO_2:FIO_2$), con un valor menor de 200 mmHg o menos para establecer el diagnóstico, además, se introdujo una entidad general llamada lesión pulmonar aguda con un umbral de hipoxemia menos grave que el SIRA³.

En el 2012, se llevó a cabo un nuevo consenso por un grupo de expertos de la Sociedad Europea de Medicina Crítica, donde se desarrolló la definición de Berlín, con mejor factibilidad, fiabilidad y validez. La nueva definición eliminó el término de lesión pulmonar e incorporó el momento del origen del edema pulmonar⁴.

La definición de Berlín refiere que para el diagnóstico de SIRA se requiere un inicio agudo con aparición de los síntomas dentro de la primera semana de conocido el insulto clínico o empeoramiento de los síntomas respiratorios, con falla respiratoria no explicada por edema pulmonar hidrostático, con el paciente bajo ventilación mecánica con presión positiva al final de la espiración (PEEP) o presión continua en la vía aérea (CPAP) ≥ 5 cm H₂O, también especifica que las opacidades radiográficas deben ser bilaterales, y no atribuibles a derrame pleural, colapso pulmonar o lobar, o nódulos, y que, el fracaso respiratorio no es

completamente explicado por falla cardíaca o sobrecarga de líquidos, además, se necesita de una evaluación objetiva (ecocardiografía) para excluir el edema hidrostático. La definición de Berlín, clasifica al SIRA en tres categorías con base al grado de hipoxemia determinada por la relación PaO₂:FiO₂ como⁴:

- Leve (PaO₂:FiO₂ de 200-300 mmHg).
- Moderado (PaO₂:FiO₂ de 100-200 mmHg).
- Grave (PaO₂:FiO₂ < 100 mmHg).

Estudios recientes han centrado sus observaciones en pacientes con SIRA en el que la PaO₂:FIO₂ es menor a 150 mmHg, catalogando a este grupo como SIRA moderadamente-grave (PaO₂:FiO₂ de 100 a 150mmHg)⁵.

Epidemiología del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

Este síndrome afecta aproximadamente a 200,000 pacientes por año en los Estados Unidos, provocando cerca de 75,000 muertes anuales². A nivel mundial afecta a 3 millones de pacientes por año y la mortalidad sigue siendo alta, oscilando entre 35% y 46%². Los investigadores del estudio LUNG SAFE encontraron que el SIRA estuvo presente en el 67.2% del total de pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda y representó el 10.4% del total de ingresos a la UCI y el 23.4% del total de pacientes con ventilación mecánica. De acuerdo a la gravedad, la prevalencia de SIRA leve fue de 30.0%, 46.6% en SIRA moderado y 23.4% para SIRA grave. El promedio de los días con ventilación mecánica fue de 8 días, con 10 días de estancia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y 17 días de estancia hospitalaria. La mortalidad hospitalaria fue del 34,9% para los casos leves, 40.3% para SIRA moderado, y 46.1% para aquellos con SIRA severo⁶.

En México, no existen estudios con exactitud para la incidencia y mortalidad, sin embargo, el costo por día de estancia en UCI en nuestro medio es de 35,400 pesos, lo que corresponde aproximadamente a 350,000 pesos por paciente con 10 días promedio de hospitalización por SIRA. Uno de los problemas actuales es el pobre reconocimiento en el diagnóstico y la importancia de evitar el retraso se debe al aumento en los días de ventilación mecánica, mayor estancia en UCI y a una elevada mortalidad, reportada hasta en 52% para SIRA grave⁷.

Fisiopatología del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

Los pulmones sanos regulan la presión, el movimiento de líquido entre el intersticio y los alvéolos y el intercambio gaseoso a través de múltiples mecanismos, sin embargo, estas funciones se interrumpen por una lesión pulmonar y en la respuesta inflamatoria, causando un exceso de líquido tanto en el intersticio como en los alvéolos. El impacto del SIRA es una pérdida significativa de la capacidad residual funcional con colapso pulmonar e inestabilidad alveolar⁸. El pulmón puede sufrir una lesión a través de insultos directos (neumonía, broncoaspiración) o indirectos (pancreatitis, sepsis) que activan el sistema inmune innato y adaptativo, que genera un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SRIS) que a nivel pulmonar afecta la delicada estructura y microvasculatura, iniciando una fase inflamatoria exudativa por incremento en la permeabilidad capilar, sin embargo, durante este proceso se produce un daño epitelial y endotelial, con denudamiento de la membrana basal y muerte de células alveolares⁹. El incremento de la permeabilidad microvascular permite que el edema pulmonar se mueva hacia el alveolo, inicialmente como vesículas individuales, pero a medida que se expande conduce a la desactivación del agente tensioactivo y destrucción de la monocapa surfactante, que da como resultado el incremento de la tensión superficial alveolar que hace que los alvéolos se vuelvan inestables y colapsen al espirar. El mecanismo que conlleva al fracaso pulmonar se debe a la lesión endotelial y ensanchamiento de uniones intercelulares, que da como resultado en la fase inicial o “exudativa” un incremento en la permeabilidad de la membrana alveolo-capilar^{10, 11, 12}.

Durante el SIRA, la distribución del gas no es homogénea y el nivel de distensión en las distintas áreas pulmonares se vuelve dependiente de la gravedad y de la densidad del tejido pulmonar afectado. Cuando el tejido pulmonar es sometido a la acción de la gravedad, la densidad incrementa de manera progresiva de arriba hacia abajo, por el colapso de las unidades alveolares sometidas al peso de las estructuras suprayacentes y por la compensación con sobredistensión de alveolos en áreas no dependientes, esto provoca mayor estrés a la integridad estructural de la barrera alveolo-capilar, ya que, el número de alvéolos disponibles para recibir el volumen corriente está reducido, alteración conocida como pulmón de bebé¹³. El deterioro en el intercambio gaseoso se debe principalmente a la falta de coincidencia entre la ventilación y la perfusión, lo que genera hipoxemia¹⁴. La disminución de la distensibilidad es consecuencia de la rigidez de un pulmón con edema y alteración de las unidades

estructurales, con discrepancia entre las presiones pulmonares y el volumen corriente¹⁵. La hipertensión pulmonar se debe a la vasoconstricción hipóxica, compresión vascular por presión positiva de las vías respiratorias, destrucción de parénquima y colapso de vías respiratorias¹⁶.

El daño alveolar difuso es el hallazgo patológico más común, secundario a membranas hialinas eosinofílicas, edema intra-alveolar, congestión de capilares, ensanchamiento del intersticio y trombos extensos causados por anomalías de la coagulación, los hallazgos posteriores incluyen la expansión del intersticio con tejido fibroblástico mixoide suelto, hiperplasia neumocítica, metaplasia escamosa y remodelación vascular, conocida como “fase proliferativa”. Algunos pacientes progresan a una “fase fibrótica”, caracterizada por la obliteración de la arquitectura pulmonar normal¹⁷. En resumen, existe una tetrada de la patología asociada con SIRA: aumento de la permeabilidad capilar, desactivación del agente tensioactivo, edema alveolar y alteración de la mecánica con un cambio dinámico en el tamaño y forma alveolar con cada respiración, si este ciclo vicioso no se bloquea, eventualmente el edema inundará todo el alvéolo, lo que impedirá el intercambio de gases y provocará hipoxemia y retención de CO₂¹⁸.

Tratamiento ventilatorio del SIRA

De acuerdo con Fan et al podemos dividir las terapias actuales en la atención del paciente con SIRA como preventivas, farmacológicas, complementarias y ventilatorias¹⁹. Sin embargo, un enfoque racional debe consistir en 3 acciones contemporáneas: primero, la terapia etiológica destinada a curar la causa, en segundo lugar la terapia patogénica dirigida a las manifestaciones clínicas del SIRA, y en tercer lugar la terapia sintomática para tratar los síntomas o sus consecuencias, tales terapias (por ejemplo, ventilación mecánica u oxigenación con membrana extracorpórea) "compran tiempo" para permitir la recuperación y la curación del pulmón con otras terapias adjuntas como posición prono y bloqueo neuromuscular²⁰.

No existe un consenso para el manejo ventilatorio del SIRA, de acuerdo con la opinión de expertos, inicialmente el soporte ventilatorio no invasivo es un enfoque inicial razonable en los pacientes menos graves, sin embargo, no se ha asociado mejoría en la disminución del riesgo de intubación y este soporte no invasivo puede fallar debido a

progresión de la gravedad, el incumplimiento o poca cooperación del paciente o a problemas técnicos, particularmente en la interfaz y los resultados aún necesitan confirmación para ser concluyentes ante la poca diferencia en la mejoría si se compara con el oxígeno de alto flujo o la ventilación mecánica invasiva²¹. Si no hay mejoría en el intercambio de gases y la frecuencia respiratoria en pocas horas, deberá iniciarse sin demora la ventilación mecánica invasiva²².

El objetivo de la ventilación mecánica invasiva (VMI) es mantener una PaO₂ dentro de un rango normal (entre 70 y 90 mmHg) o una SaO₂ entre 92 y 97%. La hipoxemia representa una función cardiovascular y hemodinámica comprometida que puede limitar el suministro de oxígeno a los tejidos, y la hiperoxia puede aumentar la inflamación pulmonar y afectar negativamente a la microcirculación, y se asocia con un aumento en las tasas de mortalidad por lo que ambas deberán evitarse²³.

Durante la VMI se sugiere el uso de volumen corriente bajo (6 ml/kg basado en el peso corporal predicho) junto con una presión de meseta de las vías respiratorias ≤ 30 cmH₂O. estas recomendaciones se deben a que la ventilación con volumen tidal mayor a 6ml/kg de peso predicho puede resultar en sobredistensión y estrés pulmonar excesivo. En el estudio ARDS Network esta estrategia ventilatoria se asoció con una reducción en la mortalidad²⁴. Algunos estudios han sugerido que los volúmenes corriente incluso menores pueden ser preferibles siempre y cuando los niveles de la presión positiva al final de la espiración (PEEP) sean suficientes para mantener la oxigenación. Recientemente se sugirió que el volumen corriente se debe escalar para cumplir con la presión de distensión pulmonar conocida como presión de conducción o driving pressure ($\Delta P = P_{plat} - PEEP$), esta presión de distensión pulmonar (ΔP), es la relación del volumen tidal con la distensibilidad e indica el tamaño “funcional” del pulmón. La ΔP predice los resultados mejor que cualquier otro parámetro ventilatorio en los pacientes con SIRA, especialmente con valores que exceden los 15 cmH₂O, con un incremento en la mortalidad de 5% con cada centímetro de agua (cmH₂O) por arriba de 14, por lo tanto, mantener una ΔP baja puede reforzar la relajación de un volumen tidal estricto u objetivos de Presión meseta en pacientes con prioridades clínicas conflictivas, por ejemplo, acidosis grave y altos requerimientos de PEEP²⁵.

En la VMI las maniobras de reclutamiento se pueden aplicar antes de titular un PEEP ideal para reclutar alvéolos pulmonares, estas maniobras consisten en aplicar un aumento

transitorio en la presión inspiratoria de la vía aérea a 40-45 cmH₂O, sin embargo el procedimiento óptimo y el papel preciso de las maniobras de reclutamiento aún no ha sido definido y la aplicación rutinaria de las maniobras de reclutamiento no se ha asociado con una reducción en la mortalidad hospitalaria²⁶.

La selección de PEEP debe basarse en varios factores como el intercambio de gases, la hemodinámica, la respuesta al reclutamiento alveolar, la presión transpulmonar y la ΔP . El uso de PEEP generalmente mejora el intercambio de gases y ayuda a reducir la necesidad de una FiO₂ alta, manteniendo el reclutamiento pulmonar, con mejoría en la homogeneidad pulmonar^{27,28}.

En el SIRA grave no hay ventaja en los resultados al usar VMI controlada por volumen en comparación con formas controladas por presión, sin embargo, el uso de VMI controlada por volumen facilita la medición de la mecánica respiratoria y la presión de distensión pulmonar y la VMI controlada por presión puede dar mejor confort respiratorio al no limitar el flujo inspiratorio²⁹.

Lesión pulmonar inducida por el ventilador

La fisiopatología del SIRA produce alteraciones patológicas en la mecánica alveolar con alvéolos inestables al cambio dinámico en el tamaño y forma que predispone a una lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI)¹⁸. Los alvéolos son intrínsecamente inestables, pero una interacción delicada de la función del surfactante pulmonar combinada con el soporte mecánico da como resultado una interdependencia estructural que mantiene un pulmón abierto y estable con una capacidad residual funcional normal (CRF). Sin embargo, durante el SIRA, la capacidad de cierre del pulmón se altera por edema y por efecto de la ventilación mecánica al desactivar la función del agente tensioactivo o surfactante pulmonar³⁰. Durante el SIRA el pulmón depende de la presión otorgada por la VMI y requiere tiempo para recuperar la estabilidad pulmonar antes de poder retirar la presión en la vía aérea³¹. El SIRA causa una lesión pulmonar heterogénea que ocasiona una tensión alveolar excesiva durante la ventilación (barotrauma) lo que da como resultado un VILI secundario, además, el colapso crónico y constante de los alveolos (atelectrauma) puede conducir a una induración irreversible que conlleva a fibrosis alveolar³².

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El síndrome de insuficiencia respiratoria es una afectación pulmonar potencialmente mortal, puede ser causado por una variedad de lesiones pulmonares o extrapulmonares que conducen al desarrollo de edema pulmonar inflamatorio con hipoxemia y disminución de la distensibilidad pulmonar. A pesar de décadas de investigación, las opciones en el tratamiento para el SIRA continúan siendo limitadas, su incidencia y mortalidad sigue siendo alta, oscilando entre 35% y 46%, con mayor mortalidad a mayor grado de severidad.

La estrategia de protección pulmonar para mejorar la sobrevida en pacientes con SIRA, ha sido el uso de ventilación mecánica controlada por volumen utilizando un volumen tidal bajo (6ml/kg) para mantener una presión meseta menor a 30cm de H₂O, con el uso de PEEP alta para mantener la oxigenación, sin embargo, estas variables son determinadas en condiciones estáticas, y, ante la heterogeneidad en la mecánica pulmonar de los pacientes con SIRA, no se puede generalizar un solo modo ventilatorio, por lo que, es necesario evaluar nuevas herramientas en condiciones dinámicas para el monitoreo ventilatorio, siendo una variable independiente, la evaluación del ΔP como subrogado de la relación entre la distensibilidad y el tamaño pulmonar funcional, y, a través de su medición constante, identificar criterios de severidad, prevenir el progreso de la lesión pulmonar e identificar complicaciones asociadas con la ventilación.

En nuestro país, no se cuenta con estudios que relacionen directamente a la presión de distensión pulmonar con escalas pronósticas de mortalidad y criterios de severidad en los pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión.

¿Cuál es la asociación entre la presión de distensión pulmonar con escalas pronósticas de mortalidad y criterios de severidad en los pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión?

JUSTIFICACIÓN

El síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA) es un problema de salud pública a nivel mundial, con alto impacto en la morbilidad y mortalidad de los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos. Este síndrome, es una afectación pulmonar potencialmente mortal y constituye una de las principales causas de ventilación mecánica invasiva en la UCI, además, los pacientes que cursan con esta enfermedad tienen implicaciones graves en sus capacidades funcionales y altos costos en su rehabilitación⁶.

La piedra angular en el tratamiento del SIRA continúa siendo el apoyo mecánico ventilatorio invasivo, y en nuestro país, la ventilación mecánica es la estrategia terapéutica predominante ante la falta de centros hospitalarios con disponibilidad a nuevas estrategias de rescate como ECMO o el uso de modos avanzados de monitoreo con presión esofágica y evaluación de presión transpulmonar. A pesar de un tratamiento oportuno, pocos pacientes recuperan una capacidad pulmonar normal, lo cual se relaciona con un mayor grado de fibrosis y reducción en la distensibilidad pulmonar²³. La cohorte del estudio ARDS Network estableció que la ventilación mandatoria controlada por volumen, con volumen tidal bajo, PEEP alto y presión meseta menor a 30cmH₂O, se considera una estrategia protectora para disminuir la lesión pulmonar inducida por la ventilación²⁴. Sin embargo, la afectación pulmonar por SIRA es heterogénea y debe ser individualizada, requiriendo en muchos casos un modo ventilatorio diferente, como lo es la ventilación mandatoria controlada por presión, por lo que, es muy importante conocer y desarrollar alternativas no invasivas, sencillas y costo-efectivas que permitan identificar precozmente a los pacientes con criterios de severidad o alto riesgo de lesión pulmonar inducida por el ventilador y progresión de la enfermedad, de una manera continua y confiable como la medición de la presión de distensión pulmonar o driving pressure²⁵.

Actualmente, existen pocos estudios enfocados en el ámbito clínico que aborden directamente la relación entre la presión de distensión pulmonar con escalas pronósticas de mortalidad y criterios de severidad en los pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión.

Ante la creciente incidencia y prevalencia de las enfermedades pulmonares y extrapulmonares causantes de SIRA, es conveniente identificar diferentes estrategias de monitoreo ventilatorio, en este caso, la presión de distensión pulmonar como factor

pronóstico de severidad en pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión, así como, determinar la fuerza de asociación individual y colectiva entre las variables de mecánica ventilatoria que permitan el desarrollo de nuevas estrategias con enfoque preventivo, y de potencial aplicación en el monitoreo diario al pie de la cama en los pacientes con SIRA y ventilación mecánica en la UCI, para facilitar la toma de decisiones en cuanto a una estrategia de tratamiento adecuada y modificar así la historia natural de esta enfermedad con una mayor reducción en las complicaciones y tasas de mortalidad.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Hn: La presión de distensión pulmonar se asocia en una relación directa con escalas de mortalidad y criterios de severidad, como un factor pronóstico y de gravedad en la evaluación de pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión.

Ha: La presión de distensión pulmonar no se asocia en una relación directa con escalas de mortalidad y criterios de severidad.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Determinar la asociación entre la presión de distensión pulmonar con escalas pronósticas de mortalidad y criterios de severidad en los pacientes con SIRA y ventilación mecánica controlada por presión.

Objetivos específicos:

- Identificar los pacientes con SIRA sometidos a ventilación mecánica controlada por presión en la unidad de cuidados intensivos durante el periodo de enero de 2016 a diciembre 2017.
- Determinar la severidad del SIRA de acuerdo a los criterios de Berlín.
- Conocer la presión de distensión pulmonar al ingreso de cada paciente.
- Conocer las escalas APACHE II y SOFA en cada paciente al ingreso en la UCI.
- Conocer los criterios de severidad de acuerdo al valor de pH, paCO₂, paO₂, relación paO₂:FiO₂ y distensibilidad, al ingreso en la UCI.
- Estimar la asociación de la presión de distensión pulmonar con cada escala de mortalidad, al ingreso en la UCI.
- Estimar la asociación de la presión de distensión pulmonar con cada criterio de severidad, al ingreso en la UCI.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar y sitio de investigación.

El estudio se realizó en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”, del centro médico nacional siglo XXI del IMSS, durante el periodo del 01 de enero 2016 al 31 de diciembre del 2017.

Diseño del Estudio.

Observacional, Retrospectivo, Transversal y Analítico.

Diseño de la muestra.

Población blanco: Pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda sometidos a ventilación mecánica controlada por presión.

Población accesible: Pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda sometidos a ventilación mecánica controlada por presión en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”, del centro médico nacional siglo XXI del IMSS, atendidos en el periodo del 01 de enero 2016 al 31 de diciembre del 2017.

El estudio tiene un objetivo de tipo exploratorio, se contó con el registro de todos los pacientes atendidos con SIRA que fueron sometidos a ventilación mecánica controlada por presión en el periodo definido, por lo tanto, se identificaron a todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión para el análisis de la asociación planteada en la hipótesis.

Criterios de Inclusión:

- Expedientes de pacientes derechohabientes IMSS, que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos con diagnóstico de SIRA sometidos a ventilación mecánica controlada por presión durante el periodo de estudio.

Criterios de No Inclusión:

- Pacientes con diagnóstico de SIRA, que no fueron sometidos a ventilación mecánica controlada por presión.

Criterios de Exclusión:

- Expedientes incompletos que no tengan seguimiento a las variables de mecánica ventilatoria.

Definición de las variables de estudio.

Variable.	Definición conceptual.	Definición operacional.	Tipo de variable.	Escala de medición.
Edad	Tiempo que una persona ha vivido desde su nacimiento	Número de años que ha vivido cada paciente registrados en el expediente, al momento del SIRA	Cuantitativa continua	Numérica (número de años cumplidos)
Género	Conjunto de personas o cosas que comparten una serie de características.	Rol que asume cada paciente al momento del SIRA, registrado en el expediente clínico.	Categórica	Nominal, dicotómica. 1) Masculino 2) Femenino
Etiología del SIRA	Insultos directos o indirectos que ocasionan una lesión pulmonar	Origen del SIRA registrado como una lesión pulmonar o extrapulmonar en el expediente clínico	Categórica	Nominal, dicotómica. 1) Pulmonar 2) Extrapulmonar
Gravedad del SIRA	La definición de Berlín clasifica al SIRA en tres categorías con base al grado de hipoxemia determinada por la relación PaO ₂ :FiO ₂	Valor de la relación PaO ₂ /FiO ₂ al ingreso del paciente con SIRA	Categórica	Nominal 1. Leve (PaO ₂ :FiO ₂ de 200-300 mmHg). 2. Moderado (PaO ₂ :FiO ₂ de 100-200 mmHg). 3. Grave (PaO ₂ :FiO ₂ < 100 mmHg).
APACHE II	Acrónimo en inglés de Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II, el cual es un sistema de clasificación de severidad en las enfermedades utilizado en la UCI a las 24 horas de admisión del paciente, calculando severidad y el riesgo de muerte a mayor puntuación.	Cálculo numérico de entre 0 a 71 puntos, determinado por 12 mediciones fisiológicas de rutina, realizadas al momento de ingreso a UCI con la aplicación MedCalX	Cuantitativa continua	Numérica (números del 0 al 71)
SOFA	Puntaje de fallo orgánico secuencial para describir la función de órganos individuales en forma continua	Puntuación obtenida a través de la evaluación de 6 sistemas críticos del paciente con valores objetivos en la aplicación	Cuantitativa continua	Numérica (números del 0 al 24)

		médica para dispositivos móviles MedCaX		
pH	Coefficiente que indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución acuosa al medir la cantidad de iones hidrógeno	Valor obtenido por un pH metro a través de una gasometría arterial al ingreso del paciente con SIRA en un gasómetro GEM "PREMIER" 3500, marca IL, número de serie 14013598	Cuantitativa continua	Numérica (valores de 6.8 a 7.6)
paO2	Presión parcial de oxígeno en milímetros de mercurio en la sangre arterial	Valor obtenido a través de una gasometría arterial al ingreso del paciente con SIRA en un gasómetro GEM "PREMIER" 3500, marca IL, número de serie 14013598	Cuantitativa continua	Numérica (expresada en milímetros de mercurio)
paCO2	Presión parcial de dióxido de carbono en milímetros de mercurio en la sangre arterial	Valor obtenido a través de una gasometría arterial al ingreso del paciente con SIRA en un gasómetro GEM "PREMIER" 3500, marca IL, número de serie 14013598	Cuantitativa continua	Numérica (expresada en milímetros de mercurio)
Distensibilidad pulmonar.	Propiedad de los cuerpos capaces de modificar sus dimensiones físicas bajo la acción de una fuerza que vence las resistencias en contra de tal deformación	Variable ventilatoria determinada por el cambio de volumen pulmonar en relación con la presión generada en la vía aérea, obtenida con la división del volumen tidal en mililitros entre la presión de distensión pulmonar (Ppico-PEEP).	Cuantitativa Continua	Numérica (expresada en ml/cmH2O)
Presión de distensión pulmonar.	Diferencia de la presión meseta o presión pico menor el PEEP.	Variable ventilatoria determinada la resta de la presión pico máxima la PEEP total ($\Delta P = P_{pico} - PEEP_t$).	Cuantitativa continua	Numérica (Expresada en cmH2O)

Análisis estadístico.

Se realizó la descripción de las variables mediante medidas de resumen con sus medidas de dispersión para las variables cuantitativas y proporciones para las variables cualitativas. La fuerza de asociación se estimó mediante el cálculo de Razón de Momios (RM) con sus intervalos de confianza al 95%.

Descripción general del estudio.

Previa autorización para el acceso y uso de información de expedientes clínicos, se identificaron en el censo de la unidad de cuidados intensivos del hospital de especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del centro médico nacional siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social a los pacientes con diagnóstico de SIRA atendidos durante el periodo establecido. Se buscaron de forma intencionada los expedientes en archivo clínico de los pacientes con diagnóstico de SIRA en la UCI, registrando en la hoja de recolección de datos el género y la edad, se evaluaron las escalas APACHE II con valores de 0 a 71 obtenidos en la calculadora MedCalX para dispositivos móviles a través de la evaluación de 12 mediciones fisiológicas de rutina obtenidas de los signos vitales y parámetros bioquímicos al momento del ingreso a UCI, se evaluó la escala de SOFA al ingreso a la UCI a través de la calculadora MedCalX para dispositivos móviles para medir la evolución de insuficiencia de órganos individuales o de manera múltiple de 6 posibles sistemas (respiratorio, sistema nervioso, cardiovascular, hepático, coagulación y renal) en una escala de 0 a 24 puntos, y los valores de pH, $paCO_2$, paO_2 , obtenidos del expediente registrados por el gasómetro “Premier” 3500, marca IL, de una gasometría arterial, así como la relación $PaO_2:FiO_2$ (división de la paO_2 en mmHg sobre la fracción inspirada de oxígeno en decimales), se evaluó la distensibilidad pulmonar determinada por la relación entre el volumen corriente en mililitros entre la presión de distensión pulmonar ($\Delta P = P_{pico} - P_{EEPT}$) y la presión de distensión pulmonar ($\Delta P = P_{pico} - P_{EEPT}$) en cmH_2O , obtenidos de la nota médica al momento de su ingreso en la UCI, o consignados en el expediente en el taller ventilatorio, se determinó el grado de severidad de acuerdo a los criterios de Berlín (leve, moderado, severo). La información se registró en una base de datos en el programa Microsoft Excel 2011. Para el análisis estadístico la base de datos se exportó al programa estadístico SPSS V 24.

ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo de investigación fue un estudio de intervención mínima y se apegó a los requisitos de las normas nacionales e internacionales para la investigación en seres humanos en México. Se apegó a los principios de la Declaración de Helsinki II , que marca los principios éticos para la investigación médica en sujetos humanos, adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, en junio 1964, y enmendada por la 59ª Asamblea General, Seúl, Corea, en octubre 2008.

Así mismo, cumplió con los principios enunciados en el Informe Belmont del Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos titulado “Principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación”.

De acuerdo al Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, título segundo, capítulo I, Artículo 17, Sección II esta investigación se considera como de riesgo mínimo por lo que no se solicitó carta de consentimiento informado a los pacientes. Fue sometido a la consideración y evaluación del comité local de investigación y ética de la investigación para su aprobación.

RESULTADOS

En el periodo de estudio ingresaron a la unidad de cuidados intensivos un total de 36 pacientes con el diagnóstico de síndrome de insuficiencia respiratoria aguda, de éstos 16 pacientes fueron del género masculino (44.4%) y 20 del género femenino (55.6%), tal como se muestra en la figura 1.

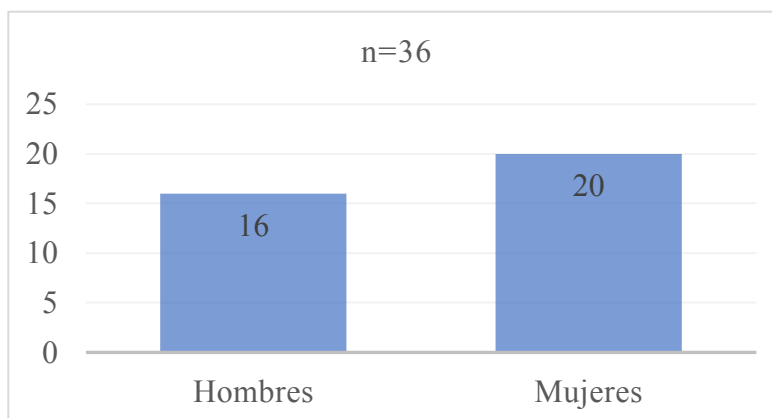


Figura 1. Distribución del género

La edad promedio fue de 55 años, con una mínima de 22 años y edad máxima de 87 años. Como podemos observar en la figura 2 en el género masculino la edad promedio fue de 61 años (IC 95% 47-64) y para el género femenino de 56 años (IC 95% 46-62).

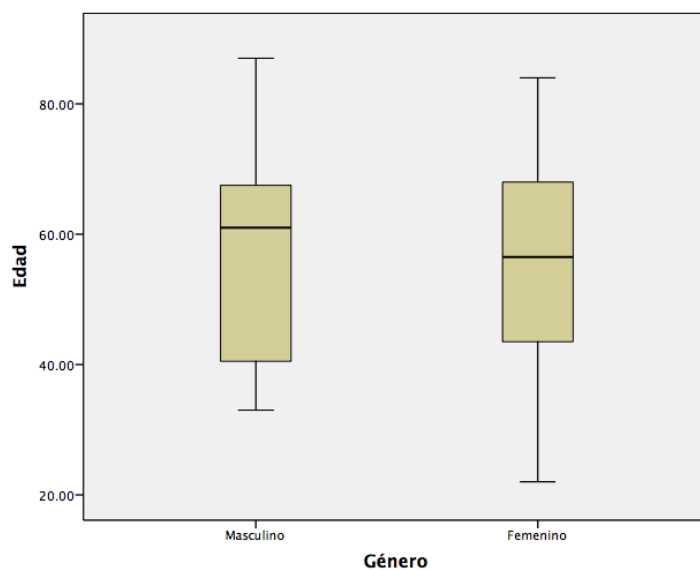


Figura 2. Distribución de edad por género.

El principal origen del SIRA fueron las causas pulmonares (31 pacientes) con el 86.1%, y 5 casos de SIRA extrapulmonar (13.9%). Dentro de la clasificación del SIRA no hubo casos registrados de SIRA leve como motivo de ingreso a la UCI, para SIRA moderado se registraron 7 pacientes (19.4%) y 29 casos de SIRA severo (80.6%) (Figura 3).

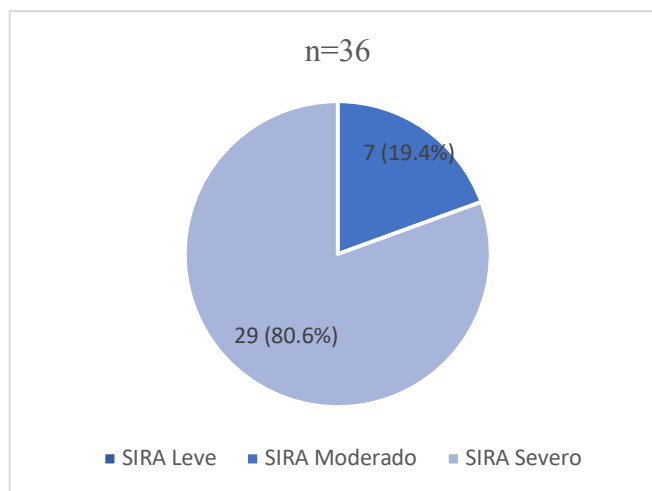


Figura 3. Incidencia del SIRA por severidad

Dentro de las escalas pronósticas de severidad, la escala SOFA se encontró entre 7 y 20 puntos, con un promedio general de 11 puntos (IC 95% 9.36-12.54), lo que equivale a un 40 a 50% de riesgo de mortalidad a los 28 días, dentro del grupo de pacientes con SIRA severo el puntaje de SOFA promedio fue de 11 puntos (40-50% de mortalidad estimada) y en el grupo de pacientes con SIRA moderado de 9 puntos (15 a 20% de mortalidad estimada).

El promedio de la escala APACHE II en el grupo estudiado fue de 29 puntos, que corresponde a un 50% de mortalidad esperada a los 28 días en pacientes no quirúrgicos, dentro del grupo de los pacientes con SIRA moderado se observó un menor pronóstico de severidad con APACHE II de 24 puntos y mortalidad estimada de 40% (IC 95% 20.8-28.9), mientras que en el grupo de SIRA severo el APACHE II promedio fue de 34 puntos (IC 95% 26.4-34.9) con mortalidad estimada de 70% (Figura 4).

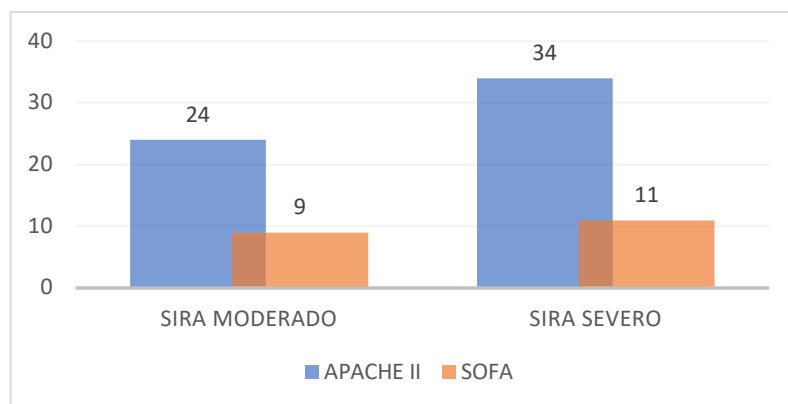


Figura 4. Escalas pronósticas y severidad en SIRA

El género más afectado con relación en las escalas de severidad fue el grupo de pacientes del sexo masculino, como se observa en la siguiente figura 5 entre la relación de SOFA-género y APACHE II-género.

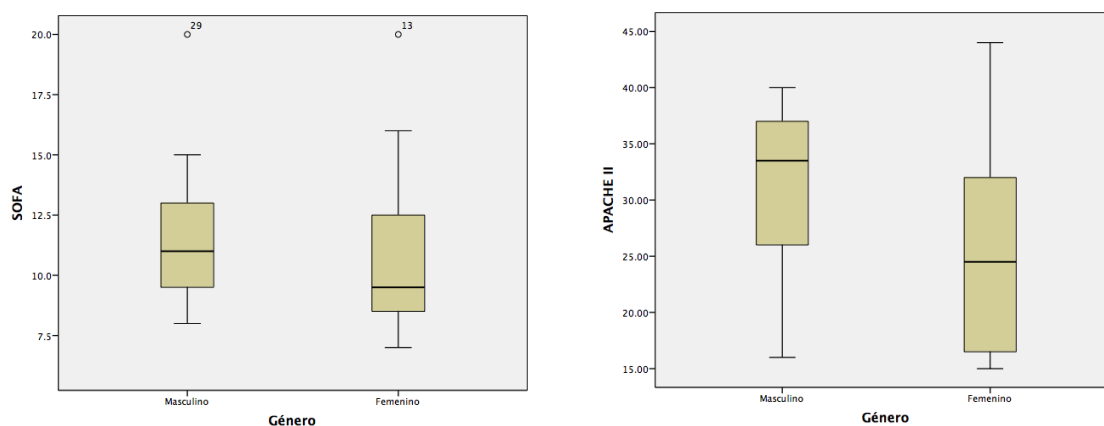


Figura 5. Comparación entre escalas de severidad por género.

En la figura 6, como criterios de severidad, el pH promedio fue de 7.28, encontrando un pH de 7.25 (IC 95% 7.19-7.31) en los pacientes con SIRA severo y un pH de 7.31 (IC 95% 7.26-7.35) para los pacientes con SIRA moderado. El CO₂ encontrado en los pacientes con SIRA severo fue de 50mmHg (IC 95% 44.6-56.99) y para el grupo de SIRA moderado fue de 40mmHg (IC 95% 40-53). La concentración arterial de oxígeno promedio (paO₂) fue de 72.5mmHg, para el grupo de SIRA severo la paO₂ se mantuvo en 71mmHg (IC 95% 68.67-86.22), mientras que en los pacientes con SIRA moderado el promedio fue de 74mmHg (IC 95% 67.31-87.18). La relación entre la presión parcial arterial de oxígeno y la

fracción inspirada de oxígeno (paO₂:FiO₂) promedio fue de 79.5mmHg, encontrando una paO₂:FiO₂ promedio de 108mmHg para los pacientes con SIRA moderado y 81mmHg en los pacientes con SIRA severo. La distensibilidad pulmonar promedio al ingreso de los pacientes con SIRA fue de 26 cmH₂O (IC 95% 24.2-34.15), con una distensibilidad mínima de 13 y máxima de 44, sin diferencia significativa entre los pacientes con SIRA severo o moderado. La presión de distensión pulmonar (Delta P) se mantuvo constante en ambos grupos, con un promedio de 17cmH₂O (IC 95% 15.8-20.7) encontrando como valor mínimo de 10 cmH₂O y máximo de 32 cmH₂O.

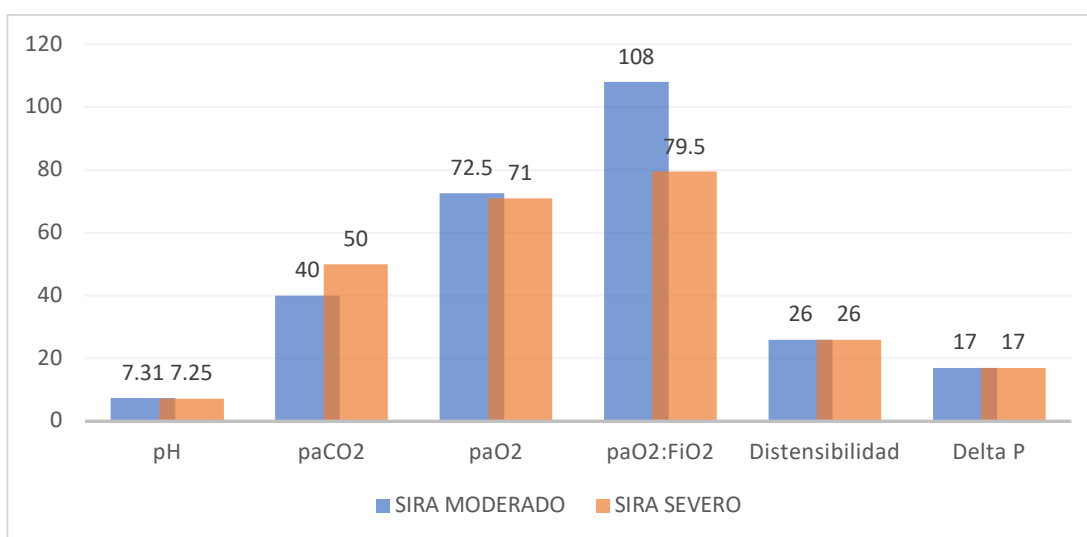


Figura 6. Criterios de severidad y clasificación del SIRA

La tabla 1, nos muestra la escala pronóstica de mortalidad que tuvo mayor asociación con relación a la presión de distensión pulmonar, que fue la escala SOFA (RM 1.027) en comparación con la escala de APACHE II (RM 0.880).

Tabla 1. Escalas pronósticas de mortalidad y su asociación con la presión de distensión pulmonar

Escalas pronósticas	RM	IC 95%	p*
SOFA	1.027	0.564-1.885	0.249
APACHE	0.880	0.453-1.497	0.074

*Chi-cuadrada de Pearson

En la tabla 2, dentro de los criterios de severidad la mayor asociación con la presión de distensión pulmonar se encontró de manera lineal con la presión parcial de CO₂ arterial (RM 1.138), el segundo criterio de severidad con mayor grado de asociación de forma indirectamente proporcional fue el pH sanguíneo (RM 1.031), en tercer lugar encontramos que a menor distensibilidad mayor presión de distensión pulmonar (RM 0.824), la presión arterial de oxígeno (paO₂) tuvo una baja asociación con la presión de distensión pulmonar (RM 0.513) y el criterio de severidad que tuvo el menor grado de asociación con la presión de distensión pulmonar fue la relación paO₂:FiO₂ (RM 0.345).

Tabla 2. Criterios de severidad y su asociación con la presión de distensión pulmonar en pacientes con SIRA

Factor de riesgo	RM	IC 95%	p*
pH	1.031	0.564-1.885	0.180
paCO ₂	1.138	0.518-2.502	0.187
paO ₂	0.513	0.273-0.964	0.495
paO ₂ :FiO ₂	0.345	0.186-0.642	0.286
Distensibilidad	0.824	0.453-1.497	0.014

*Chi-cuadrada de Pearson

DISCUSIÓN

Podemos demostrar en este estudio que de acuerdo a la gravedad, la prevalencia del SIRA moderado fue de 19.4% y para SIRA severo de 80.6%, lo cual contrasta con estudios internacionales como el estudio LUNG SAFE donde encontraron que el SIRA moderado es el grado de afectación con mayor prevalencia (46.6%) en comparación con SIRA leve (30%) y severo (23.4%). El género más afectado por la enfermedad es el masculino, y la edad promedio fue de 55 años; esto en concordancia con el estudio epidemiológico más fidedigno y reciente en cuanto a síndrome de insuficiencia respiratoria aguda⁶. Se puede observar que no hay diferencia significativa entre la edad y la severidad del SIRA, lo cual, a diferencia en la mayoría de la literatura, donde menciona que a mayor edad el SIRA se presenta con mayor severidad; lo cual se justificaría por el grado de disfunción endotelial y alteraciones crónicas de la función pulmonar concordante con lo establecido por el estudio de Suratt (CHEST 2006) donde se comentan los mecanismos del SIRA y los factores de riesgo asociados¹¹.

En la literatura se reporta que la mortalidad del SIRA oscila entre un 35 y 46%, y que esta es dependiente de la gravedad⁶, mientras que en nuestra población la mortalidad estimada mediante escalas pronósticas (APACHE II y SOFA) fue de 40 a 50%, lo cual se aproxima con los reportes mencionados. Recientemente se sugirió que la presión de distensión pulmonar predice resultados de mejor manera que otros parámetros ventilatorios, especialmente con valores por arriba de 14 cmH₂O²⁵. En nuestro estudio observamos que el promedio en la presión de distensión pulmonar fue de 17 cmH₂O, relacionado con una mayor prevalencia de SIRA severo, lo que traduce un mayor índice de gravedad con una relación de volumen corriente y distensibilidad pulmonar inadecuada.

En este estudio se encontró la relevancia que en nuestra población tienen ciertos criterios de severidad, como son, la presión parcial de CO₂ arterial, el pH sanguíneo y la distensibilidad pulmonar; ya que fueron los factores con asociación estadísticamente significativa en relación con la presión de distensión pulmonar. Así mismo, y como era de esperarse entre mayor presión de distensión pulmonar, mayor probabilidad de puntaje SOFA alto, mayor concentración de CO₂ y por lo tanto menor pH sanguíneo.

CONCLUSIONES

1. En un hospital de tercer nivel la prevalencia del SIRA leve y severo es mayor a la reportada en literatura internacional.
2. El género mas afectado en nuestra población corresponde con el sexo masculino.
3. La escala pronostica de mortalidad SOFA tuvo mayor fuerza de asociación a la presión de distensión pulmonar.
4. Los criterios de severidad que se asociaron en forma lineal con la presión de distensión pulmonar fueron el CO₂ arterial y el pH sanguíneo, mientras que, de manera inversamente proporcional lo hizo la distensibilidad pulmonar.
5. Se debe de reforzar la campaña para el diagnóstico y prevención del SIRA, así como el uso de parámetros ventilatorios predictores de severidad y pronóstico que guíen el manejo y la toma de decisiones, así como la prevención de complicaciones.
6. Se considera que la muestra es demasiado pequeña para un mejor análisis estadístico por lo que consideramos que se le de seguimiento para ampliar el universo de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. Acute respiratory distress in adults. *Lancet*. 1967; 2(7511):319-323.
2. Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute Respiratory Distress Syndrome Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA*. 2018;319(7):698–710.
3. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS: definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149(3, pt. 1): 818-24.
4. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al; ARDS Definition Task Force: Acute respiratory distress syndrome: The Berlin Definition. *JAMA* 2012; 307:2526–2533.
5. Guerin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013;368(23): 2159-2168.
6. Bellani G, Laffey JG, Pham T, et al: Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA* 2016; 315:788–800.
7. Narendra D, Hess D, Sessler C, Belete H, Guntupalli K, Khusid F, et al. Update in Management of Severe Hypoxemic Respiratory Failure. *CHEST* 2017; 152(4):867-879.
8. Nieman GF, Gatto LA, Habashi NM. Impact of mechanical ventilation on the pathophysiology of progressive acute lung injury. *J Appl Physiol*. 2015;119:1245–61.
9. Aggarwal NR, King LS, D’Alessio FR. Diverse macrophage populations mediate acute lung inflammation and resolution. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2014;306: L709-L725.
10. Perlman CE, Lederer DJ, Bhattacharya J. Micromechanics of alveolar edema. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2011;44:34–9.
11. Suratt B, Parsons P. Mechanisms of Acute Lung Injury/Acute Respiratory Distress Syndrome. *Clin Chest Med* 2006;27:579–589.

12. Chiappero GR, Villarejo F. Ventilación mecánica: Libro del comité de neumología crítica de SATI. 2ª ed. Ciudad autónoma de Buenos Aires: médica panamericana; 2016.
13. Gattinoni L, Pesenti A. The concept of “baby lung”. *Intensive Care Med.* 2005; 31:776–784
14. Dantzker DR, Brook CJ, Dehart P, et al. Ventilation-perfusion distributions in the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1979; 120:1039.
15. Gattinoni L, Pesenti A, Avalli L, et al. Pressure-volume curve of total respiratory system in acute respiratory failure. Computed tomographic scan study. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136:730.
16. Melot C, Naeije R, Mols P, et al. Pulmonary vascular tone improves pulmonary gas exchange in the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136:1232.
17. Rocco PR, Dos Santos C, Pelosi P. Lung parenchyma remodeling in acute respiratory distress syndrome. *Minerva Anesthesiol.* 2009 Dec;75(12):730-40.
18. Nieman G, Andrews P, Satalin J, Wilcox K, Kollisch-Singule M, Madden M et al. Acute lung injury: how to stabilize a broken lung. *Critical Care.* 2018;22(1):136.
19. Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute respiratory distress syndrome: advances in diagnosis and treatment. *JAMA.* 2018;319(7):698-710.
20. Gattinoni L, Marini J, 1; Marini, Quintel M. Time to Rethink the Approach to Treating Acute Respiratory Distress Syndrome. *JAMA.* 2018;319(7):664-666.
21. Delclaux C, L'Her E, Alberti C, Mancebo J, Abroug F, Conti G, et al. Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2000;284:2352–60.
22. Kangelaris KN, Ware LB, Wang CY, Janz DR, Zhuo H, Matthay MA, et al. Timing of intubation and clinical outcomes in adults with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2016;44:120–9.
23. Girardis M, Busani S, Damiani E, Donati A, Rinaldi L, Marudi A, et al. Effect of conservative vs conventional oxygen therapy on mortality among patients in an

- intensive care unit: the Oxygen-ICU randomized clinical trial. *JAMA*. 2016;316:1583–9.
24. 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.
 25. Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa EL, Schoenfeld DA, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372:747–55.
 26. Hodgson C, Goligher EC, Young ME, Keating JL, Holland AE, Romero L, et al. Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;11:CD006667.
 27. Caironi P, Cressoni M, Chiumello D, Ranieri M, Quintel M, Russo SG, et al. Lung opening and closing during ventilation of acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;181:578–86.
 28. Goligher EC, Kavanagh BP, Rubenfeld GD, Adhikari NK, Pinto R, Fan E, et al. Oxygenation response to positive end-expiratory pressure predicts mortality in acute respiratory distress syndrome. A secondary analysis of the LOVS and ExPress trials. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190:70–6.
 29. Rittayamai N, Katsios CM, Beloncle F, Friedrich JO, Mancebo J, Brochard L. Pressure-controlled vs volume-controlled ventilation in acute respiratory failure: a physiology-based narrative and systematic review. *Chest*. 2015;148:340–55.
 30. Comroe JH. *Physiology of respiration; an introductory text*. 2nd ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1974.
 31. Albert RK. The role of ventilation-induced surfactant dysfunction and atelectasis in causing acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;185:702–8.
 32. Lutz D, Gazdhar A, Lopez-Rodriguez E, Ruppert C, Mahavadi P, Gunther A, Klepetko W, Bates JH, Smith B, Geiser T, et al. Alveolar derecruitment and collapse induration as crucial mechanisms in lung injury and fibrosis. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2015;52:232–43.

ANEXO 1

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROTOCOLO: PRESIÓN DE DISTENSIÓN PULMONAR Y SU ASOCIACIÓN CON ESCALAS PRONOSTICAS DE MORTALIDAD Y CRITERIOS DE SEVERIDAD EN PACIENTES CON SIRA Y VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA POR PRESIÓN.

No. Folio: _____.

Nombre: _____.

No. De Afiliación: _____.

Edad: _____ años.

Género:

1) _____ Masculino

2) _____ Femenino.

SIRA Pulmonar: _____ SIRA extrapulmonar: _____, Cual: _____.

Escalas pronósticas de mortalidad:

SOFA: _____

Mortalidad estimada: _____ (%)

APACHE II: _____

Mortalidad estimada: _____ (%)

Criterios de severidad:

pH: _____

paCO₂: _____

paO₂: _____

paO₂:FiO₂: _____

Distensibilidad: _____

Severidad del SIRA:

_____ (Leve paO₂:FiO₂ 200-300)

_____ (moderada paO₂:FiO₂ 100-200)

_____ (Severo paO₂:FiO₂ <100)

P max _____ **PEEP** _____

ΔP, presión de distensión pulmonar: _____.

Anexo 2

“Carta de consentimiento informado para participación en protocolos de investigación (adultos)”



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN
Y POLÍTICAS DE SALUD
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

Carta de consentimiento informado para participación en protocolos de
investigación (adultos)

**PRESIÓN DE DISTENSIÓN PULMONAR Y SU ASOCIACIÓN CON ESCALAS
PRONOSTICAS DE MORTALIDAD Y CRITERIOS DE SEVERIDAD EN PACIENTES
CON SIRA Y VENTILACIÓN MECÁNICA CONTROLADA POR PRESIÓN**

Nombre del estudio:	
Patrocinador externo (si aplica)*:	
Lugar y fecha:	HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CMN SIGLO XXI
Número de registro institucional:	
Justificación y objetivo del estudio:	
Procedimientos:	RECOLECCIÓN DE DATOS DEL EXPEDIENTE CLÍNICO
Posibles riesgos y molestias:	NINGUNO
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	
Participación o retiro:	
Privacidad y confidencialidad:	

Declaración de consentimiento:

Después de haber leído y habiéndome explicado todas mis dudas acerca de este estudio:

No acepto que mi familiar o representado participe en el estudio.

Si acepto que mi familiar o representado participe y que se tome la muestra solo para este estudio.

Si acepto que mi familiar o representado participe y que se tome la muestra para este estudios y estudios futuros, conservando su sangre hasta por ____ años tras lo cual se destruirá la misma.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

Investigadora o Investigador Responsable: DR. JESÚS MANUEL PONCE SÁNCHEZ
Colaboradores: DRA. LAURA ROMERO GUTIERREZ

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comité de Ética de Investigación en Salud del CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, correo electrónico: comité.eticainv@imss.gob.mx

Si durante su participación en el estudio, identifica o percibe alguna sensación molesta, dolor, irritación, alteración en la piel o evento que suceda como consecuencia de la toma o aplicación del tratamiento, podrá dirigirse a: Área de Farmacovigilancia, al teléfono (55) 56276900, ext. 21222, correo electrónico: iris.contreras@imss.gob.mx

Nombre y firma de ambos padres o tutores o representante legal

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 1

Testigo 2

Nombre, dirección, relación y firma

Nombre, dirección, relación y firma

Clave: 2810-009-013