



**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**PODER VENTILATORIO, MODELO PROPUESTO
PARA VALORAR LESIÓN INDUCIDA POR EL
VENTILADOR DURANTE DESTETE DEL
VENTILADOR MECÁNICO
TESIS**

PRESENTADA POR

José Juan Hernández Hernández

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA
DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

ASESOR (ES)

**Dr. Roberto Alejandro Castillo González
Dr. José Salvador Martínez Cano
Dra. Silvia Patricia Gutiérrez Martínez
Dr. Rodolfo Delgadillo Castañeda**

Aguascalientes, Ags, febrero del 2018.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

JOSÉ JUAN HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
ESPECIALIDAD EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO
PRESENTE

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis titulado:

“PODER VENTILATORIO, MODELO PROPUESTO PARA VALORAR LESIÓN INDUCIDA POR EL VENTILADOR DURANTE DESTETE DEL VENTILADOR MECÁNICO”

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:
Especialista en Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“SE LUMEN PROFERRE”

Aguascalientes, Ags., a 25 de Enero de 2018.

DR. JORGE PRIETO MACÍAS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

c.c.p. M. en C. E. A. Imelda Jiménez García / Jefa de Departamento de Control Escolar
c.c.p. Archivo



DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO
Jefa del Departamento de Enseñanza e Investigación
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

10 de enero 2018

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

PRESENTE

Estimada Dra. Torres Soto:

En la respuesta a la petición hecha al médico residente José Juan Hernández Hernández, en relación a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

“PODER VENTILATORIO, MODELO PROPUESTO PARA VALORAR LESIÓN INDUCIDA POR EL VENTILADOR DURANTE DESTETE DEL VENTILADOR MECANICO”

Nos permitimos informarle que una vez leído y corregido el documento, consideramos que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovechamos la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Dr. Roberto Alejandro Castillo González
Jefe del Servicio de Terapia Intensiva
Asesor de Tesis
Centenario Hospital Miguel Hidalgo

c.c.p. Jefe de Enseñanza e Investigación. CHMH

c.c.p. Archivo





DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO
Jefa del Departamento de Enseñanza e Investigación
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

10 de enero 2018

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

PRESENTE

Estimada Dra. Torres Soto:

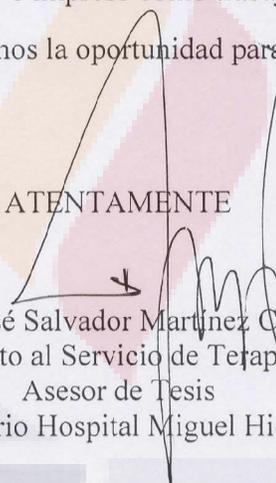
En la respuesta a la petición hecha al médico residente José Juan Hernández Hernández, en relación a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

“PODER VENTILATORIO, MODELO PROPUESTO PARA VALORAR LESIÓN INDUCIDA POR EL VENTILADOR DURANTE DESTETE DEL VENTILADOR MECANICO”

Nos permitimos informarle que una vez leído y corregido el documento, consideramos que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovechamos la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE


Dr. José Salvador Martínez Cano
Médico Adscrito al Servicio de Terapia Intensiva
Asesor de Tesis
Centenario Hospital Miguel Hidalgo

c.c.p. Jefe de Enseñanza e Investigación. CHMH

c.c.p. Archivo





DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

10 de enero 2018

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

PRESENTE

Estimada Dra. Torres Soto:

En la respuesta a la petición hecha al médico residente José Juan Hernández Hernández, en relación a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

“PODER VENTILATORIO, MODELO PROPUESTO PARA VALORAR LESIÓN INDUCIDA POR EL VENTILADOR DURANTE DESTETE DEL VENTILADOR MECANICO”

Nos permitimos informarle que una vez leído y corregido el documento, consideramos que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovechamos la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Dra. Silvia Patricia Gutiérrez Martínez
Jefe del Servicio de Terapia Intensiva
Asesor de Tesis
Centenario Hospital Miguel Hidalgo



c.c.p. Jefe de Enseñanza e Investigación. CHMH

c.c.p. Archivo



DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO
Jefa del Departamento de Enseñanza e Investigación
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

10 de enero 2018

PRESENTE

Estimada Dra. Torres Soto:

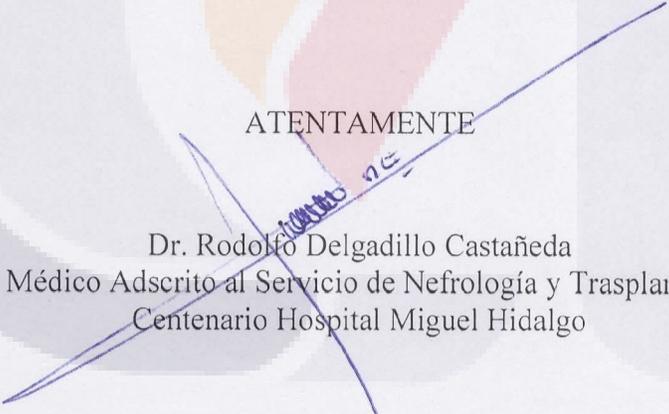
En la respuesta a la petición hecha al médico residente José Juan Hernández Hernández, en relación a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

“PODER VENTILATORIO, MODELO PROPUESTO PARA VALORAR LESIÓN INDUCIDA POR EL VENTILADOR DURANTE DESTETE DEL VENTILADOR MECANICO”

Nos permitimos informarle que una vez leído y corregido el documento, consideramos que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovechamos la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE


Dr. Rodolfo Delgadillo Castañeda
Médico Adscrito al Servicio de Nefrología y Trasplantes
Centenario Hospital Miguel Hidalgo

c.c.p. Jefe de Enseñanza e Investigación. CHMH

c.c.p. Archivo





CHMH

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

Dr. Roberto Alejandro Castillo González
Jefe del Servicio de Terapia Intensiva
Asesor de Tesis
Centenario Hospital Miguel Hidalgo

Dr. José Salvador Martínez Cano
Médico Adscrito al Servicio de Terapia Intensiva
Asesor de Tesis
Centenario Hospital Miguel Hidalgo

Dra. Silvia Patricia Gutiérrez Martínez
Jefe del Servicio de Terapia Intensiva
Asesor de Tesis
Centenario Hospital Miguel Hidalgo

Dr. Rodolfo Delgadillo Castañeda
Médico Adscrito al Servicio de Nefrología y Trasplantes
Centenario Hospital Miguel Hidalgo



GALEANA SUR NO 465
COL. OBRAJE
C.P. 20230, AGUASCALIENTES, AGS.

(449) 994-67-20 SECTOR CIVIL
(449) 994-67-52 SECTOR PRIVADO



CHMH

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

COOI/01/18

Aguascalientes Ags a 22 de Enero de 2018

Dr. José Juan Hernández Hernández
Investigadora principal

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, la Coordinación de Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, revisó y decidió Aprobar con número de identificación **2018-R-01**, el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

“PODER VENTILATORIO, MODELO PROPUESTO PARA VALORAR LESION INDUCIDA POR EL VENTILADOR DURANTE DESTETE DEL VENTILADOR MECANICO”

Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas a ésta Coordinación. Una vez transcurrido un año de la realización del estudio, en caso de permanecer activo, es necesario solicitar su reaprobación.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. JOSÉ MANUEL ARREOLA GUERRA
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN

JMAG/cmva*

DEDICATORIAS

Dedicado en su totalidad a mi madre y abuela aunque no están físicamente siempre estuvieron a mi lado.

No puedo estar más agradecido con la vida, dios y mis padres que gracias a ellos soy la persona perseverante e integra. Mi meta un día fue ser reconocido como excelente médico, el día de hoy que culmino la subespecialidad entiendo que desde el inicio de la carrera como estudiante de medicina ya lo era. A mis amistades y pacientes que confiaron en mí y siempre me otorgaron palabras de aliento.

A Oscar Hernandez por su paciencia, ejemplo y siempre estar ahí con una palabra o gesto de apoyo, parte de este logro es tuyo, mi agradecimiento de por vida hermano.

Cristhian Leonel gracias infinitas, eres un modelo de perseverancia, por estar conmigo en los momentos difíciles y no dejarme claudicar.

AGRADECIMIENTOS

A mis maestros:

Dra. Patricia Gutiérrez un ejemplo de liderazgo y respeto hacia el equipo médico. Una excelente clínica, persona con poder nato que contagia a sus residentes a buscar el bienestar no solo medico de nuestros pacientes.

Dr. Martínez Cano gracias por confiar en mí, valoro mucho su paciencia, sus consejos y enseñanzas, considerándolo el inicio de la Medicina critica en Aguascalientes.

Dr. Alejandro Castillo muchas palabras lo describen como un gran ser humano, sin usted mi formación profesional no sería completa. Usted aporta la exigencia y la búsqueda de una mejor atención al paciente crítico lo cual es parte clave en la conformación del médico residente. Es un ejemplo de éxito, gracias.

Dr. Edmundo Israel Roque, mucha información médica durante mi residencia fue adquirida gracias a usted, la preocupación por que el residente se encuentre actualizado y sus múltiples cuestionamientos durante el pase de visita son fundamentales en la integración de un subespecialista en excelencia. Gracias por su apoyo.

Dra. Erika Loera. Un ejemplo de vida, de superación, de respeto hacia los demás, una pieza fundamental en mi formación y sobre todo de nuestra unidad de terapia intensiva, gracias por darme las armas para tomar decisiones adecuadas durante un momento crítico, gracias por escucharme cuando necesite de su opinión médica y personal.

Dr. Jesuha Muñeton gracias por el aporte de conocimientos teóricos y prácticos implementados durante mi residencia, un ejemplo de serenidad y determinación.

Dr. Félix un honor tenerlo como maestro.

A mis compañeros Residente Eliseo, Moisés y Yuri agradezco su paciencia, aprendí bastante de ustedes, decirles que “vale” cada momento el camino para llegar a este momento no desistan. Pablo Duran y Adrián Valadez gracias por el compañerismo mostrado, valoro mucho a ambos como profesionistas reconozco su entrega al paciente critico durante estos 2 años, personalmente la mejor generación de Medicina Critica.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| ÍNDICE GENERAL | 1 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 3 |
| ACRÓNIMOS | 3 |
| RESUMEN | 4 |
| ABSTRACT | 5 |
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 1.1 Realización de la prueba de respiración espontánea..... | 10 |
| 1.2 Presión inspiratoria máxima (PI _{max}) o fuerza inspiratoria negativa (NIF)..... | 11 |
| 1.3 Presión de oclusión de la vía aérea (P _{O.1})..... | 12 |
| 1.4 Capacidad vital | 12 |
| 1.5 Volumen minuto (VM) | 12 |
| 1.6 Distensibilidad estática del sistema respiratorio (C _{stat}) | 13 |
| 1.7 Índice de respiración superficial (VRS) | 13 |
| 1.8 Índice CROP..... | 13 |
| 1.9 Test de Fuga | 14 |
| 1.10 Lesión pulmonar inducida por el ventilador..... | 14 |
| 1.11 Ecuación del movimiento..... | 16 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 17 |
| 2.1 Planteamiento del problema | 18 |
| 2.2 Objetivos..... | 19 |
| 2.2.1 Objetivo General | 19 |
| 2.2.2 Objetivos específicos | 19 |
| 2.2.3 Hipótesis | 19 |
| 2.2.4 Hipótesis nula..... | 19 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 20 |
| 3.1 Tipo de estudio | 20 |
| 3.2 Definición del universo | 20 |
| 3.3 Criterios de inclusión | 20 |
| 3.4 Criterios de exclusión | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5 Criterios de eliminación | 21 |
| 3.6 Implementación de la investigación | 21 |
| 3.7 Consentimiento bajo información..... | 21 |
| 3.8 Recursos y logística | 22 |
| 3.9 Operacionalización de variables | 22 |
| 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS | 30 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 35 |
| 7. CONCLUSIONES | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA | 37 |
| ANEXOS..... | 39 |
| ANEXO A | |
| ANEXO B | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables | 22 |
| Tabla 2. Diagnosticos de ingreso a UCI..... | 30 |
| Tabla 3. Distribución de pacientes | 31 |
| Tabla 4. Escala Coma de Glasgow al momento de la extubación | 32 |
| Tabla 5. Éxito o falla extubación | 33 |
| Tabla 6. Lesión pulmonar | 34 |

ÍNDICE DE GRAFICAS

| | |
|--|----|
| Grafica 1. Grafico distribución por sexo | 31 |
| Grafica 2. Diagnósticos a su ingreso UCI médico y quirúrgico | 32 |
| Grafica 3. Días de ventilación mecánica | 33 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pared torácica 17

ACRÓNIMOS

| | |
|--------------------|--|
| Cdyn | Distensibilidad Dinámica |
| CPAP | Presión positiva Continua Vía Aérea |
| CRF | Capacidad Residual Funcional |
| CROP | Distensibilidad Dinámica, P _I max, Oxigenación, Presión |
| Cstat | Distensibilidad Estática del Sistema Respiratorio |
| IK | Índice de Kirby |
| LPA | Lesión Pulmonar Aguda |
| NIF | Fuerza Inspiratoria Negativa |
| PEEP | Presión Positiva al Final de Espiración |
| pH | Potencial de Hidrogeniones |
| P _I max | Presión Inspiratoria Máxima |
| P _{plat} | Presión Plateau |
| PSV | Ventilación Presión de Soporte |
| P0.1 | Presión de Oclusión de la Vía Aérea |
| SDRA | Síndrome de Dificultad Respiratorio Aguda |
| SIRS | Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica |
| UCI | Unidades de Cuidados Intensivos |
| V _m | Volumen Minuto |
| VM | Ventilación Mecánica |
| VT | Volumen tidal |
| VRS | Índice de Respiración Superficial |
| VILI | Lesión Pulmonar Inducido por el Ventilador |

RESUMEN

Introducción: cuando se produce insuficiencia respiratoria aguda de cualquier etiología, la ventilación mecánica (VM) es la técnica que asume las funciones respiratorias. Dado que la VM tiene numerosos riesgos, es necesario determinar diariamente si el paciente requiere mantener el soporte ventilatorio. EL proceso de desconexión de la VM se denomina destete o weaning. En muchos pacientes, en especial los que requieren soporte ventilatorio durante poco tiempo, la desconexión de la VM no es dificultosa. Sin embargo, en los que se recuperan de un episodio grave de insuficiencia respiratoria, la liberación de la VM puede tener cierta dificultad. Se ha estimado que este proceso supone un 40% del tiempo total de VM y ocupa una alta proporción del trabajo diario en las unidades terapia intensiva. La ventilación mecánica se asocia con complicaciones importantes entre las que se encuentra la producción o perpetuación de lesión pulmonar aguda y la producción de lesión de órganos a distancia del pulmón mediante la liberación fundamentalmente de mediadores inflamatorios a la circulación sistémica.

Materiales y métodos: se revisan expedientes de pacientes UCI del Centenario Hospital Miguel Hidalgo los cuales reúnen criterios de inclusión para el estudio y se encuentran dentro del protocolo de destete ventilatorio, dentro del periodo comprendido entre Noviembre 2016 a Julio 2017. Análisis estadístico IBM SPSS Statiscs Versión 23, el cual se realiza análisis de prevalencia, moda, mediana y promedios.

Resultados: 27 reunieron los criterios de inclusión. 21 fueron del sexo masculino: 77.8%, con una edad de 34.3 ± 11.8 años, valores de hemoglobina sérica 11.1 ± 2.2 g/dL, tensión arterial media 93.9 ± 9.0 mmHg, cociente de oxigenación 326.3 ± 99.7 mmHg, relación presión arterial de oxígeno con presión alveolar de oxígeno de 0.56 ± 0.19 , índice de ventilación superficial 33.7 ± 7.8 respiración/L/min, índice de CROP de 27.5 ± 19.2 ml/respiración/min, índice de fugas $31.1 \pm 4.4\%$.

Conclusiones: El poder ventilatorio aplicado a pacientes ingresados en unidad de cuidados intensivos adultos que son sometidos a protocolo destete se asocia a lesión pulmonar al momento de realizar extubación endotraqueal. No existe asociación del poder ventilatorio con diferentes índices pronósticos de extubación exitosa

ABSTRACT

Introduction: when acute respiratory failure of any etiology occurs, mechanical ventilation (MV) is the technique that takes over the respiratory functions. Since MV has numerous risks, it is necessary to determine daily whether the patient requires maintaining ventilatory support. The process of disconnecting from the VM is called weaning. In many patients, especially those who require ventilatory support for short, disconnecting from the VM is not difficult. However, in those recovering from a severe episode of respiratory failure, getting off the MV may have some difficulty. It has been estimated that this process accounts for 40% of the total time of VM and consumes a high proportion of daily work in the intensive care units. Choosing the precise moment for the successful discontinuation of MV represents a challenge, in the light of physiological knowledge and laboratory factors.

Mechanical ventilation is associated with major complications, among which there is the onset or the perpetuation of acute lung injury and the production of lung and end-organ injury through the release of inflammatory mediators primarily to the systemic circulation. Materials and methods: ICU patients' files from the Centenario Hospital Miguel Hidalgo were reviewed, and those who met the inclusion criteria for the study were included in the ventilatory weaning protocol, within the period from November 2016 to July 2017. Through the IBM SPSS Statistics 23th Version, prevalence, mode, median and average analyzes were performed.

Results: twenty seven met the inclusion criteria. Twenty two were male: 77.8% at age 34.3 ± 11.8 years old, serum hemoglobin values 11.1 ± 2.2 g / dL, mean arterial pressure 93.9 ± 9.0 mmHg, oxygenation ratio 326.3 ± 99.7 mmHg, relationship between oxygen blood pressure ratio and oxygen alveolar pressure of 0.56 ± 0.19 , surface ventilation index 33.7 ± 7.8 respiration / L / min, CROP index of 27.5 ± 19.2 ml / respiration / min, leak rate $31.1 \pm 4.4\%$.

Conclusions: the ventilatory power applied to patients admitted to the adult intensive care unit who are subjected to the weaning protocol is associated with pulmonary injury during the endotracheal extubation. There is no association of ventilatory power with different prognostic indices of extubation.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico y tecnológico ha puesto al alcance equipos de ventilación mecánica cada vez más sofisticados para el mantenimiento de la función respiratoria, por lo que día a día ingresan a las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) 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 (VM), lo que varía según el tipo de UCI y de hospital, así como de las características demográficas y ciclos epidemiológicos¹. La permeabilidad y el mantenimiento de la vía aérea es un aspecto básico en el soporte vital que, junto con el soporte cardiovascular, permite ganar tiempo para el abordaje y tratamiento y así disminuir la mortalidad hasta la reversión total o parcial de la causa que originó la disfunción respiratoria al mejorar el intercambio gaseoso, evitar la lesión pulmonar y disminuir el trabajo respiratorio². En el lenguaje habitual de la UCI, el proceso de desconexión de la VM se denomina destete o weaning³. En sentido estricto, este término se refiere a la lenta disminución del soporte ventilatorio, mientras el paciente va asumiendo gradualmente su respiración espontánea. Sin embargo, en general, se usan estos términos para referirse a toda la metodología que constituye la desconexión de la ventilación mecánica. En muchos pacientes, en especial los que requieren soporte ventilatorio durante poco tiempo, la desconexión de la VM no es dificultosa. Sin embargo, en los que se recuperan de un episodio grave de insuficiencia respiratoria, la liberación de la VM puede tener cierta dificultad³. Se ha estimado que este proceso supone un 40% del tiempo total de VM y ocupa una alta proporción del trabajo diario en las UCI. Este proceso, que se inicia en el reconocimiento de la mejoría de la causa que motivó la necesidad de la VM seguido por la realización de una prueba de respiración espontánea, bien con un soporte ventilatorio parcial por ejemplo, con CPAP o con presión de soporte, está constituido por la sucesión de diversos procedimientos que han sido bien evaluados en los últimos años^{3,4}.

Desde el momento en que el paciente es intubado, el clínico debe tener en mente que cuanto antes se retire al paciente de la asistencia mecánica respiratoria, mejor será su

pronóstico al acortar los días de estancia en la UCI y al disminuir el porcentaje de mortalidad³.

La ventilación mecánica se asocia con complicaciones importantes entre las que se encuentra la producción o perpetuación de lesión pulmonar aguda y la producción de lesión de órganos a distancia del pulmón mediante la liberación fundamentalmente de mediadores inflamatorios a la circulación sistémica. Los principales mecanismos lesionales son los fenómenos tanto de estiramiento y ruptura de estructuras pulmonares (volutrauma) como la apertura y cierre cíclico de zonas alveolares cerradas (atelectrauma)^{5,6}. Los estudios acerca del empleo de estrategias ventilatorias protectoras del pulmón han demostrado un efecto beneficioso, en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA)⁶.

1. MARCO TEÓRICO

El destete de la VM depende de la fuerza de los músculos respiratorios, la carga aplicada sobre estos músculos y el drive respiratorio. La falla respiratoria puede ocurrir secundaria a cualquiera de estas causas. Por ejemplo, la distrofia muscular (debilidad de los músculos respiratorios), el broncospasmo agudo (aumento de la carga respiratoria), o la sobredosis de sedantes (reducción del estímulo respiratorio central), todas pueden causar falla respiratoria aguda^{1, 2, 3}. En general, la etiología del fracaso en el weaning es el desbalance entre la bomba muscular respiratoria y la carga muscular respiratoria. Esto puede suceder secundario a la resolución inadecuada del problema de base que hizo que el paciente entrara en VM, la aparición de un nuevo problema, una complicación asociada al ventilador, o una combinación de estos factores⁴. La relación entre carga respiratoria y fuerza muscular puede ser vista como un balance. Si la carga es muy pesada, o los músculos están muy débiles, la contracción del diafragma no puede ser mantenida durante mucho tiempo, comienza a utilizarse la musculatura accesoria, hasta que estos mecanismos comienzan a fallar cuando sobreviene la fatiga. La característica predominante de la fisiopatología del fracaso del weaning son los altos niveles de carga muscular en relación a la fuerza de los músculos respiratorios. Siempre teniendo un drive respiratorio intacto^{3,4}.

Algunos investigadores intentaron combinar las fallas en la liberación de la VM con las fallas en la extubación en una sola entidad. En contraste, trabajos recientes indican que estos son dos procesos distintos con causas fisiopatológicas y evoluciones diferentes¹.

Una falla en la extubación puede ocurrir secundaria a obstrucción de la vía aérea superior por secreciones que el paciente no puede manejar y esto no se manifiesta hasta la remoción del tubo traqueal. El traumatismo severo de la vía aérea por el tubo traqueal es más común en mujeres con intubación prolongada³. Otra razón para el fracaso potencial de la extubación es la pérdida de la presión positiva intratorácica luego de la extubación en pacientes destetados con presión de soporte (PS). La transición de ventilación a presión intratorácica a presión positiva a ventilación espontánea a presión negativa ocurre luego del retiro del tubo. Esto puede causar falla del corazón izquierdo, porque la presión positiva actúa reduciendo la poscarga del ventrículo izquierdo. Es importante recordar que el fracaso de la extubación que requiere reintubación está asociado con aumento de la duración de la VM, aumento de la estadía en UCI y en el hospital^{2, 3, 4}. También aumenta significativamente la mortalidad intrahospitalaria, especialmente en caso de reintubación demorada. Esto explica por qué se están dedicando tantos esfuerzos para predecir el momento de la extubación y prevenir la reintubación¹.

Tradicionalmente se considera que el paciente está preparado para iniciar la desconexión de la VM una vez que se ha producido la resolución o mejoría de la causa de la insuficiencia respiratoria aguda y, a juicio del equipo a cargo del paciente (médico, enfermera, fisioterapeuta), cumple con unos criterios no muy bien definidos ni evaluados en estudios clínicos aleatorizados^{3, 4}. Aunque esta estrategia permite identificar entre el 65 – 85% de los pacientes que van a tolerar una prueba de ventilación espontánea, su capacidad predictiva es baja. La creación de equipos multidisciplinarios de destete y la implementación de valoración diaria con criterios objetivos, independiente de la valoración subjetiva del médico, mejoran la identificación de los pacientes capaces de mantener la respiración espontánea y acortan la duración de la VM⁴.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para mejorar las oportunidades de weaning, todas las causas de complicaciones deben ser contempladas y corregidas. En consideración de la estabilidad hemodinámica, el paciente no debe mostrar evidencia de isquemia de miocardio, de nuevas arritmias que causen disminución de la función cardíaca y no debe necesitar vasopresores⁶. En lo que concierne al estado ácido base, un pH sérico normal (7.35 a 7.45) es deseable pero no esencial. Tratar la acidosis es importante, porque la acidosis aumenta el volumen minuto requerido para normalizar el pH. Como caso especial, la corrección de la pCO₂ en los pacientes hipercápnicos crónicos promueve la bicarbonaturia como respuesta de compensación renal para normalizar el pH, esto puede acidosis respiratoria aguda en el momento de la prueba de ventilación espontánea, haciéndola fracasar⁴. Los disturbios electrolíticos durante el weaning han sido extensamente estudiados. Las manifestaciones de hipofosfatemia, hipocalcemia, hipomagnesia y/o hipokalemia es reducir la contractilidad muscular, y esto afectará al weaning. Estos desbalances deben ser corregidos antes del intento de weaning⁵.

La sobrecarga de volumen ocurre frecuentemente en el tratamiento al Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica (SIRS) precipitado por una infección severa, pancreatitis, cirugía mayor u otras entidades. Este volumen extra puede disminuir la capacidad vital de los pulmones y favorecer el colapso alveolar. Esto se encuentra asociado a trastornos de la ventilación / perfusión, que requerirá aumento de la presión positiva de fin de espiración (PEEP) para mantener los alvéolos abiertos y asegurar una oxigenación adecuada^{3, 4, 5}. La eliminación de los fluidos generalmente ocurre una vez resuelta la inflamación sistémica con la terapia adecuada. Los déficits neurológicos asociados a injuria cerebral pueden suponer el desafío de elegir el momento óptimo de la extubación. Muchos clínicos creen que la extubación de pacientes con injuria cerebral con ausencia del reflejo nauseoso, que están comatosos, o tienen significativa cantidad de secreciones bronquiales, deben ser demoradas. Un estudio reciente de Coplin y col. mostró que el retraso en la extubación de los pacientes con injuria cerebral con respiración espontánea por las razones antes mencionadas, aumentaba el riesgo de neumonía y alargaba el tiempo de estadía en UCI⁵. En general, las alteraciones del estado mental en la ICU es multifactorial. Pueden estar debidas a dolor, ansiedad, delirio y procesos tóxicos metabólicos. Se ha observado que la sobredosificación de sedantes de vida media larga, prolonga los días de VM, la estadía en

UCI y subsecuentemente, la estadía en el hospital. Muchas instituciones poseen protocolos y sistemáticas que guían la administración de sedoanalgesia en pacientes ventilados^{4,5}.

Algunas de estas guías contemplan la utilización de scores, interrupción diaria de la sedación, reducción automática de la dosis, etc. La fatiga en pacientes que se encuentran en protocolo de weaning es el mayor factor relacionado a la falla del weaning^{2,3}. Varios estudios que utilizaron electromiografía mostraron que la fatiga del diafragma ocurre en el primer día en todos los pacientes en VM, en aquellos que se recuperaron la extubación fue exitosa².

Los pacientes que continuaron exhibiendo fatiga muscular requirieron reintubación. La adecuación del sueño y la privación, deben ser considerados cuando la agitación y la letargia influyan en el weaning^{1,2}. Sin embargo, no es realista demorar el weaning hasta que el paciente tenga un patrón normal de sueño. La malnutrición causa reducción de la masa muscular, la resistencia y la fuerza. El soporte nutricional en el paciente crítico provee fuerza muscular y facilita el weaning³.

1.1 Realización de la prueba de respiración espontánea

Cerca de un 80% de los pacientes que reciben VM durante un lapso prolongado pueden ser extubados sin dificultad tras un período de observación durante VM modo CPAP soporte de 7. Se sugirió que el fracaso de la prueba de ventilación espontánea en algunos pacientes puede deberse a un aumento del trabajo respiratorio impuesto por el tubo endotraqueal, el cual impone una carga resistiva a los músculos respiratorios que es inversamente proporcional a su diámetro. Por ello, algunos autores propusieron la utilización de una presión de soporte que contrarreste esta carga impuesta, además de mejorar la eficacia de la respiración espontánea y de reducir el consumo de oxígeno por los músculos respiratorios^{4,5}.

A estas ventajas teóricas de la presión de soporte se le pueden poner algunas limitaciones; en primer lugar, se ha demostrado hace poco que el trabajo respiratorio de los pacientes

intubados es similar se utilice tubo en T, CPAP de 5 cmH₂O o presión de soporte de 5 cmH₂O, y que este trabajo respiratorio es similar o superior una vez extubados, lo que puede indicar que el tubo endotraqueal no ejerce ninguna influencia en la carga de los músculos respiratorios; y en segundo lugar, algunos investigadores sostienen que el nivel de presión de soporte que hace desaparecer la carga de los músculos respiratorios puede sobrepasar las condiciones de la respiración espontánea y, por lo tanto, podría contribuir a sobrestimar la capacidad del paciente para respirar espontáneamente^{3, 4}. Otro punto pendiente es establecer el nivel de presión de soporte necesario para contrarrestar el trabajo extra impuesto por el tubo endotraqueal. El nivel de presión de soporte varía mucho de un paciente a otro. Así, en varios trabajos se observa que el nivel necesario para vencer la resistencia del tubo varía de 3 a 14 cmH₂O. Se propusieron diversas fórmulas como medio de fijar ese nivel de presión, sin embargo el nivel medio de soporte requerido se estableció en 7 cmH₂O, con un rango de 4 a 10 cmH₂O⁴.

Duración de la prueba de respiración espontánea La duración de la prueba de respiración espontánea se ha establecido arbitrariamente en dos horas, pero en muchos estudios se observó que los pacientes empiezan a mostrar signos de intolerancia mucho antes. Se ha comprobado recientemente que una prueba de respiración espontánea de 30 minutos de duración es igual de efectiva que la de dos horas^{3,4}.

Evaluación de la tolerancia a la prueba de respiración espontánea La evaluación del paciente durante la prueba de respiración espontánea tiene dos objetivos: primero, evitar la fatiga de los músculos respiratorios y, segundo, estimar la probabilidad de ser extubado con éxito^{3,4}. Los criterios que se utilizan para considerar que el paciente está tolerando la prueba de ventilación espontánea son los mismos que se utilizan para iniciar la prueba⁴.

1.2 Presión inspiratoria máxima (P_Imax) o fuerza inspiratoria negativa (NIF)

Con frecuencia se utiliza la presión máxima generada en un esfuerzo inspiratorio realizado desde la capacidad funcional residual para evaluar la fuerza de los músculos respiratorios, pues en condiciones normales el humano puede realizar una P_Imax superior a 100 cmH₂O

(presión negativa). Para predecir un destete satisfactorio se usa un umbral de presión entre -20 y -30 cmH₂O y requiere el esfuerzo y la cooperación del enfermo, por lo que a veces es difícil obtener una medida adecuada^{3, 4}. Para mejorar su aplicación y reproducibilidad puede emplearse el método descrito por Truwit y Marini que no depende de la cooperación del enfermo. Para ejecutar la maniobra la vía aérea se ocluye durante 20 a 25 segundos con una válvula unidireccional que permite al paciente exhalar pero no inhalar, obligando al enfermo a hacer un gran esfuerzo inspiratorio⁴.

1.3 Presión de oclusión de la vía aérea (P0.1)

La presión de oclusión de la vía aérea es la presión medida a 100 milisegundos de iniciarse un esfuerzo inspiratorio frente a una vía aérea ocluida. Aunque es una presión negativa, los valores de P0.1 se indican en valores positivos; en personas sanas el valor de P0.1 suele ser menor de 2 cmH₂O. Este índice es una medida del estímulo respiratorio, un estímulo elevado durante la respiración espontánea podría dar lugar a un desequilibrio entre la carga mecánica y la función neuromuscular^{4,5}.

1.4 Capacidad vital

La capacidad vital integra la fuerza de los músculos respiratorios y la impedancia del sistema respiratorio, pero depende en gran medida del esfuerzo del paciente y de su nivel de cooperación. El valor normal de la capacidad vital se encuentra entre 65 y 75 mL/kg y ha sugerido que un valor > 10 mL/kg predice el éxito del destete^{4,5}.

1.5 Volumen minuto (VM)

El volumen minuto es la ventilación total en litros por minuto. Su relación con la PCO₂ es un buen indicador de la demanda a la que se está sometiendo el sistema respiratorio. Tradicionalmente se ha considerado que un VM < 10 L/min se asocia al éxito del destete; no obstante, cuando se ha utilizado de manera aislada con diferentes puntos de corte, este parámetro ha sido un mal predictor del éxito del destete^{4,5}.

1.6 Distensibilidad estática del sistema respiratorio (Cstat)

La distensibilidad estática del sistema respiratorio describe la relación presión-volumen de los pulmones y la pared torácica, se obtiene al dividir el volumen corriente entre la presión diferencial y se expresa: $C_{stat} = V_t / (P_{plat} - PEEP)$. La medida simple de la distensibilidad se ha sugerido como un predictor útil del éxito o fracaso del destete sobre la base teórica de que un sistema respiratorio rígido podría predisponer al fracaso de la desconexión, aunque como se describe en el trabajo publicado por Yang y Tobin, una distensibilidad estática mayor a 33mL cm/H₂O tan solo tiene un valor predictivo positivo de 0.60 y un valor predictivo negativo de 0.53^{4,5}.

1.7 Índice de respiración superficial (VRS)

También conocido como índice de Yang y Tobin, se utiliza con frecuencia y estima la probabilidad de fracaso del destete, considerada como valor predictivo positivo para fracaso, tiene buena sensibilidad, pero su especificidad es inferior al 50%. Es fácil de calcular, resultando del cociente entre la frecuencia respiratoria (en respiraciones por minuto) y el volumen corriente (en litros), se expresa como $VRS = FR/V_t$, los pacientes con $VRS > 106$ rpm/L tienen alto riesgo de fracaso del destete, una zona gris de 60 a 106 rpm/L y probablemente bajo riesgo de fracaso con $VRS < 60$ rpm/L. Es el más preciso de los índices predictivos^{3,4}.

1.8 Índice CROP

El índice CROP (distensibilidad dinámica, P_{Imax}, oxigenación, presión) = $[C_{dyn} * P_{Imax} * (PaO_2/PAO_2)]/R$, donde C_{dyn} es la distensibilidad dinámica, P_{Imax} es la presión inspiratoria máxima, PaO_2/PAO_2 es la proporción de oxígeno arterial tensión de oxígeno alveolar y R es la tasa respiratoria. Un estudio de cohorte prospectivo encontró que un resultado de 13 mL/respiración/min predijo extubación exitosa con valor predictivo

positivo y negativo de 71 y 70%, respectivamente, en una población con una tasa de éxito de alrededor de 60%^{3,4}.

1.9 Test de Fuga

Para valorar la permeabilidad de la vía aérea en relación a la presencia de edema de laringe, se puede realizar el denominado test de fuga. Dicho test hace referencia al paso de aire entre la laringe y el tubo endotraqueal cuando es desinflado el neumotaponamiento que dispone^{2,3}.

Si existe edema de laringe el paso o fuga de aire será muy pequeño o nulo y la permeabilidad de la vía aérea estará afectada ante una posible extubación o decanulación.

En ventilación controlada por volumen con volumen corriente calculado a 8ml kilogramo de peso ideal así como presión positiva al final de la espiración (PEEP) de cero y con frecuencia respiratoria mandatoria de 20 por minuto, se obtuvieron 5 valores de volumen corriente inspiratorio y posteriormente se desinfló el globo de la cánula orotraqueal obteniendo también 5 valores de volumen corriente espiratorio en esta forma^{3,4}. El volumen de fuga se definió como la diferencia entre volumen corriente inspirado y espirado y se expresó en porcentajes de fuga tomando como 100% el promedio de volumen corriente inspirado. El valor predictivo negativo avala una extubación muy segura para el paciente cuando la fuga es mayor al 18%⁴.

1.10 Lesión pulmonar inducida por el ventilador

La ventilación mecánica (VM) constituye una importante herramienta en el tratamiento de los pacientes en situación de insuficiencia respiratoria, sin embargo, su aplicación no está exenta de riesgos ni de efectos adversos potencialmente letales⁷. Uno de los cambios conceptuales, quizá el de mayor importancia, que se ha producido en el manejo de los pacientes críticos, es que la propia VM puede dañar al pulmón e inducir o perpetuar la situación de lesión pulmonar aguda (LPA)^{8, 9}. Este fenómeno se produce tanto en los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pulmones previamente sanos, como en aquellos ya previamente dañados, pero es de mucha mayor intensidad, tanto *in vivo* como en modelos experimentales, en aquellos pulmones con LPA preexistente⁸.

El daño pulmonar inducido por el ventilador o VILI por sus sigla en inglés de ventilator induced lung injury es definido en 1998 por la International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine, como un daño pulmonar agudo directamente inducido por la ventilación mecánica en modelos animales, estas alteraciones imitan el SDRA. Así VILI suele ser indistinguible morfológica, fisiológica, y radiológicamente del daño alveolar difuso de la lesión pulmonar aguda, y sólo puede generarse en forma pura en modelos experimentales en animales^{8,9}.

Cuando nosotros aplicamos ventilación mecánica a un paciente con SDRA, lo estamos haciendo en un pulmón que Gattinoni y cols. lo denominaron “Baby lung” o pulmón de niño. Esto se fundamenta en los estudios realizados con tomografía axial computarizada de tórax en que demuestran una disminución significativa de volumen de gas del pulmón que presenta SDRA comparado con un pulmón normal y un aumento del peso del pulmón causado por el edema, inflamación y detritus en los alvéolos e intersticio del pulmón, producto de la enfermedad⁹.

La curva presión-volumen (P-V) se encuentra desplazada hacia la derecha, con la aparición de un punto de inflexión inferior. Inicialmente éste se interpretó como consecuencia de la apertura de alvéolos y vías aéreas de las zonas dependientes del pulmón que se encontraban colapsadas (atelectasias) por el propio peso de las áreas supraadyacentes (teoría de la esponja)^{9, 10, 11}. Esta explicación ha sido cuestionada por otros autores que piensan que se debe a la entrada forzada de aire en unidades alveolares rellenas de líquido (teoría del edema). El pulmón con SDRA es heterogéneo en la distribución de las lesiones, y en un corte transversal de TAC de tórax se pueden distinguir esquemáticamente 3 áreas. La primera es el área no ventilada o dependiente, la segunda es el área bien ventilada e independiente y un área entre ambas denominada mal ventilada^{8,9}. La aplicación de ventilación mecánica en estas áreas tiene distintos efectos, por ejemplo para abrir las áreas no ventiladas mantenerlas abiertas se requiere un aumento de la

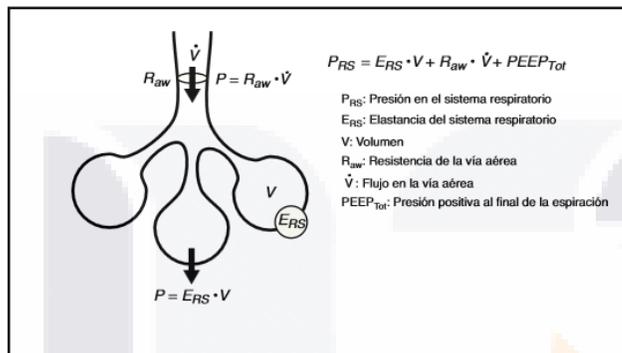
presión y del PEEP, en contraste estas altas presiones pueden generar sobredistensión en las áreas bien ventiladas y secundariamente daño. De ahí la importancia de entender los mecanismos que determinan VILI para minimizar sus efectos con el uso de una ventilación mecánica protectora¹⁵. Según Gattinoni y cols., VILI no es más que el excesivo Stress y Strain regional/global aplicado a este “pulmón de bebé”. Entendiendo como stress la presión de distensión o tensión aplicada a las estructuras del fibroesqueleto pulmonar y strain a la deformación generada por esta maniobra^{9, 10, 11}. En el pulmón, interdependiente como un todo a través de su fibroesqueleto, el stress mecánico resulta asociado con elongación (ΔL) de las fibras desde su posición de reposo (L_0) y esto es lo que se llama strain ($\Delta L/L_0$). Stress y strain son por ende fenómenos íntimamente ligados, como dos caras de la misma moneda y esto se expresa en esta fórmula: $\text{Stress} = K \times \text{strain}$. En otros términos, el equivalente clínico de stress en el pulmón es la presión transpulmonar (presión de la vía aérea menos presión pleural), así mismo el equivalente clínico de strain es la razón entre el cambio de volumen (ΔV) y la capacidad residual funcional (CRF), el cual es el volumen pulmonar de reposo, de ahí que a menor volumen pulmonar inicial, mayor será el porcentaje de deformación, dicho de modo directo a menor volumen inicial mayor strain para cada volumen corriente⁸. El daño inducido por la ventilación mecánica se origina por una injuria física: barotrauma, volutrauma y/o atelectrauma, y la injuria inflamatoria o biotrauma. Hecha esta categorización, debe mencionarse que estos mecanismos de daño están íntimamente asociados uno y otro^{11, 12, 13}.

1.11 Ecuación del movimiento

Se entiende por ecuación del movimiento a la relación entre la derivada temporal de una o varias variables y el estado físico del sistema al que pertenecen. Aplicado al tema que nos ocupa, se define la ecuación del movimiento del sistema respiratorio a la relación entre la presión en el sistema y los valores de volumen, flujo y flujo convectivo^{9, 10}. Lo que en definitiva representa esta ecuación es que 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^{11, 12}. A partir de la ecuación del movimiento podemos dilucidar las condiciones que se tienen que dar para realizar un estudio adecuado de la mecánica respiratoria¹².

La pared torácica y el parénquima pulmonar funcionan, desde un punto de vista mecánico,



como un sistema en serie. Es decir, las presiones generadas por ambos subsistemas se suman, contribuyendo a la presión final resultante² (figura 1).

Figura 1. Pared torácica

2. JUSTIFICACIÓN

Existe amplia literatura y conocimiento sobre índices pronósticos para predecir un fallo o éxito en el destete ventilatorio, la mayoría de la información se encuentra centrada en el estudio específico de fuerza muscular, capacidades pulmonares, características físicas del aparato respiratorio, integridad del sistema nervioso central para mantener reflejos protectores de vía aérea, no existe información de un modelo en el cual se integren la mayoría de las características propuestas por cada índice, se valora por separado las variables.

El Poder Ventilatorio conjunta las propiedades elásticas del sistema respiratorio, las diferentes presiones de la vía aérea, el movimiento del flujo y las fuerzas que se oponen a este, la presión ejercida sobre el parénquima pulmonar convirtiendo estas variables mediante una ecuación que explica cada propiedad dando un resultado numérico representando en Jouls, demostrando la energía necesaria para realizar la respiración, indicando grado de lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

No existe un parámetro o una correlación de variables que nos indiquen una tasa de éxito al destete ventilatorio 100%, diferentes asociaciones y guías medicina crítica recomiendan índices pronósticos.

2.1 Planteamiento del problema

Los pacientes ingresados a la Unidad de cuidados intensivos en su mayor número requieren el uso de ventilación mecánica invasiva como manejo integral de patología que suscito el ingreso a dichos cuidados críticos. El avance tecnológico del sistema de ventilación mecánica obliga al conocimiento con mayor detalle del funcionamiento específico de cada uno de los componentes que lo integra y la interacción con el sistema respiratorio del paciente.

El someter a ventilación mecánica conlleva complicaciones ya estudiadas en diversas literaturas, aumento en la incidencia de neumonías, lesión pulmonar inducida por el ventilador, riesgo cardiovascular entre otras patologías que sufren impacto directo en los días de estancia en UCI y por lo tanto aumento en la mortalidad.

Como protocolo es necesario la progresión ventilatoria al resolver estado crítico y mejoría de parámetros clínicos y laboratoriales, corroborando en una lista de requisitos que demuestren la seguridad para una adecuada extubación endotraqueal.

Existen diferentes índices para valorar una extubación exitosa de los más utilizados se encuentran, índice de ventilación superficial espontanea, algunos otros valoran volumen minuto, esfuerzo de los músculos inspiratorios, el inicio del estímulo respiratorio central, edema laríngeo, propiedades estancia pulmonar, sin embargo no contamos con alguno que valora en su mayoría dicha integridad en conjunto del sistema respiratorio y el grado de lesión inducida por el ventilador al momento del destete.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

Conocer el resultado del poder ventilatorio al momento de realizar discontinuación de la ventilación mecánica.

Conocer la correlación de los índices pronósticos para el destete ventilatorio y su valor clínico para predecir un fallo al retiro de la ventilación mecánica en Unidad de Cuidados Intensivos Adultos del Hospital Miguel Hidalgo.

2.2.2 Objetivos específicos

Conocer los diferentes índices predictores de destete ventilatorio exitoso.

Documentar las principales causas que condicionan una falla a al destete ventilatorio.

Conocer la utilidad del Poder Ventilatorio como modelo para valorar posible lesión pulmonar asociada al ventilador al momento del destete y como método de monitoreo.

2.2.3 Hipótesis

El uso del Poder ventilatorio es un modelo aplicable en los pacientes que se encuentran dentro del protocolo para destete de la ventilación mecánica para monitorizar y indicar el grado de lesión pulmonar asociada al ventilador.

2.2.4 Hipótesis nula

El Poder ventilatorio es un modelo que no es aplicable como monitorización del paciente con ventilación mecánica y no se asocia a lesión pulmonar inducida por el ventilador durante protocolo de destete.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de estudio

Diseño analítico descriptivo observacional y retrospectivo.

3.2 Definición del universo

Se revisan expedientes de pacientes ingresados en unidad de terapia intensiva del Centenario Hospital Miguel Hidalgo los cuales reúnen criterios de inclusión para el estudio y se encuentran dentro del protocolo de destete ventilatorio, dentro del periodo comprendido entre noviembre 2016 a julio 2017.

3.3 Criterios de inclusión

- a) Pacientes mayores de 16 años.
- b) Pacientes sometidos a ventilación mecánica por más de 24 horas.
- c) La causa que suscitó el ingreso a UCI y someter a ventilación mecánica se encuentre resuelta.
- d) Pacientes hemodinámica estables
- e) Cumplimiento de *Check List* dentro del protocolo destete ventilatorio sea satisfactorio para extubación.

3.4 Criterios de exclusión

- a) Pacientes sometidos a ventilación mecánica con un tiempo menor a 24 horas.
- b) Pacientes que presentan extubación fortuita.
- c) Pacientes a los que se les realice o acudan con presencia de cánula traqueotomía.

3.5 Criterios de eliminación

- a) Pacientes provenientes sector privado
- b) No contar con expediente completo.
- c) Paciente que requiera ser trasladado a otra unidad hospitalaria
- d) Defunción

3.6 Implementación de la investigación

Se revisaron expedientes pacientes ingresados a la unidad de terapia intensiva, durante los periodos comprendidos entre Noviembre 2016 a Julio 2017, tomando los datos de variables que interesan al estudio. Todas estas variables se tomaron con datos concretos y de fácil medición tomándolas como variables nominales, ordinales o de cadena, con la finalidad de interpretar mejor las frecuencias en el momento de su medición y valoración.

Software calculo Poder ventilatorio Energy Calculator V. 1.2.7. Idea & Concept: Prof. L. Gattinoni, Programming: Dr. P. Herrmann.

Posteriormente se vaciaron los datos a Excel 2103, análisis estadístico IBM SPSS Statistcs Versión 23, el cual se realiza análisis de prevalencia, moda, mediana y promedios. Se expresan en los resultados en gráficas y tablas. Se describe la discusión y al final las conclusiones de dicho estudio.

3.7 Consentimiento bajo información

Se solicitó consentimiento de información al comité de bioética del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Al no ser un estudio experimental no hubo necesidad de obtener consentimiento informado de los pacientes.

3.8 Recursos y logística

Los recursos humanos incluye al autor de la tesis en la investigación de datos, el personal de archivo clínico en la búsqueda de expedientes.

3.9 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

| VARIABLE | TIPO | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | ESCALA DE MEDICION |
|-------------|---------------|--|--|-----------------------------|
| Edad | Independiente | Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo hasta el momento en que se realiza el estudio | Número de años cumplidos tomando en cuenta lo reportado en el expediente | En años, 0 a 99 |
| Genero | Independiente | Condición orgánica que distingue al macho de la hembra basado en características evidentes que se comparan con un estereotipo. | Se reportara tomando en cuenta el expediente. | 1. Masculino 2. Femenino |
| Diagnostico | Independiente | Condición patológica de un individuo | Se reporta tomando en cuenta el expediente, | Se denomina de acuerdo |

| | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---|---|---|
| | | ocasionando alteración en su homeostasis. | condición patológica que ocasiona ingreso a UCI. | a órgano afectado, etiología causal y gravedad. |
| Presión arterial media | Cuantitativa discreta | Es la presión promedio medida sobre un ciclo cardiaco completo. | Con la fórmula $2 \text{ PAD} + \text{PAS} / 3$ | PAM mmHg: 1) normal (60-105 mmHg) 2)hipotensión (<60mmHg) 3)hipertensión (>105 mmHg) |
| Presión arterial sistólica | Cuantitativa discreta | Corresponde al valor máximo de la presión arterial en sístole | Se medirá por medio de baumanómetro digital, por monitor PHILLIPS | Se expresara en mmHg |
| Presión arterial diastólica | Cuantitativa discreta | Corresponde al valor máximo de la presión arterial en diástole | Se medirá por medio de baumanómetro digital, por monitor PHILLIPS | Se expresara en mmHg |

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|--|---|--|
| Frecuencia cardiaca | Cuantitativa discreta | Número de pulsaciones (latidos del corazón) por unidad de tiempo (1 minuto) | Frecuencia cardiaca reportada por el monitor PHILLIPS. | 1) normal: 60-99 latidos 2) bradicardia: < 60 latidos 3) taquicardia (> 100 latidos) |
| Temperatura corporal | Cuantitativa discreta | Grados centígrados censados en axila del paciente por unidad de tiempo (3 minutos) | Se medirá por medio de termómetro de mercurio. | Se expresa en grados centígrados. |
| Peso | Cuantitativa | Es el volumen del cuerpo expresado en kilo. | Peso en kg a la llegada del paciente, medido en cama Stryker. | Se expresa en kilogramos |
| Talla | Cuantitativa | La longitud de la planta de los pies a la parte superior del cráneo expresada en centímetros | Medición en centímetros utilizando cinta métrica | Se expresa en centímetros |
| Saturación de oxigeno | Cuantitativa discreta | Método no invasivo, que | A través de oximetría de | 1) normal (90-97%) |

| | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|--|--|--|
| | | permite determinar el porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en sangre de un paciente con ayuda de métodos fotoeléctricos | pulso, con parámetros de monitor PHILLIPS | 2) hipoxemia (<90 %) 3)hiperoxemia (> 97 |
| Frecuencia respiratoria | Cuantitativa discreta | Las veces que se respira (ciclo de respiración: se contraen y se expanden los pulmones) por unidad de tiempo (1 minuto) | Las observadas en el paciente durante 1 minuto | 1. Normal: 12 a 20 respiraciones por minuto. 2. Bradipnea: menor de 12 3. Taquipnea: mayor de 20 |
| Relación Inspiración: Expiración | Cuantitativa | La duración que tiene la inspiración y la duración que tiene la expiración durante una respiración | Mediante el monitor del ventilador mecánico | Se expresa en segundos. |

| | | | | |
|---|-----------------------|---|---|--|
| Presión arterial de oxígeno | Cuantitativa discreta | La presión parcial de oxígeno (PO ₂) nos permite conocer el grado de oxigenación con el que la sangre llega a los tejidos | Mediante el monitor del ventilador mecánico | Se expresa en mmH |
| Relación PaO ₂ /FiO ₂ | Cuantitativa discreta | Relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno (está representada en decimales) utiliza para determinar el daño de lesión pulmonar. | Mediante el valor expresado en una muestra de sangre arterial y cantidad administrada de oxígeno mediante el monitor del ventilador mecánico. | 0.-Normal: Mayor 301 1.-Leve PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 300 pero > 200 2.- Moderada PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 200 pero > 100 3.- Severa PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 100 |
| Días de hospital | Cuantitativa | Días de estancia en la unidad de cuidados intensivos | Días en los que el paciente se encuentra en una unidad medica | Se expresara en número arábigo |

| | | | | |
|------------------------------|-----------------------|---|---|----------------------------------|
| Días en ventilación mecánica | Cuantitativa | Es el número de días que el paciente se encuentra bajo ventilación mecánica invasiva. | Días de ventilación durante su hospitalización. | Se expresara en número o arábigo |
| CPAP | Cuantitativa discreta | Se define como la presión continua en la vía aérea | A través del monitor del ventilador mecánico | Se medirá en Cm H2O |
| Presión soporte (PS) | Cuantitativa discreta | El operador decide qué nivel de presión se debe suministrar, la cual será mantenida durante todo el ciclo inspiratorio espontáneo del paciente. Es una forma de ventilación asistida, en la que el paciente dispara el ventilador | A través del monitor del ventilador mecánico | Se expresa en Cm H2O |

| | | | | |
|---|-----------------------|--|--|----------------------------------|
| | | respiración a respiración. | | |
| Volumen Minuto | Cuantitativa discreta | Volumen de gas inhalado (volumen minuto inhalado) o exhalado (volumen minuto exhalado) desde los pulmones de una persona por minuto. | A través del monitor del ventilador mecánico | Se expresa en ml/minuto. |
| Volumen tidal inspirado | Cuantitativa discreta | Volumen de aire que circula en una inspiración | Mediante el monitor del ventilador mecánico | Se expresara en ml |
| Volumen tidal espirado | Cuantitativa discreta | Volumen de aire que circula en una espiración | Mediante el monitor del ventilador mecánico | Se expresara en ml |
| Fracción inspirada de Oxígeno (FIO ₂) | Cuantitativa discreta | Cantidad de oxígeno inspirado | Mediante el monitor del ventilador mecánico | Se expresa en porcentaje. |
| Presión máxima inspiratoria | Cuantitativa discreta | Es la presión obtenida justo al final de la | Mediante el monitor del ventilador | Se expresa en cmH ₂ O |

| | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|--|---|--|
| (Pmax) | | insuflación del VT. Equivale a la presión necesaria para vencer las resistencias friccionales al flujo que oponen las vías aéreas y el tubo endotraqueal, y las resistencias elásticas del sistema respiratorio. | mecánico | |
| Presión alveolar de oxígeno | Cuantitativa descriptiva | Se define como la presión necesaria para mantener el alveolo abierto. | Mediante la fórmula: (Presión barométrica – PVH ₂ O) X FIO ₂ – (PaCO ₂ /0.8) | Se expresa en mmHg |
| Índice de ventilación superficial | Cuantitativa descriptiva | Es el número de respiraciones por minuto por litro. | Se mide con la frecuencia respiratoria/volumen corriente | Valores menores a 100 por minuto son seguros |
| Compliance dinámica | Cuantitativa discreta | Es la distensibilidad o capacidad del pulmón de dejarse distender. | Mediante el monitor del ventilador mecánico | Se expresa en ml |

| | | | | |
|---------------|---------|---|---|---|
| Re-intubación | Nominal | Introducción de un tubo en la tráquea, a través de la boca o de la nariz. | Aquellos pacientes que posterior a la liberaciones de la ventilación mecánica requirieron intubación en las primeras 24 horas | Se expresó de la siguiente manera, requirió intubación: 1: Si 2: No |
|---------------|---------|---|---|---|

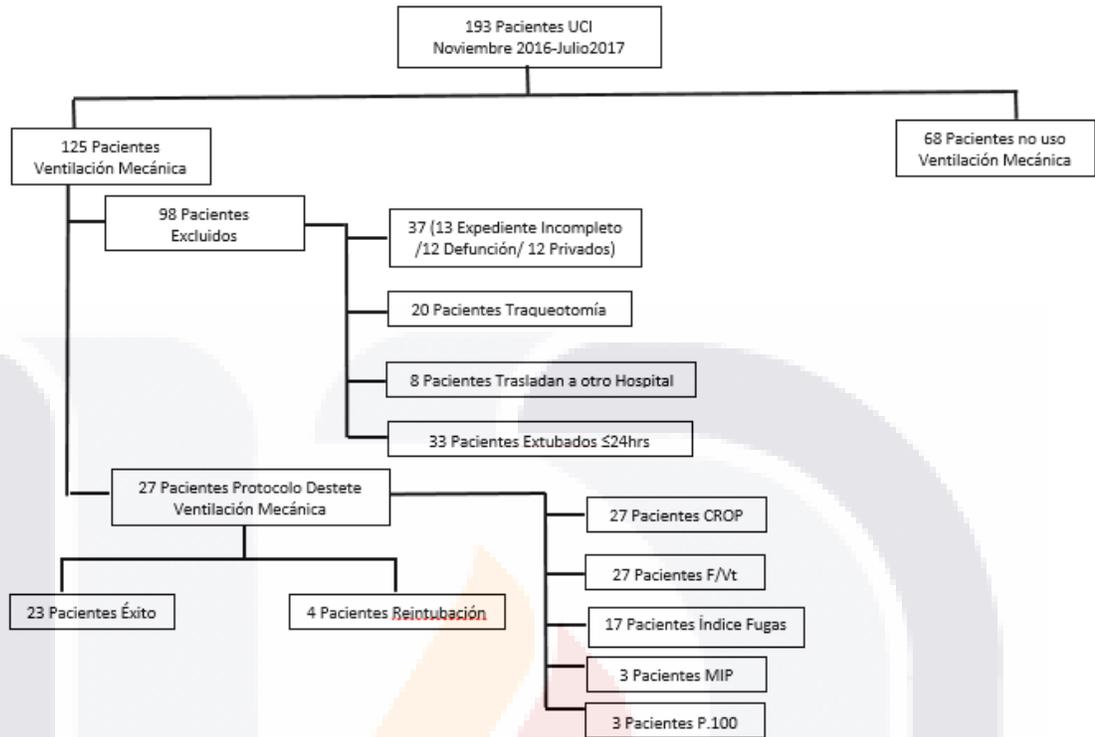
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se revisaron 193 expedientes de pacientes ingresados a la unidad de terapia intensiva, durante los periodos comprendidos entre Noviembre 2016 a Julio 2017, el diagnostico de ingreso principal es trauma de cráneo 10 pacientes 37.03% (tabla 2), de los cuales 68 fueron eliminados al no ingresar con requerimiento de ventilación mecánica, 98 pacientes con criterios de exclusión y 27 reunieron los criterios de inclusión (tabla 3). 21 fueron del sexo masculino: 77.8% (grafica 1), con una edad de 34.3 ± 11.8 años, valores de hemoglobina sérica 11.1 ± 2.2 g/dL, tensión arterial media 93.9 ± 9.0 mmHg, cociente de oxigenación 326.3 ± 99.7 mmHg, relación presión arterial de oxígeno con presión alveolar de oxígeno de 0.56 ± 0.19 , índice de ventilación superficial 33.7 ± 7.8 respiración/L/min, índice de CROP de 27.5 ± 19.2 ml/respiración/min, índice de fugas $31.1 \pm 4.4\%$.

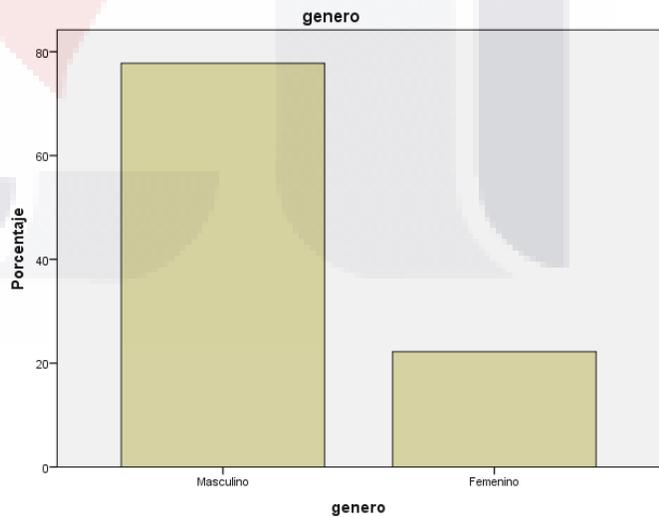
Tabla 2.
El principal diagnostico al ingreso a UCI en nuestro estudio es trauma de cráneo con 37.03%.

| DIAGNÓSTICOS PRINCIPALES | |
|---------------------------------------|----|
| Traumatismo craneoencefálico (37.03%) | 10 |
| Neumonía grave (22.22%) | 6 |
| Choque hipovolémico (14.81%) | 4 |
| Sepsis abdominal (11.11%) | 3 |
| Otros (14.81%) | 4 |

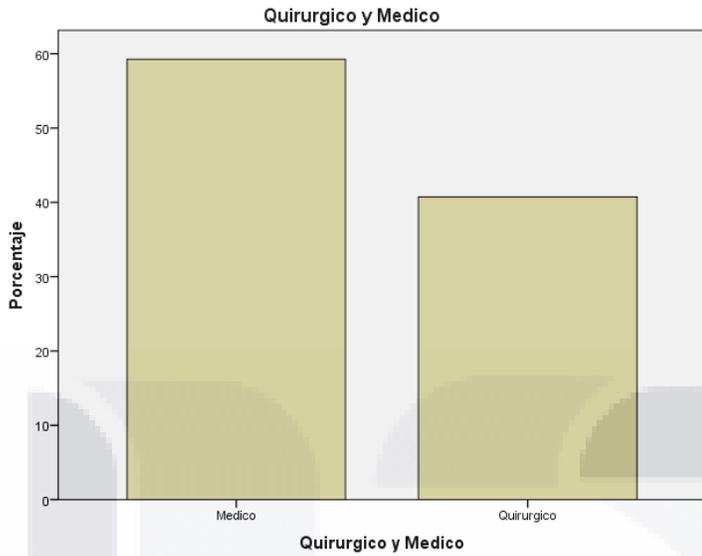
Tabla 3. Distribución de pacientes



El 77.8% del sexo masculino.



Grafica 1. Grafico distribución por sexo



El mayor motivo de ingreso a UCI debido a patología no quirúrgica en 59.3% de los pacientes.

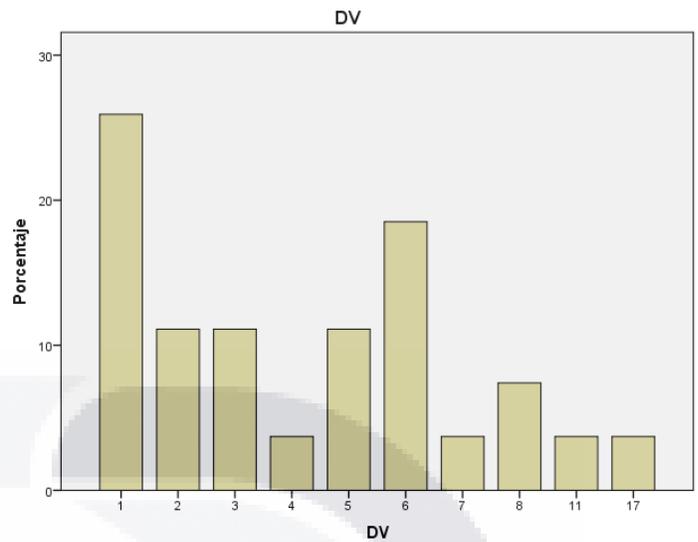
Grafica 2. Diagnósticos a su ingreso UCI médico y quirúrgico

Tabla 4. Escala Coma de Glasgow al momento de la extubación

| | | ECG | | | |
|--------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | 9 | 1 | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| | 11 | 26 | 96.3 | 96.3 | 100.0 |
| | Total | 27 | 100.0 | 100.0 | |

Al momento de la desvinculación del ventilador mecánico 96.3% de los paciente se encuentran con Escala de coma de Glasgow 11T y el 3.7% con 9 puntos a la valoración neurológica.

La ventilación mecánica fue utilizada en la mayoría de los pacientes durante 24 horas corresponde al 25.9%.



Grafica 3. Días de ventilación mecánica

Tabla 5. Éxito o falla extubación

| | | Éxito | | | |
|--------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | FALLO | 4 | 14.8 | 14.8 | 14.8 |
| | EXITO | 23 | 85.2 | 85.2 | 100.0 |
| Total | | 27 | 100.0 | 100.0 | |

El éxito del destete ventilatorio se presentó 85.2% de los pacientes estudiados. El motivo de fracaso al destete se encuentra fatiga respiratoria y estridor laríngeo.

Los 14.8% pacientes que presentaron fracaso a la extubación endotraqueal el motivo de reintubación y manejo ventilación mecánica nuevamente fue debido a estridor laríngeo y posteriormente datos clínicos de insuficiencia respiratoria con una media de 5 días bajo ventilación mecánica (tabla 5).

Tabla 6. Lesión pulmonar

| Variable | LESIÓN PULMONAR | | P |
|----------|-----------------|------------------|----------|
| | SI | NO | |
| PD | 15.99(±2.19) | 7.85(±2.45) | 0.0000** |
| FVT | 30.72(±7.27) | 34.45(±7.9) | 0.346 |
| CROP | 27.23(±16.94) | 27.57(±20.14) | 0.971 |
| HB | 10.78(±2.53) | 11.17(±2.25) | 0.731 |
| TEMP | 36.82(±0.20) | 35.31(±7.1) | 0.339 |
| TAS | 134.20(±4.76) | 131.18(±16.19) | 0.464 |
| TAD | 81.80(±8.72) | 73.50(±8.41) | 0.103 |
| TAM | 99.26(±6.77) | 92.72(±9.16) | 0.108 |
| FC | 80.80(±17.75) | 82.86(±13.31) | 0.728 |
| IK | 308.80(±72.42) | 330.27(±106.023) | 0.601 |
| FUGA | 30.00(±5.65) | 31.27(±4.52) | 0.72 |
| O2Aa | 0.518(±0.147) | 0.572(±0.200) | 0.506 |
| Pmas | 22.80(±5.63) | 23.23(±6.26) | 0.885 |
| Cd | 27.80(±2.04) | 32.91(±5.94) | 0.004** |
| Ce | 27.00(±3.00) | 34.08(±7.92) | 0.004** |

t de Students

** p<0.005

El promedio de poder ventilatorio fue de 15.99 ± 2.19 en el grupo de pacientes con lesión en comparación al 7.85 ± 2.45 que no tuvieron dicha entidad clínica en la cual se muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.0000$); el promedio de la Cd es de 27.80 ± 2.09 en los pacientes con lesión pulmonar y 32.91 ± 5.94 en los que no se desarrolló afectación pulmonar presentando así diferencia estadística significativa (0.004); otra variable relacionada Ce con 27.00 ± 3.00 asociados a lesión pulmonar y de 34.08 ± 7.92 no se determinó afectación pulmonar (0.004) . Las demás variables no se asocian a VILI en este estudio (tabla 6).

5. DISCUSIÓN

El fallo al destete ventilatorio referido en literatura europea, sociedad americana del tórax se reporta entre 10-20% de los pacientes porcentaje coincide con la frecuencia de fallo en unidad de cuidados intensivos adultos, no existe un parámetro o incide con predicción de éxito al realizar extubación endotraqueal^{12,14}. Es necesario continuar aplicando protocolo de desvinculación a la ventilación mecánica siempre y cuando las condiciones del paciente así lo permitan se resulta causa que conllevo su ingreso a UCI, estabilización de parámetros clínicos y laboratoriales, valoración neurológica detallada.

En nuestro trabajo se encuentra en su mayoría del sexo masculino corresponde al 77.8% de los pacientes esto es debido al motivo de ingreso que suscita el manejo por medicina critica, en la UCI del Hospital Miguel Hidalgo en su mayoría de los ingresos es debido a traumatismo craneoencefálico pacientes jóvenes.

Parte del protocolo destete la aplicación de diferentes índices predictores del éxito son utilizados en los cuales se valora en forma directa la integridad a nivel neurológico del proceso inicial de la respiración, características de la fuerza músculos que intervienen en la respiración, edema laríngeo y su predicción a estridor laríngeo posterior a la extubación, se valora la capacidad pulmonar y sus volúmenes, características mecánicas con elastancia y compliance pulmonar^{1,6}. La fórmula del poder ventilatorio tiene como característica particular valorar las cualidades dinámicas y estáticas del sistema respiratorio a partir de la formula inicial del movimiento expresando un resultado en joules/minuto, es necesario demostrar el daño pulmonar inducido por el ventilador por algún método ya estudiado y realizar la asociación, no se encuentra en la literatura actual un parámetro del cual partir e indicar que se está desarrollando VILI en este grupo de pacientes^{6,9}.

La utilización de dicho modelo como limitación se encuentra la variable tiempo debido a que su aplicación debe realizarse en forma continua, las variables asociadas a mayor lesión en nuestro estudio son Ce y Cd las cuales conforman la fórmula del poder ventilatorio¹⁶.

El desarrollo de la mecánica respiratoria en el paciente ventilado radica en el interés de utilizar los diferentes parámetros de mecánica respiratoria como guía para ajustarla ventilación mecánica y, especialmente, para disminuir la lesión asociada a la ventilación. Sin embargo, como ya se ha visto, la interpretación de cada dato debe hacerse en un contexto determinado y múltiples factores pueden influir en cada determinación. A modo de ejemplo, un valor aislado de presión en meseta puede tener un significado muy diferente en función de la compliancia de la pared abdominal, del esfuerzo inspiratorio del paciente o de la PEEP aplicada¹.

La utilización del poder ventilatorio durante el destete ofrece al clínico información para valorar características pulmonares y su interacción con el ventilador mecánico podría ser un parámetro aplicable para toma de decisiones en conjunto con valoración integral del paciente^{1, 6, 16}.

7. CONCLUSIONES

En pacientes dentro del protocolo de destete ventilatorio en unidad de cuidados intensivos adultos no es factible asociar el poder ventilatorio con VILI debido al no contar con un método comprobatorio avalado que demuestre dicha lesión.

No existe asociación del poder ventilatorio con diferentes índices pronósticos de extubación exitosa.

Hasta la fecha no se dispone de ninguna evidencia sólida de que una determinada medida de mecánica respiratoria ofrezca una guía clara para el ajuste del tratamiento.

Por tanto, aunque la mecánica puede ayudarnos a entender qué ocurre en el sistema respiratorio de un paciente ventilado, no se puede proponer con rotundidad una guía para el ajuste del ventilador basada en estas medidas.

Se requiere mayor información donde se analice el poder ventilatorio desde el ingreso de los pacientes a UCI y valorar evolución así como características que modifican dicha fórmula, con ello se podría determinar factores exacerbantes de lesión pulmonar así como evolución de daño pulmonar asociado a la ventilación mecánica.

La mecánica ventilatoria debe ser interpretada por el clínico como una ayuda en el contexto global del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Guillermo D. Hernández-López, Raúl Cerón-Juárez, Diana Escobar-Ortiz, Leticia Graciano-Gaytán. Retiro de la ventilación mecánica. *Med Crit* 2017;31(4):238-245.
- 2.- E. García-Prieto, L. Amado-Rodríguez, G.M. Monitorización de la mecánica respiratoria en el paciente ventilado. *Albaiceta. Med Intensiva* 2014; 38 (1) 38:49-55.
- 3.- Chen L, Gilstrap D, Cox CE. Mechanical Ventilator Discontinuation Process. *Clin Chest Med.* 2016 Dec;37(4):693-699.
- 4.- Pellegrini JA, Moraes RB, Maccari JG, de Oliveira RP, Savi A, Ribeiro RA, Burns KE, Teixeira C. Spontaneous Breathing Trials With T-Piece or Pressure Support Ventilation. *Respir Care.* 2016 Dec;61(12):1693-1703.
- 5.- Umbrello M, Marino A, Chiumello D. Tidal volume in acute respiratory distress syndrome: how best to select it. *Ann Transl Med.* 2017 Jul;5(14):287.
- 6.- De Meirelles Almeida CA, Nedel WL, Morais VD, Boniatti MM, de Almeida-Filho OC. Diastolic dysfunction as a predictor of weaning failure: A systematic review and meta-analysis. *J Crit Care.* 2016 Aug;34:135-41.

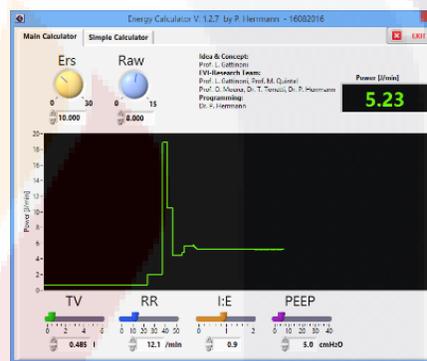
- 7.- Beitler JR, Malhotra A, Thompson BT. Ventilator-induced Lung Injury. Clin Chest Med. 2016 Dec;37(4):633-646.
- 8.- Chiumello D, Brioni M. Severe hypoxemia: which strategy to choose. Crit Care. 2016 Jun 3;20(1):132.
- 9.- Rahaman U. Mathematics of ventilator-induced lung injury. Indian J Crit Care Med 2017;21:521-4
- 10.- Hamlington KL, Smith BJ, Allen GB, Bates JH. Predicting ventilator-induced lung injury using a lung injury cost function. J Appl Physiol. 2016 Jul 1;121(1):106-14
- 11.- Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. Mayo Clin Proc. 2017 Sep;92(9):1382-1400.
- 12.- Rose L, McGinlay M, Amin R, Burns KE⁴, Connolly B, Hart N, Jouvet P, Katz S, Leasa D, Mawdsley C, McAuley DF, Schultz MJ, Blackwood B. Variation in Definition of Prolonged Mechanical Ventilation. Respir Care. 2017 Oct;62(10):1324-1332.
- 13.- Hetland B, Lindquist R, Chlan LL. The influence of music during mechanical ventilation and weaning from mechanical ventilation: A review. Heart Lung. 2015 Sep-Oct;44(5):416-25.
- 14.- Karthika M, Al Enezi FA, Pillai LV, Arabi YM. Rapid shallow breathing index. Ann Thorac Med. 2016 Jul-Sep;11(3):167-76.
- 15.- El-Khatib MF, Bou-Khalil P. Clinical review: liberation from mechanical ventilation. Crit Care. 2008;12(4):221.

16.- L. Gattinoni, T. Tonetti, M. Cressoni, P. Cadringer. Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016 Oct;42(10):1567-1575

ANEXOS

ANEXO A

Energy Calculator V. 1.2.7. Idea & Concept: Prof. L. Gattinoni, Programming: Dr. P. Herrmann.



ANEXO B.

Hoja recolección de datos

CHMH
CENTRO HOSPITALARIO DE MADRID

Asociación "Poder Ventilatorio" en Paciente sometido protocolo destete

ventilung

Paciente: _____

Edad: _____

FI: _____

Exp: _____

FE: _____

Diagnostico: _____

Días en UCI: _____

| Variables | Variables | Variables | Variables |
|--------------------------|------------------|-----------|-------------------|
| f/Vt | Gradiente O2 A-a | | Poder Ventilación |
| Presión Oclusión 0.1 seg | FC | | AP |
| MIP | TA | | |
| Índice Fugas | Temperatura | | |
| IK | Hb | | |
| PSV | Índice CROP | | |
| CPAP/PEEP | Días VM | | |
| Glasgow | Plmax | | |
| I:E | Cdyn | | |

Extubación exitosa: Si/no

Motivo Falla: _____

Comentarios: _____