



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**ASOCIACIÓN ENTRE LA VARIABILIDAD DE PODER MECÁNICO Y LA
PROGRESIÓN A MODALIDAD VENTILATORIA PRESIÓN SOPORTE EN EL
PACIENTE CRÍTICO**

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA CRÍTICA**

**PRESENTA:
JOSE LUIS SANCHEZ CAMPERO**

**TUTOR DE TESIS
JEAN PAUL VAZQUEZ MATHIEU**

**HUIXQUILUCAN, ESTADO DE MÉXICO, 21 DE OCTUBRE DE 2019
HOSPITAL ÁNGELES LOMAS**



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.

AGRADECIMIENTOS:

Dr. Alfredo Felipe Sierra Unzueta. Profesor Titular del Curso de Medicina Crítica, Jefe de la Unidad de Terapia Intensiva, Cuidados Coronarios y Cuidados Intermedios del Hospital Ángeles Lomas.

Dr. Jean Paul Vázquez Mathieu. Profesor Adjunto del curso de Medicina Crítica, Adscrito a la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Ángeles Lomas.

Dr. Erick Vidal Andrade. Profesor Asociado del curso de Medicina Crítica, Adscrito a la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Ángeles Lomas.

Dr. Jovanhy Castillo Amador. Profesor Asociado del curso de Medicina Crítica, Adscrito a la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Ángeles Lomas.

DEDICATORIA

Concédeme la serenidad para aceptar todo aquello que no puedo cambiar, fortaleza para cambiar lo que soy capaz de cambiar y sabiduría para entender la diferencia.

A mis padres Ma. Elena y Abraham, por ser la luz en los momentos oscuros, la esperanza en mis malos momentos y el coraje cuando el miedo me superaba. Por ser mi guía en la vida, mi ejemplo a seguir y mi motivación para ser hoy quien soy.

A mi esposa, Dra. Mariana Figueroa, por tu amor, paciencia, y apoyo a culminar este camino. Por darme el mejor regalo que se puede dar a una persona: creer en mi. Por tus palabras de aliento y comprensión que son únicas en el mundo, por hacerme sentir bien cuando las cosas parecen ir mal, por siempre estar ahí, por ser mi novia, mi esposa, mi mejor amiga, por el gran equipo que somos desde que estamos juntos.

A mi hermana Lorena Aidee por sus palabras durante todos estos años. Por enseñarme a sonreír al máximo y disfrutar la vida como si cada día fuese el último.

A la Dra. Paula y Dr. Fernando, por brindarme su confianza, su apoyo incondicional, su compañía, su amistad. Por darme el mejor regalo, mi motivación, mi fuerza: "Mi esposa".

Al Dr. Jovanhy Castillo, por ser mi maestro y amigo. Por todas las enseñanzas, por permitirme aprender de usted, por mostrarme que a cada instante se puede saber aun mas, por ayudarme a descubrir mis fortalezas y potenciar mis habilidades.

A Mili y Kimmy por llenar mis días de felicidad desde que llegaron a mi vida.

Gracias.

ÍNDICE:

I.	Resumen	5
II.	Marco teórico	6
III.	Planteamiento del problema	18
IV.	Pregunta de investigación	20
V.	Justificación	21
VI.	Hipótesis	22
VII.	Objetivos	23
VIII.	Material y métodos	24
	Criterios de inclusión	24
	Criterios de exclusión	24
	Criterios de eliminación	24
	Materiales	24
	Diseño y tipo de estudio	25
	Población de estudio	25
	Variables del estudio	26
	Análisis estadístico	29
	Descripción operativa del estudio	30
IX.	Consideraciones éticas	32
X.	Cronograma de actividades	33
XI.	Resultados	34
XII.	Discusión	42
XIII.	Conclusión	44
XIV.	Referencias bibliográficas	45
	Anexos.	
XIV.	Hoja de recolección de información	48

I. RESUMEN

El poder mecánico es la energía entregada en un tiempo específico al sistema respiratorio, expresada por minuto (J/min). Comprende la elastancia del sistema respiratorio, la resistencia de la vía aérea y la presión positiva al final de la vía aérea basada en la ecuación del movimiento del sistema respiratorio. Se sabe actualmente que un valor por encima de 12 J/min se asocia a desarrollo de lesión pulmonar como complicación asociada a ventilación mecánica, así como con capacidad predictiva para días libres de ventilación. El presente estudio pretende identificar si existe una asociación entre la variabilidad de poder mecánico (VPM) y la progresión a modalidad presión soporte en el paciente crítico.

Material y métodos: estudio observacional, prospectivo, longitudinal, descriptivo. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años bajo ventilación mecánica invasiva, o que ameritarán ventilación mecánica invasiva durante su internamiento por un mínimo de 24 horas. Se recabaron variables demográficas, de oxigenación, ventilación mecánica, cálculo de poder mecánico, variabilidad de poder mecánico, días de ventilación mecánica, estancia en UTI y predicción de mortalidad.

Resultados: Curva ROC con un Área bajo la curva de 0.745, identificando un valor de corte de VPM de 9.5% con una sensibilidad del 94.4 % y una especificidad del 58.3% para progresión de ventilación mecánica a presión soporte. Acorde al punto de corte de variabilidad de poder mecánico por encima de 9.5, con un total de 17 pacientes de progresión exitosa, días de Ventilación mecánica 5.04 ± 3 , Días de estancia en UTI 8 ± 4.3 Variabilidad de Poder mecánico por debajo de 9.5%, para progresión fallida 4 pacientes. Días de ventilación mecánica 4.4 ± 1.9 , días de estancia en UTI 12 ± 4 . Correlación de Pearson para variabilidad de poder mecánico y predicción de mortalidad de -0.330 , -0.282 con los días de ventilación mecánica y -0.240 para días de estancia en UTI.

Conclusión: existe asociación entre la variabilidad de poder mecánico y la progresión de modalidad ventilatoria a presión soporte en el paciente crítico.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

El poder mecánico (PM) ha sido estudiado desde hace algunos años por diversos autores. En un inicio, tras la evaluación por Massimo Cressoni mediante estudios experimentales en modelos animales, con el objeto de determinar el umbral para desarrollo de lesión pulmonar asociada a ventilación mecánica, protocolo realizado en Roma, Italia. En dicho estudio se sometió a modelos animales bajo ventilación con mediciones de variables mecánicas cada 6 horas y estudios de tomografía torácica para determinaciones de edema pulmonar secundario, identificado ocupaciones densas en los campos pulmonares, con un total de 54 horas bajo ventilación mecánica, se aplicó eutanasia con KCL a los modelos animales y se realizó necropsia para toma de muestras pulmonares para estudio histopatológico (6).

Cressoni define poder mecánico como la energía entregada al sistema respiratorio por unidad de tiempo J/min. Se identificó que un poder mecánico por encima de 12 J/min genera lesión pulmonar secundaria identificada por cambios tomográficos quienes desarrollaron edema pulmonar. Así como mediante reporte histológico con presencia de membranas hialinas, rotura alveolar, e infiltrados alveolares e intersticiales. Determinando que si el poder mecánico es excesivo, las uniones químicas de la composición de polímeros de la matriz extracelular puede ser lesionada (6).

Gattinoni estableció los principios sobre el cálculo de poder mecánico derivado de la ecuación de movimiento, la fórmula del mismo, y evaluando el poder mecánico en pacientes con ARDS. Ya que dicha ecuación provee resultados muy similares a los obtenidos experimentalmente mediante el análisis de curvas de presión volumen, así como la ventaja de contar con una ecuación matemática que contribuya a la identificación y determinación de los diferentes componentes en la

ventilación mecánica que anticipe los efectos secundarios a cambios en estas variables (5).

Tonetti mediante su estudio sobre el Driving Pressure y poder mecánico como nuevos objetivos para prevención de lesión pulmonar asociada a ventilación mecánica. Dentro de sus causas asociadas, en términos de presión, volumen, flujo, y frecuencia respiratoria como variables determinantes, así como la interacción entre la ventilación mecánica y el parénquima pulmonar (8). Establece que el uso del poder mecánico como predictor o marcador de lesión pulmonar por ventilación mecánica con repercusiones matemáticas, fisiológicas y conceptualmente evidentes, explicando que es necesaria identificar una forma de normalizar el poder mecánico al tamaño del pulmón y el grado de inhomogeneidad, así como de encontrar un umbral de poder mecánico podría guiar un empleo adecuado de ventilación mecánica (8).

Recientemente en el estudio del Dr. Ulises Cerón donde se ha identificado que el poder mecánico se correlaciona de manera inversa con los días libres de ventilación mecánica, y con capacidad predictiva para días libres de ventilación mecánica invasiva con punto de corte de 13 J/min (4).

Un reciente estudio del Dr. Monares donde determina la posibilidad de calcular el poder mecánico mediante un modelo matemático en pacientes con ventilación mecánica en modalidad espontánea - Asistida proporcional (VAP) y la identificación del descenso de los niveles de poder mecánico en esta modalidad (14).

El poder mecánico ventilatorio se define como la energía entregada en un tiempo específico, expresada por minuto (J/min). Así como la función de la presión transpulmonar, el volumen tidal (V_T) y la frecuencia respiratoria.

Este poder mecánico actúa directamente sobre el tejido pulmonar, es decir la matriz extracelular deformando las células epiteliales y endoteliales ancladas a el (6).

Dependiendo de la cantidad de poder mecánico aplicado, las alteraciones del parénquima pulmonar pueden incluir desde una rotura mecánica hasta una reacción inflamatoria con activación de neutrófilos, macrófagos y células epiteliales o endoteliales(6).

Los componentes del poder mecánico son los siguientes:

Elastancia del sistema respiratorio: es decir, la potencia asociada con el volumen tidal / driving pressure, asume una curva lineal de presión-volumen (5).

Resistencia de la vía aérea: es la energía asociada al movimiento de gas (5).

Presión positiva al final de la vía aérea: el tercer componente de la ecuación es igual a la energía necesaria para superar, a lo largo de toda la fase inspiratoria, la tensión de las fibras debido a la PEEP (5).

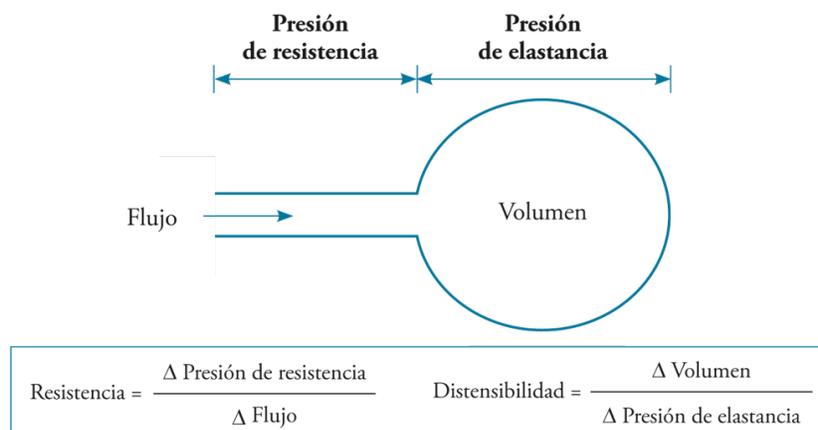
Se puede deducir que la ecuación del poder mecánico deriva de la ecuación del movimiento del sistema respiratorio.

Ecuación del movimiento del sistema respiratorio:

La presión en cada momento en el sistema respiratorio tiene un componente elástico, necesario para la distensión del parénquima pulmonar, un componente resistivo, necesario para hacer avanzar el flujo de aire contra las resistencias de la vía aérea, y un componente inercial, debido a los cambios en el parénquima pulmonar causados por la aceleración del volumen (26).

Durante la inspiración, un ventilador mecánico genera presión positiva en el interior de la vía aérea para suplir la fase activa del ciclo respiratorio. A esta presión creada por la máquina se opone otra de diferente magnitud, relacionada por una parte con la resistencia al flujo aéreo ofrecida por el árbol traqueobronquial, y por otra con la fuerza de retracción elástica del parénquima pulmonar y la pared torácica (26).

Las interacciones del ventilador y el paciente están gobernadas por la ecuación de movimiento, la cual establece que la presión requerida para insuflar los pulmones (PT) depende de las propiedades resistivas (PR) y elásticas (PE) del sistema respiratorio(26):



Las propiedades resistivas vienen determinadas por el flujo inspiratorio (\dot{V}) y la

resistencia de las vías aéreas (R), mientras que las propiedades elásticas dependen de la distensibilidad toracopulmonar (C) y del volumen circulante (VT) (26).

$$PR = \dot{V} \times R$$

$$PE = VT / C.$$

Por consiguiente, la presión que el ventilador debe vencer para entregar un volumen de gas está determinada por el flujo inspiratorio, la resistencia de la vía aérea, el volumen circulante y la distensibilidad (26):

$$PT = (\dot{V} \times R) + (VT / C).$$

Por otro lado, la presión total de insuflación (PT) resulta de la combinación de la presión generada por el ventilador (Pvent) y la presión generada por los músculos respiratorios (Pmus) (26):

$$PT = Pvent + Pmus.$$

Sustituyendo PT por sus componentes, la ecuación de movimiento puede expresarse de la siguiente forma (26):

$$Pvent + Pmus = (\dot{V} \times R) + (VT / C).$$

$$P = (E_{rs} \cdot \Delta V) + (F \cdot R_{aw}) + PEEP$$

× ΔV

$$Power_{rs} = 0,098 \cdot RR \cdot \left\{ \Delta V^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot E_{rs} + RR \cdot \frac{(1 + I:E)}{60 \cdot I:E} \cdot R_{aw} \right] + \Delta V \cdot PEEP \right\}$$

Distend the lung

Move the gas

Keep open

$\frac{n \text{ breaths}}{\text{time}}$

×

ENERGY to ...

En cualquier momento, la presión en el sistema respiratorio (P) es igual a la suma de la presión elástica (elastancia del sistema respiratorio “Ers” por el cambio en el volumen pulmonar) más la presión necesaria para mover los gases (flujo F por la resistencia de las vías respiratorias), más la presión (si la hay) para mantener la presión pulmonar por encima de la presión atmosférica al final de la espiración (PEEP) (8).

Si cada uno de estos tres componentes se multiplica por el cambio en el volumen pulmonar ΔV, se obtiene la energía por respiración (8).

Si se multiplica por la frecuencia respiratoria, se obtiene la ecuación del poder correspondiente (8).

0.098 es el factor de conversión de litros / cmH2O a Joules (J) (8).

I: E es la relación inspiratorio-espriatoria, PEEP la presión positiva al final de la espiración, poder mecánico del sistema respiratorio, Frecuencia respiratoria: RR, ΔV: cambio o variación de volumen. Raw: resistencia de vía aérea (8).

De la fórmula anterior, es posible calcular los efectos de cambiar cualquier variable (volumen tidal, driving pressure, frecuencia respiratoria, resistencia) en la potencia mecánica aplicada al sistema respiratorio.

FÓRMULA SIMPLIFICADA DE PODER MECÁNICO:

$$0.098 \times Fr \times \text{Volumen Tidal} \times (P. \text{ pico} - (P. \text{ Plateau} - PEEP/2))$$

Se sabe que un poder mecánico por encima de 12 J/min en pacientes bajo ventilación mecánica desarrollaran lesión pulmonar, así como un mínimo en promedio de 7.13 J/Min para atelectrauma (3).

Se ha postulado que la lesión asociada a ventilación mecánica no se debe al volumen tidal en sí, sino al poder mecánico, es decir, producto del volumen tidal, presión de meseta y frecuencia respiratoria (6).

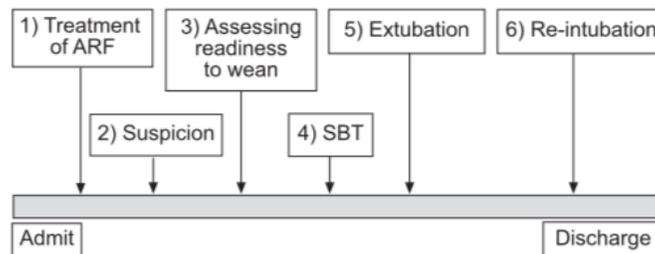
Si el poder mecánico es excesivo, los enlaces químicos de los polímeros que componen la matriz extracelular se pueden alterar, considerando como una especie de fatiga de la matriz extracelular, donde las microfracturas resultan de la aplicación cíclica de potencia mecánica por encima de un umbral determinado (6).

Además, las microfracturas de los polímeros de la matriz extracelular producen hialuronatos de bajo peso molecular, que pueden actuar como desencadenante tanto de una reacción inflamatoria como de procesos de reparación. Así como una correlación y la expresión de genes de interleucina 6 y anfiregulina (6).

Destete ventilatorio:

El retiro o destete de la ventilación mecánica puede definirse como el proceso a través del cual ocurre la transferencia gradual al paciente del trabajo respiratorio realizado por el ventilador mecánico, proceso en el que el paciente asume de nuevo la respiración espontánea y consta de dos procesos: el destete del soporte ventilatorio mecánico y el retiro o liberación de la vía aérea artificial (4).

El primero puede evaluarse mediante pruebas para determinar si el paciente puede sostener una ventilación espontánea, el segundo es evaluado una vez que el paciente pasa la prueba de ventilación espontánea, verificando la capacidad del mismo para mantener los mecanismos de protección de la vía aérea como toser y eliminación de secreciones (4).



- 1) Tratamiento de la causa que originó falla respiratoria aguda.
- 2) Sospecha: ¿es posible iniciar destete?
- 3) Evaluación para el inicio del destete.
- 4) Prueba de ventilación espontánea.
- 5) Extubación.
- 6) Re intubación.

Falla de Destete:

Falla a prueba de ventilación espontánea o necesidad de re intubación dentro de las primeras 48 hrs. post extubación.

- $PaO_2 < 50 - 60$ mmHg o $Fio_2 > 50\%$ o $SO_2 < 90\%$.
- $PaCO_2 > 50$ mmHg o un incremento en la $PaCO_2 > 8$ mmHg.
- $pH < 7.32$ o un descenso en $pH > 0.07$ unidades de pH.
- $Fr/VT > 105$ respiraciones/min/L.
- $FR > 35$ respiraciones/minuto, o incremento en más del 50%.
- $FC > 140$ latidos/min o incremento en más del 20%.
- $PAS > 180$ mmHg o incremento por más de 20%.
- $PAS < 90$ mmHg.
- Arritmias cardíacas.

Entre los pacientes que reciben ventilación mecánica, la preparación para la extubación y liberación del soporte ventilatorio son evaluados con una prueba de ventilación espontánea. Diariamente la evaluación de la función respiratoria mediante la prueba de ventilación espontánea, se asocia con una duración más corta de la ventilación mecánica. Después de una prueba de ventilación espontánea y la extubación, 10 a 25% de los pacientes requieren re intubación y la re intubación como mencionado previamente está asociado a una mayor mortalidad (23).

Los modos más comunes de prueba de ventilación espontánea son la pieza en T y la ventilación con presión soporte, durando entre 30 minutos y 2 horas. No existen diferencias en la tasa de éxito a la extubación entre 2 horas de presión soporte y 2 horas con pieza en T, entre 30 minutos de ventilación con pieza en T contra 2 horas, o entre presión soporte por 30 minutos contra dos horas. A pesar de que una prueba de ventilación espontánea más corta es mejor tolerada, no hay evidencia de que

resulte en un mayor éxito en la tasa de extubación. Algunos pacientes en los cuales la prueba de ventilación espontánea con pieza en T ha fallado, podría haber sido exitosamente extubado posteriormente a una prueba de ventilación espontánea con presión soporte(23).

Un reciente meta análisis sugiere que la prueba de ventilación espontánea con pieza en T es el método óptimo para evaluar la preparación del destete. Sin embargo otro metanálisis encontró que mediante la modalidad presión soporte resultó en mayores tasas de éxito en la extubación que con la pieza en T. Además la última guía de la American Thoracic Society para destete ventilatorio recomienda prueba de ventilación espontánea con presión soporte con moderada calidad de evidencia(23).

El reciente estudio clínico randomizado sobre el efecto de la presión soporte y la pieza en T como prueba de ventilación espontánea, se encuentra que entre los pacientes con ventilación mecánica, una prueba de ventilación espontánea que conste de 30 minutos de presión soporte comparado con 2 horas de pieza en T, conlleva a tasas significativamente más altas en éxito a la extubación, apoyados por el uso de una estrategia de ventilación más corta y con menos demanda(23).

EVALUACIÓN PARA INICIO DE DESTETE:

Evaluación clínica:

- Adecuado reflejo tusígeno
- Ausencia de secreción traqueo bronquial.
- Resolución de la fase aguda por la cual el paciente se encuentra intubado

Mediciones objetivas:

- Estabilidad clínica

- Estatus cardiovascular estable:
 - FC < 140 lpm.
 - PAS 90 a 160 mmHg.
 - Auscencia o niveles mínimos de vasopresor.

- Adecuada oxigenación
 - SO₂ >90% con Fio₂ < 40% o Pao₂/FIO₂ > 150 mmHg.
 - PEEP < 8 cmH₂O.

- Adecuada función pulmonar
 - FR < 35 rpm.
 - NIF < -20 a -25 cmH₂O.
 - VT > 5 ml/kg.
 - CV > 10 ml/kg.
 - FR/VT < 105 respiraciones/min/L.
 - Sin acidosis respiratoria significativa.

- Adecuado estado neurológico
 - Sin sedación o paciente neurológicamente estable.

- Evaluación clínica e índices subjetivos
 - Agitación y ansiedad.
 - Depresión de estado mental.
 - Diaforesis.
 - Cianosis.
 - Evidencia de incremento de esfuerzo.
 - Incremento de actividad de músculos accesorios.

- Signos faciales o diestres.
- Disnea.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Día a día ingresan a las Unidades de Terapia Intensiva (UTI) mayor cantidad de pacientes que requieren asistencia mecánica respiratoria.

Los reportes internacionales refieren que poco más de 50% del total de ingresos llegan a requerir soporte ventilatorio mecánico, lo que varía según el tipo de UTI, del hospital, así como de las características demográficas y ciclos epidemiológicos.

La mayoría de los pacientes que requieren ventilación más 24 horas y mejoran, pueden ser extubados tras la primera prueba de ventilación espontánea. Una gran parte de ellos son extubados entre los 2 y 4 días de su instauración, pero hasta un 25% permanecen ventilados mecánicamente más de 7 días.

El retiro de la ventilación mecánica puede definirse como el proceso a través del cual ocurre la transferencia gradual al paciente del trabajo respiratorio realizado por el ventilador mecánico, momento en el que el paciente asume de nuevo la respiración espontánea y consta de dos procesos: el destete del soporte ventilatorio mecánico y el retiro o liberación de la vía aérea artificial.

Se ha dejado en claro que la extubación segura no está de ninguna manera garantizada al reportar que un tercio de las complicaciones en el manejo de la vía aérea se producen durante la extubación con una tasa de mortalidad de 5%. El problema más común suele ser la obstrucción de la vía aérea por causas tales como el edema laríngeo y laringoespasma, de acuerdo con su informe los factores que contribuyen con mayor frecuencia a estos resultados son no prever el riesgo al momento de la extubación, mala planificación del manejo después de la intubación, así como complicaciones asociadas al manejo de la ventilación mecánica como son volutrauma, atelectrasia, biotrauma y ergotrauma. Recientes estudios se ha hecho énfasis sobre la medición del poder mecánico definido como la energía entregada en un tiempo específico al sistema pulmonar, encontrando que un valor por encima de 12 J/min se asocia a desarrollo de lesión pulmonar como complicación asociada

a ventilación, así como con capacidad predictiva para días libres de ventilación, recientemente en asociación con la mortalidad. Día a día dentro de la valoración del paciente crítico se evalúan distintas variables desde clínicas, así como paraclínicas y variables sobre el manejo del paciente, como son en la hemodinamia, ventilación mecánica, etc. Dentro de estas últimas la tendencia y medición de cada una de estas variables, así como cálculo de poder mecánico y la variabilidad de poder mecánico pudiera ofrecernos información valiosa sobre la evolución del paciente, así como probablemente la adecuada progresión de la ventilación mecánica.

IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe una asociación entre la variabilidad de poder mecánico y la progresión de la modalidad ventilatoria a presión soporte en el paciente crítico?

V. JUSTIFICACIÓN

Parte de los pacientes ingresados en la UCI ya sea bajo ventilación mecánica o que ameritan nuevamente intubación llegan a ser extubados entre los 2 y 4 días de su instauración, pero hasta un 25% permanecen ventilados mecánicamente más de 7 días. El reto es mejorar la desconexión de los pacientes que fracasan (3). El retiro de la ventilación mecánica es un elemento esencial en el cuidado de los pacientes críticamente enfermos el cual dependerá de diversas situaciones como el motivo del manejo avanzado de vía aérea, así como de las propias comorbilidades y complicaciones potenciales intrahospitalarias. Dado que el poder mecánico implica la energía entregada al sistema pulmonar, nos indicaría de manera indirecta la necesidad, requerimiento e incluso dependencia del paciente por la ventilación mecánica durante su estancia. Ante lo previamente mencionado podemos inferir que de encontrar una variabilidad de poder mecánico que se asocie al éxito o fracaso en la progresión a modalidad presión soporte en el paciente crítico, tendríamos una herramienta que nos ayude a confirmar que el sistema respiratorio ha mejorado y de esta forma, contribuya a predecir un mejor pronóstico para tolerar el retiro de la misma, auxiliándonos en la toma de ciertas decisiones clínicas, lo que conllevaría a una disminución en días de ventilación mecánica, complicaciones asociadas a la misma, estancia en la UTI y secundario a esto la sobrevida del paciente.

VI. HIPÓTESIS

Hipótesis nula: La progresión de modalidad ventilatoria a presión soporte en el paciente crítico no se asocia a la variabilidad de poder mecánico.

Hipótesis alterna: La progresión de la modalidad ventilatoria a presión soporte en el paciente crítico se asocia a la variabilidad de poder mecánico.

VII. OBJETIVOS

Objetivo General:

- 1) Identificar si existe asociación entre la variabilidad de poder mecánico y la progresión de modalidad ventilatoria a presión soporte en el paciente crítico.

Objetivos particulares:

- 1) Identificar el punto de corte de la variabilidad que se asocia a la progresión exitosa y fallida de modalidad ventilatoria en presión soporte.
- 2) Correlación entre la variabilidad de poder mecánico y los días de ventilación mecánica.
- 3) Correlación entre la variabilidad de poder mecánico y la estancia en UTI.
- 4) Correlación entre la variabilidad de poder mecánico y la predicción de mortalidad en UTI.

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

Criterios de inclusión:

- Edad >18 años
- Bajo ventilación mecánica invasiva o que amerite intubación endotraqueal dentro de la unidad.
- Motivo de intubación por patología pulmonar o que desarrollen patología pulmonar.
- Que curse con ventilación mecánica como mínimo de 24 horas.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con Traqueostomía

Criterios de eliminación:

- Defunción previo a extubación
- Traslado
- Limitación de esfuerzo terapéutico.

Material y métodos:

Materiales:

- Recursos Materiales: Bolígrafo, hoja de recolección de datos, calculadora convencional, Computadora MAC, Software Microsoft EXCEL, Microsoft WORD, MAC PAGES, MAC KEYNOTE, MAC NUMBERS, SPSS Statics (IMB) versión 25. Impresora.

- Recursos Humanos: Médicos residentes de Terapia intensiva, médico adscrito de Terapia intensiva.

Diseño y tipo de estudio:

- Observacional
- Prospectivo
- Longitudinal
- Descriptivo.

Población de estudio:

Paciente crítico bajo ventilación mecánica invasiva, o que amerite ventilación mecánica invasiva, atendido en la Unidad de Terapia intensiva del Hospital Ángeles Lomas.

VARIABLES del estudio:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	CRITERIO	TIPO DE VARIABLE
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Años	Cuantitativa Discreta
Género	Condición orgánica que distingue a los machos de las hembras.	Masculino Femenino	Cualitativa Nominal - Dicotómica
Frecuencia cardiaca	Número de latidos cardiacos por minuto.	Latidos por minuto	Cuantitativa Discreta
Frecuencia respiratoria	Número de respiraciones por minuto.	Respiraciones por minuto	Cuantitativa Discreta
Tensión arterial	Cantidad de presión que se ejerce en las paredes de las arterias al desplazarse la sangre por ellas.	Milímetros de mercurio	Cuantitativa Continua
Tensión arterial media	Es el producto de 2 veces la Tensión arterial diastólica mas la tensión arterial sistólica entre 3	Milímetros de mercurio	Cuantitativa Continua

Modalidad ventilatoria	Patrón predeterminado de interacción entre el paciente y el ventilador	Asistido, Controlado, Asisto-controlado, Presión soporte.	Nominal Politónica
Fracción inspirada de oxígeno	Concentración o proporción de oxígeno en la mezcla del aire inspirado.	Porcentaje	Cuantitativa Discontinua
PEEP	Presión positiva al final de la espiración	cm H ₂ O	Cuantitativa Discontinua
Volumen Tidal	Volumen de aire prefijado por el operador que circula durante la inspiración.	ml.	Cuantitativa Discontinua
Presión Plateau	Presión generada durante una pausa inspiratoria después de la insuflación del volumen circulante y antes del final de la exhalación	cmH ₂ O	Cuantitativa Discontinua
Presión Pico	Presión máxima registrada durante la ventilación	cmH ₂ O	Cuantitativa Discontinua
Driving Pressure	Diferencia entre la presión alveolar al final de la inspiración (presión meseta) y el PEEP.	cmH ₂ O	Cuantitativa Discontinua
PaO ₂	Presión parcial de Oxígeno en sangre arterial	mmHg	Cuantitativa Continua
Índice de Kirby	Cociente entre Presión parcial de O ₂ y Fracción inspirada de O ₂	mmHg	Cuantitativa Discontinua

SO ₂	Porcentaje de oxígeno vinculado con la hemoglobina en los eritrocitos.	Porcentaje	Cuantitativa Discontinua
PaCO ₂	Presión parcial de Dióxido de carbono en sangre arterial	mmHg	Cuantitativa Continua
pH	Grado de acidez o basicidad de la sangre	-	Cuantitativa Discontinua
Poder Mecánico	Energía entregada en un tiempo específico, expresada por minuto (J/min).	J/min	Cuantitativa Continua
Diagnóstico etiológico	Señala la causa de la enfermedad	-	Cualitativa Nominal – Politónica
Diagnóstico sindromático	Agrupación de signos y síntomas de una enfermedad	-	Cualitativa Nominal – Politónica
Causa de manejo avanzado de vía aérea	Motivo por el cual se decide abordar intubación endotraqueal	-	Cualitativa Nominal – Politónica
SAPS III	Modelo pronóstico de mortalidad hospitalaria al ingreso a la UTI por sus siglas Simplified Acute Physiology Score III	número	Cuantitativa Discontinua

Análisis estadístico e interpretación de los datos:

Para el análisis de las variables como son edad, SAPS, parámetros ventilatorios, poder mecánico, días de estancia en UTI, se reportarán en promedios y desviación estándar.

Para el análisis de variables como son género, diagnóstico se expresarán en porcentajes.

Se realizará curva ROC para determinación de valor de corte de Variabilidad de poder mecánico asociado a progresión exitosa o fallida de modalidad ventilatoria a presión soporte, así como su sensibilidad y especificidad.

Coefficiente de correlación de Pearson para Variabilidad de poder mecánico con predicción de mortalidad, días de ventilación mecánica y días de estancia en UTI.

Chi cuadrada para prueba de asociación.

Descripción operativa:

1. Se reclutaron pacientes que ingresaron bajo ventilación mecánica o que ameritaran ventilación mecánica por un mínimo de 24 horas y bajo los criterios de inclusión previamente mencionados.
2. Las variables de ventilación mecánica, valores gasométricos y cálculos pertinentes para el calculo de poder mecánico se registrarón en la hoja de recolección de datos cada 6 a 8 horas.
3. Se extrajó el valor mas alto y mas bajo de poder mecánico durante las primeras 24 horas, el paciente se encontraba bajo ventilación mecánica controlada por volumen. El cálculo de Poder mecánico se realizó mediante la siguiente formula:

$$0.98 \times Fr \times \text{Volumen Tidal} \times (P. \text{ pico} - (P. \text{ Plateau} - PEEP/2))$$

4. Se calculó la variabilidad de poder mecánico acorde a los valores Máximo y mínino dentro de las primeras 24 horas, de cada uno de los pacientes mediante la siguiente formula:

$$((\text{Poder mecánico máximo} - \text{Poder mecánico mínimo} / \text{Poder mecánico máximo})) \times 100$$

5. Se catalogó como éxito o fracaso en la progresión de modalidad ventilatoria a presión soporte acorde a los criterios de la ATS.
6. Se dió seguimiento al paciente hasta que se extubó.

7. El resultado primario fué si existe asociación entre la variabilidad de poder mecánico y la progresión de modalidad a presión soporte.

8. Los resultados secundarios fueron Identificar el punto de corte de la variabilidad que se asoció a la progresión exitosa o fallida de modalidad ventilatoria a presión soporte. La correlación entre la variabilidad de poder mecánico y la estancia en UTI y la correlación entre la variabilidad de poder mecánico y la predicción de mortalidad en UTI.

IX. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo al reglamento en investigación en seres humanos, se aplica el artículo 17 considerada sin riesgos.

La confidencialidad se garantizó al desvincular los datos personales de acuerdo a la ética de los principios, estos se reflejan de la siguiente forma:

Autonomía: no aplica dado ser este un estudio basado en la recolección de datos por lo que no se requirió de consentimiento informado.

Beneficencia: la presente investigación y sus resultados, podrán proporcionar datos que ubiquen dentro de nuestro servicio la utilidad de la medición propuesta, lo que nos ayudara a la probable toma de decisiones clínicas durante la evolución del paciente crítico bajo ventilación mecánica.

No Maleficencia: la presente investigación no provoca ningún riesgo dado que la fuentes son obtenidas de los registros gasométricos, hojas de enfermería, y parámetros digitales de ventilador mecánico, además de que no se manipulara de ningún modo la información obtenida.

Justicia: todos los casos se analizaron y se recabó la información por igual.

Acudiendo al artículo 17 considerando este proyecto como investigación sin riesgo, haciendo referencia a estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio.

X. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

MES ACTIVIDAD	AGO 2018	SEP 2017	OCT 2018	NOV 2018	DIC 2018	ENE 2019	FEB 2019	MARZ 2019	ABR 2019	MAY 2019	JUN 2019
INVEST. BIBLIOG	+++	++++	++++								
DISEÑO DE ESTUDIO		++++	++++								
REVISIÓN COMITÉ		++++	++++	++++							
RECOLECCIÓN DE DATOS				++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
ANÁLISIS DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES											++++

XI. RESULTADOS

Se realizó un estudio observacional, prospectivo, longitudinal, descriptivo. En el periodo comprendido entre el 1 de Agosto de 2018 al 30 de Junio de 2019. Donde la población de estudio fueron los pacientes críticos bajo ventilación mecánica atendidos en la Unidad de Terapia intensiva del Hospital Ángeles Lomas, o que requirieran ventilación mecánica dentro de la UTI. Un total de 30 pacientes se incluyeron en el estudio

La población en general con una edad promedio de 61.8 años (+- 16.2), 18 hombres, y 11 mujeres, con variables de ventilación mecánica involucradas en el calculo de poder mecánico, con frecuencia respiratoria 20.1 (+- 3.4), PEEP 7.1 (+- 2.3), Presión Plateau 20.1 (+- 4.4), Presión pico 23.6 (+- 5.3), una Driving Pressure 13.1 (+- 3.8). Promedio de Poder mecánico de 14.8 (+- 3.9), y una variabilidad de poder mecánico de 25% (+- 14).

Parámetros de oxigenación con po_2 de 75.8 (+- 18), pCO_2 41.8 (+- 7.8), P/F 153.4 (+- 56.1),

Días de ventilación mecánica 4.9 (+- 2.9), y una estancia en UTI de 8-9 días (+- 6.5).

24 pacientes con etiología infecciosa de los cuales 23 fueron de origen bacteriano y solo uno viral. Así como 5 no infecciosos, 3 de origen cardiogénico y 2 pacientes de etiología por vasculitis y fármacos.

Se identificaron dos grupos: grupo con progresión de ventilación mecánica a presión soporte exitosa, y un grupo con progresión a presión soporte fallida acorde a los criterios de ATS.

Se realizo Curva ROC con un Área bajo la curva de 0.745, identificando un valor de corte de VPM de 9.5% con una sensibilidad del 94.4 % y una especificidad del 58.3%.

Valor predictivo positivo de 68%, Valor predictivo negativo de 80%.

Probabilidad post test positivo de 68.05 %, Probabilidad post test negativo de 20.63%. Razón de falsos negativos 5.56%.

Prevalencia (probabilidad pre test) de 60%, Potencia global del test 70%.

Razón de verosimilitud positiva 1.42, Razón de verosimilitud negativa 0.17, Odds ratio pre test 1.5, Odds ratio post test positivo 2.13, Odds ratio post test negativo 0.26. Razón de falsos positivos 66.67%.

Se aprecia acorde al punto de corte de variabilidad de poder mecánico por encima de 9.5, edad promedio de 64.1 (± 17.4), genero predominante masculino, así como etiología infecciosa. Con una predicción de mortalidad de 45.4 (± 16.2), mecánica respiratoria con Fr 20.4 (± 3.5), PEEP 7.1 (± 2.4), Meseta 20.5 (± 4.2), Driving pressure 13.4 (± 3.7), Poder mecánico 15.1 (± 3.2), Pico de 20.5 (± 4.2). Oxigenación con PaO₂: 74.6 (± 18.5), PaCO₂: 42 (± 7.9), PF 153 (± 56)

Variabilidad de Poder mecánico por debajo de 9.5 edad promedio de 55.8 (± 9.1), genero predominante femenino, etiología infecciosa. Con una predicción de mortalidad de 53.4 (± 14) Mayor respecto a grupo por encima de 9.5 de Variabilidad, mecánica respiratoria con Fr 18.3 (± 2.3), PEEP 7.8 (± 1.8), Meseta 19.4 (± 5.4), Driving pressure 11.4 (± 4.1), Poder mecánico 13.5 (± 3.2), Pico de 21.5 (± 5.2). Oxigenación con PaO₂: 81.6 (± 15.8), PaCO₂: 41 (± 7.5), PF 155 (± 52)

Para el objetivo primario con un total de 17 pacientes con variabilidad de poder mecánico por encima de 9.5 como prueba positiva, y solo 8 para fracaso a cambio de modalidad en presión soporte. Así mismo 1 paciente únicamente con éxito a la progresión con variabilidad por debajo de 9.5. Días de ventilación mecánica 5.4 (± 3) y días de estancia en UTI 8 (± 4) en el grupo de variabilidad de poder mecánico mayor a 9.5

Por otro lado en el grupo de variabilidad de poder mecánica por debajo de 9.5 días de ventilación mecánica de 4.4 (± 1.9) y días de estancia en UTI 12 (± 4)

Correlación de Pearson para variabilidad de poder mecánico y predicción de mortalidad de -0.330 , -0.282 con los días de ventilación mecánica y -0.240 para días de estancia en UTI.

Se aprecian los siguientes datos en grafica Boxplot para dos grupos de pacientes con éxito y fracaso a progresión ventilatoria.

Grupo de pacientes con progresión fallida Tamaño de población: 12 pacientes, Media aritmética: 18.5 Mediana: 15, Modas: 5, 6, 15., Menor valor: 5, Mayor valor: 51, Rango: 46, Rango intercuartílico: 23.5, Primer cuartil: 6, Tercer cuartil: 29.5, Varianza: 218.08, Desviación estándar: 14.76, Desviación cuartil: 11.75, Desviación media: 11.83

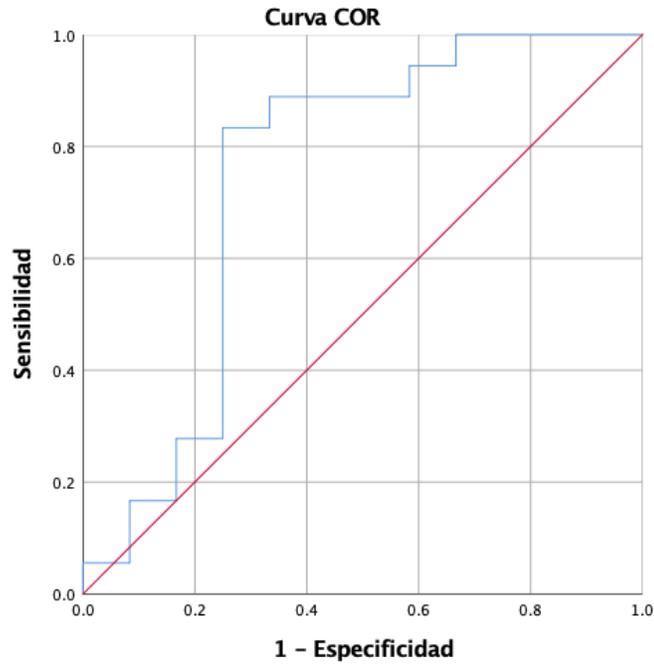
Grupo de pacientes para progresión exitosa Tamaño de población: 18 pacientes, Media aritmética: 29.6 Mediana: 29, Modas: 23, 29, 30., Menor valor: 8, Mayor valor: 57, Rango:49, Rango intercuartílico: 12.25, Primer cuartil: 23 Tercer cuartil: 35.25, Varianza: 137.12, Desviación estándar: 11.71, Desviación cuartil: 6.125, Desviación media: 8.345

Calculo de Chi cuadrada: 12.8, con VPP: 68% y VPN: 80%

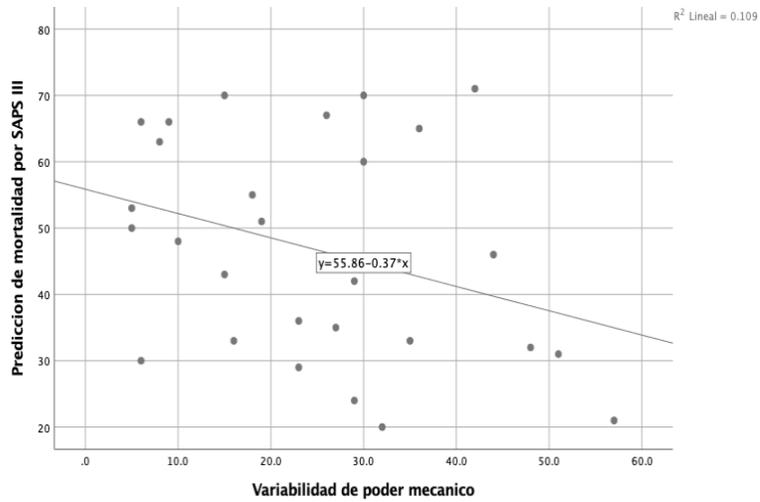
Razón de verosimilitud positivo 1.42, Razón de verosimilitud negativo 0.17, Odd ratio pre test 1.5, Odds ratio post test positive 2.13, Odds ratio post test negativo 0.26, Razón de falsos positivos 66.67%, Prevalencia (prob pre test) 60% Potencia global del test 70%, Probabilidad post test (positivo) 68.05%, Probabilidad post test (negativo) 20.63%, Razón de falsos negativos 5.56%.

Margen de error esperado 0.05, con un grado de libertad de 1

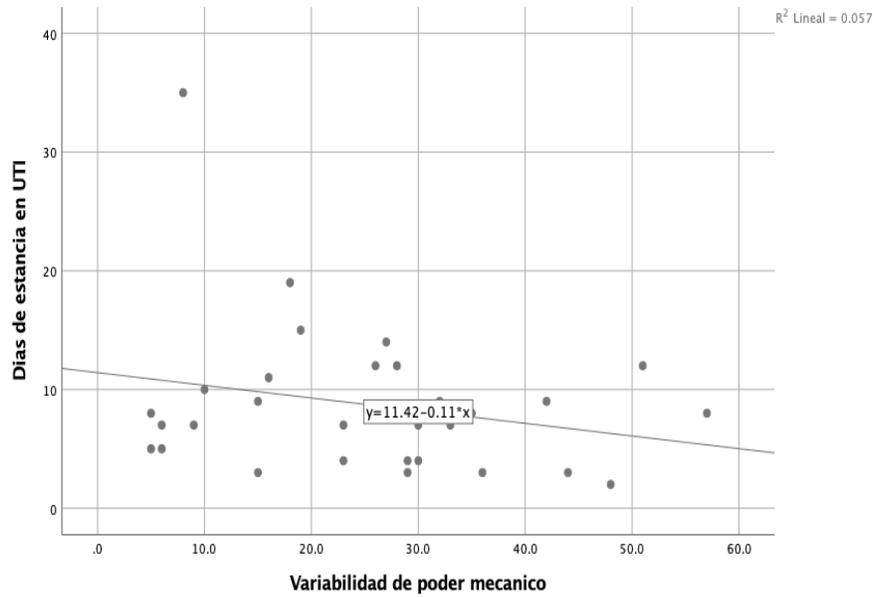
Chi calculado mayor a chi de tabla de distribución rechazando hipótesis nula.



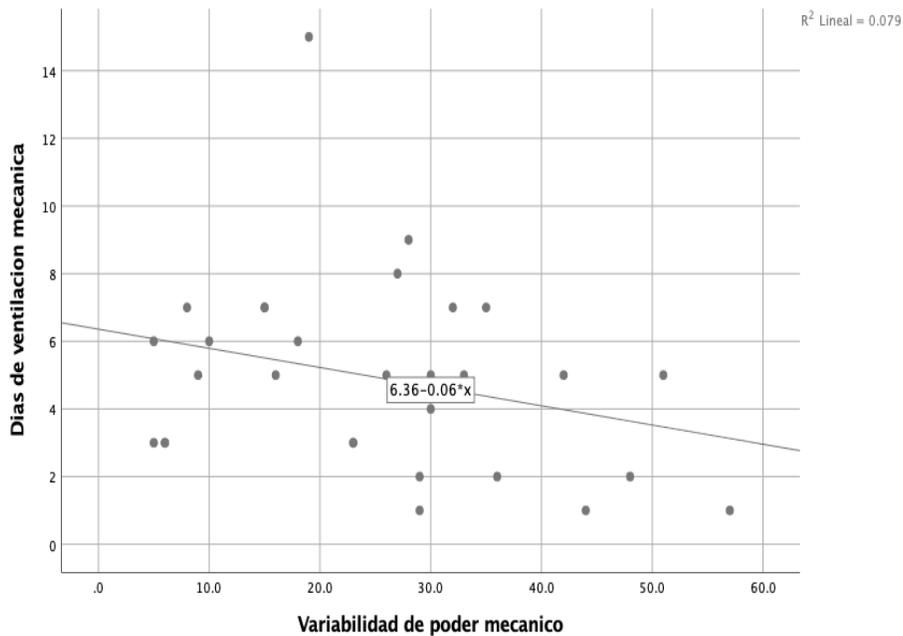
Área bajo la curva 0.745, con IC de 95% (0.538 a 0.953), $p= 0.025$



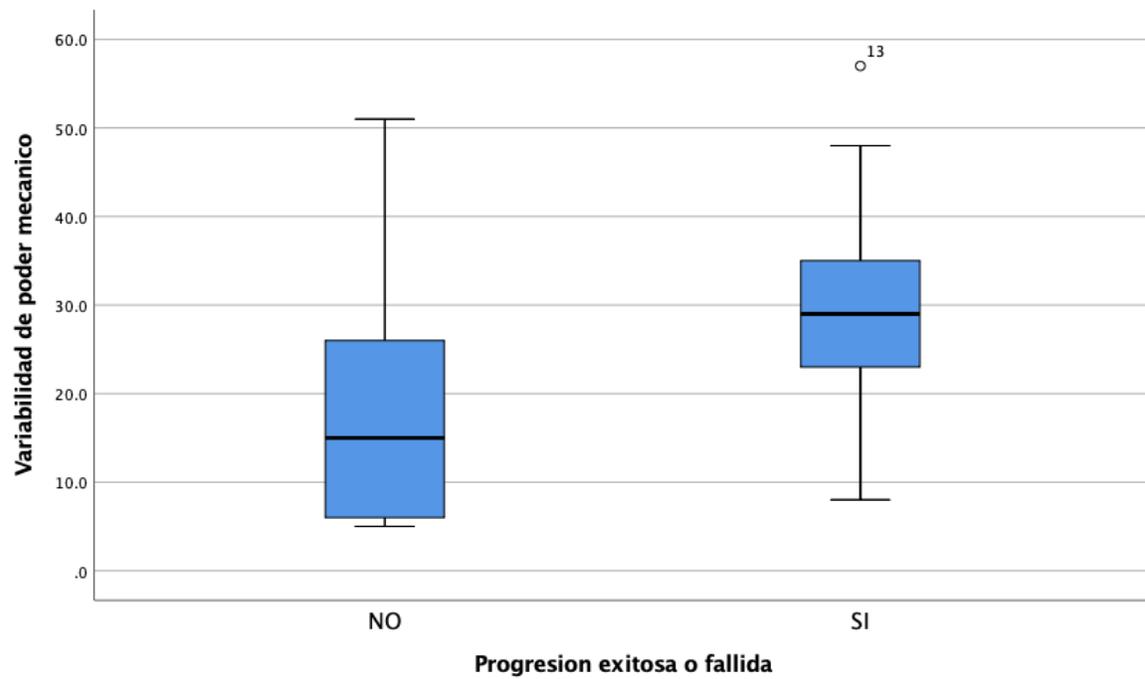
Correlación de Pearson para Variabilidad de poder mecánico y Predicción de mortalidad por SAPS III: $- .330$ $p= 0.075$



Correlación de Pearson para Variabilidad de poder mecánico y días de estancia en UTI: - .240 p= .202



Correlación de Pearson para Variabilidad de poder mecánico y días de ventilación mecánica: - .282 p= .132



Grafica de Boxplot para grupo de pacientes con progresión exitosa y fallida de ventilación mecánica.

TABLA 1: DATOS DEMOGRÁFICOS

VARIABILIDAD DE PODER MECÁNICO			
	< 9.5	>9.5	p
EDAD	55.8 ± 9.1	64.1 ± 17.4	0.314
GÉNERO (H)	3	16	0.619
ETIOLOGÍA			
INFECCIOSO	4	21	0.846
CARDIOGÉNICO	1	1	0.650
OTROS	0	2	0.900
SAPS III	53.4 ± 14	45.4 ± 16.2	0.385

TABLA 2: MECÁNICA RESPIRATORIA

VARIABILIDAD DE PODER MECÁNICO			
	< 9.5	>9.5	p
FRECUENCIA RESPIRATORIA	18.3 ± 2.3	20.4 ± 3.5	0.197
PEEP	7.8 ± 1.8	7.1 ± 2.4	0.561
PRESIÓN MESETA	19.4 ± 5.4	20.5 ± 4.2	0.591
DRIVING PRESSURE	11.4 ± 4.1	13.4 ± 3.7	0.281
PODER MECÁNICO	13.5 ± 3.2	15.1 ± 3.2	0.418
PRESIÓN PICO	21.5 ± 5.2	20.5 ± 4.2	0.284

TABLA 3: OXIGENACIÓN

VARIABILIDAD DE PODER MECÁNICO			
	< 9.5	>9.5	p
PAO2	81.6 ± 15.8	74.6 ± 18.5	0.433
PACO2	41 ± 7.5	42 ± 7.9	0.800
PAO2 / FIO2	155.5 ± 52	153 ± 56	0.943

TABLA 4: OBJETIVO PRIMARIO

VARIABILIDAD DE PODER MECÁNICO			
	< 9.5	>9.5	p
PROGRESIÓN DE VM			
ÉXITO	1	17	0.057
FRACASO	4	8	0.824
DÍAS DE VM	4.4 ± 1.9	5.04 ± 3	0.824
DÍAS DE ESTANCIA EN UTI	12 ± 4	8 ± 4.3	0.502

XII. DISCUSIÓN

Parte del abordaje diagnóstico y terapéutico de los pacientes que ingresan en ventilación mecánica, o que ameritan ventilación mecánica, consiste en la identificación, y el control de la causa por la que se inicia el manejo avanzado de vía aérea. Una gran parte de ellos son extubados entre los días 2 y 4 de su instauración, pero hasta un 25% permanecen ventilados mecánicamente más de 7 días.

Como se sabe el inicio de la ventilación mecánica conlleva a efectos indeseables secundarios como complicaciones asociadas al manejo siendo los más importantes el volutrauma, atelectrasia, biotrauma y ergotrauma. Con el objeto de evitar estas complicaciones existen medidas que el médico debe de considerar al momento de la programación de la ventilación mecánica, conocidas como de protección alveolar. Dentro de estas medidas encontramos el cálculo de VT de 6 a 8 ml/kg, así como intenta mantener presiones de vía aérea en ciertos límites como una presión Plateau menos de 25 a 27 cm H₂O, presiones pico por debajo de 35 cm H₂O, así como una presión motriz por debajo de 14 cm H₂O las cuales han demostrado disminución en la mortalidad.

Recientes estudios han hecho énfasis sobre la medición del poder mecánico definido como la energía entregada en un tiempo específico al sistema pulmonar, encontrando que un valor por encima de 12 J/min se asocia a desarrollo de lesión pulmonar. Este se define como la energía entregada en un tiempo específico, expresada por minuto (J/min). El inicio del poder mecánico por Massimo Cressoni mediante estudios experimentales en modelos animales, determinando el umbral para desarrollo de lesión pulmonar asociada a ventilación mecánica, así como Gattinoni estableciendo los principios sobre el cálculo de poder mecánico derivado de la ecuación de movimiento así como la ecuación para el cálculo de la misma y evaluando el poder mecánico en pacientes con ARDS. Tonetti mediante su estudio sobre el Driving Pressure y poder mecánico como nuevos objetivos para prevención

de lesión pulmonar asociada a ventilación, en Mexico con el Dr Ulises Cerón donde se ha identificado que el poder mecánico se correlaciona de manera inversa con los días libres de ventilación y recientemente el Dr. Monares donde determina la posibilidad de calcular el poder mecánico mediante un modelo matemático en pacientes con ventilación mecánica invasiva, últimos estudios sobre la asociación con la mortalidad. Sin embargo en este estudio se identifica una variación porcentual de descenso, definido como variabilidad de poder mecánico y su asociación a la progresión exitosa o fallida a modalidad presión soporte en el paciente crítico, pues si bien se han estudiado los diferentes valores de poder mecánico con diferentes desenlaces, llama la atención una cifra de variabilidad que pareciera encontrarse en relación a una adecuada progresión ventilatoria, o bien fallida, identificando a manera general que a mayor variabilidad existiera una asociación con éxito a la progresión y de manera inversa, tras menor variabilidad asociada a fracaso en la progresión, resultando una asociación entre ambas variables tras rechazar la hipótesis nula. Sin embargo como limitación del estudio consideramos que amerita continuar con la línea de investigación, realizar un mayor número de mediciones, así como incremento en el tamaño de muestra, pues hasta el momento no encontramos una significancia estadística, considerando una de las potenciales razones las previamente mencionadas.

XIII. CONCLUSIÓN

La variabilidad de poder mecánico dentro de las primeras 24 horas se asocia con la progresión de la ventilación mecánica a modalidad presión soporte, con adecuada sensibilidad. Así como una correlación leve para días de estancia en UTI, ventilación mecánica y predicción de mortalidad. Con lo cual pudiera emplearse su medición de manera continua para predecir la progresión exitosa o fallida a modalidad presión soporte de la ventilación mecánica. Sin embargo se requiere continuar con su medición de forma prospectiva e incluso en una población mayor para fortalecer los resultados estadísticos.

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Carrasco R, Villamizar G, Fernández M. Ventilator-Induced Lung Injury (VILI) in Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS): Volutrauma and Molecular Effects *The Open Respiratory Medicine Journal*, 2015, 9, (Suppl 2: M6) 112-119
- 2) Neto A, Deliberato R, Johnson A, Bos L, Amorim P, Moreto S, et.al. Mechanical power of ventilation is associated with mortality in critically ill patients: an analysis of patients in two observational cohorts 2018 Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature and ESICM <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5375-6>
- 3) Rosas K, Gutiérrez D, Cerón U. Asociación y valor predictivo del poder mecánico con los días libres de ventilación mecánica *Med Crit* 2017;31(6):320-325
- 4) Hernández G, Cerón R, Escobar D, Graciano L, Gorordo L, Merinos G, et.al. Retiro de la ventilación mecánica *Med Crit* 2017;31(4):238-245
- 5) Gattinoni L, Tonetti T, Cressoni M, Cadringer P, Herrmann P, Moerer O, et.al. (2016) Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. *Intensive Care Med* 42:1567–1575
- 6) Cressoni M, Gotti M, Chiurazzi C, Massari D, Algieri I, Amini M, et.al. (2016) Mechanical power and development of ventilator-induced lung injury. *Anesthesiology* 124:1100–1108
- 7) Meng F, Gao W, Ju Y, Meng et al. Parecoxib reduced ventilation induced lung injury in acute respiratory distress syndrome *BMC Pharmacology and Toxicology* (2017) 18:25 DOI 10.1186/s40360-017-0131-z
- 8) Tonetti T, Vasques F, Rapetti F, Maiolo G, Collino F, Romitti F, et.al. Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention *Annals of Translational Medicine*. *Ann Transl Med* 2017;5(14):286
- 9) Utino L, Garcia E, Tadeu I, Márcia E. Cytoskeleton and mechanotransduction in the pathophysiology of ventilator-induced lung injury *Bras Pneumol*. 2010;36(3):363-371
- 10) Marini J, Crooke P, A General Mathematical Model for Respiratory Dynamics Relevant to the Clinical Setting Department of Medicine, University of Minnesota, Minneapolis/St. Paul Minnesota, and the Department of

- Mathematics, Vanderbilt University, Nashville, Tennessee *Am Rev Respir Dis* Vol 147. pp 14-24, 1993
- 11) Birukova A, Fu P, Xing J, Yakubov B, Cokic I, Birukov K Mechanotransduction by GEF-H1 as a novel mechanism of ventilator-induced vascular endothelial permeability *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 298: L837–L848, 2010.
 - 12) Curley G, Laffey J, Zhang H, Slutsky A, Biotrauma and Ventilator-Induced Lung Injury Clinical Implications 150#5 CHEST NOVEMBER 2016
 - 13) Yang S, Lin J, Wu S, Huang K, Jung F, Chieh M, et.al Translocation of IL-33 Receptor in Ventilator Induced Lung Injury *PLOS ONE* DOI:10.1371/journal.pone.0121391 March 27, 2015
 - 14) Gómez J, Monares E, González B, Camarena G, Silvia J, Granillo J Determinación del poder mecánico en pacientes en ventilación mecánica invasiva en modalidad espontánea *Med Crit* 2018;32(1):20-26
 - 15) Gattinoni L, Marini J, Collino F, Maiolo J, Rapetti F, Tonetti T, et.al. The future of mechanical ventilation: lessons from the present and the past *Critical Care* (2017) 21:183
 - 16) Silva P, Pelosi P. Optimal mechanical ventilation strategies to minimize ventilator-induced lung injury in non injured and injured lungs 1747-6348 1747-6356 (Online) Journal homepage.
 - 17) Daoud E, Farag H, Chatburn R. Airway Pressure Release Ventilation: What Do We Know? *Respiratory Care* February 2012 Vol 57
 - 18) Serpa A, Deliberato R, Johnson A, Bos L, Amorim P, Moreto S, et.al. Mechanical power of ventilation is associated with mortality in critically ill patients: an analysis of patients in two observational cohorts *Intensive Care Med* doi.org/10.1007/s00134-018-5375-6 05 october 2018
 - 19) Vasques F, Duscio E, Pasticci I, Romitti F, Vassalli F, Quintel M, et.al. Is the mechanical power the final word on ventilator-induced lung injury? *Annals of Translational Medicine* 2018;6(19):395
 - 20) Samary C, Silva P, Gama M, Pelosi P, Rocco P, Ventilator-induced Lung Injury: Power to the Mechanical Anesthesiology, V 125 • No 5
 - 21) Zhanqi Z, Inez F, Huaiwu H, et.al. The calculation of mechanical power is not suitable for intra patient monitoring under pressure controlled ventilation. *Intensive care med* (2019)45:749-750
 - 22) Zhongheng Z, Bin Z, Nan L, et. Al Mechanical power normalized to predicted body weight as a predictor of mortality in patients with acute respiratory distress syndrome. Doi.org/10.1007/s00134-019-05627-9

- 23) Subirá C, Hernandez G, Vazquez A, et al. Effect of pressure support vs T – piece ventilation strategies during spontaneous breathing trial son successful extubation among patients receiving mechanical ventilation. A randomized clinical trial JAMA June 11, 2019 Volume 321, Number 22
- 24) Becher T, Van der Staay M, Schadler D, et al. Calculation of mechanical power for pressure – controlled ventilation. May 2 2019 springer.Intensive care med. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05636-8>
- 25) Gattinoni L, Giosa L, Bonifazi M, et al. Targeting transpulmonary pressure to prevent ventilator – induced lung injury. Expert review of respiratory medicine. 5 Jul 2019 <https://doi.org/10.1080/17476348.2019.1638767>
- 26) Ramos L, Benito S, Fundamentos de la ventilación mecánica. Marge Medica Books 2012 Capitulo 6

ANEXOS

XV. HOJA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Edad			Género	
F.C	F.R	TA	TAM	

Modo Ventilatorio				
FIO2				
FR				
PEEP				
VT				
Presión Plateau				
Presión Pico				
Driving Pressure				
PaO2				
Índice de Kirby				
SO2				
PaCO2				
pH				
Poder mecánico				

Diagnostico de Ingreso:

- Etiológico:
- Sindromático:

SAPS III: