



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

TESIS

“Incidencia de riesgo de P SILI durante el protocolo de extubación en los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo de Mayo 2023 a Diciembre 2023”

PRESENTA

Rosales Garcia Andres Alejandro

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

ASESORES DE TESIS

Dr. Edmundo Israel Roque Marquez

Dr. Irving Santiago Fraire Félix

Dr. Emanuel Zacarias Rodríguez Cisneros

Aguascalientes, Aguascalientes, Enero 2024.

Carta de Aceptación

 **Agascalientes**
Centro de trabajo y educación
El estado de México

 **Centenario Hospital Miguel Hidalgo**

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/074/23
Aguascalientes, Ags., a 10 de Julio de 2023

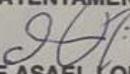
DR. ANDRES ALEJANDRO ROSALES GARCÍA
INVESTIGADOR PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión del día 20 de Abril del presente año, sometió a revisión el protocolo con número de registro **2023-R-16** y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"INCIDENCIA DE RIESGO DE P SILI DURANTE EL PROTOCOLO DE EXTUBACIÓN EN LOS PACIENTES INGRESADOS EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO DE MAYO 2023 A DICIEMBRE 2023"

Sin otro particular, se solicita a los investigadores entregar resumen de resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

ATENTAMENTE


DR. JAIME ASAEL LOPEZ VALDEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
SECRETARIO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN


10 JUL. 2023
APROBADO
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN


10 JUL. 2023
APROBADO
COMITE DE INVESTIGACION

C.c.p.- DR. FELIPE DE JESUS FLORES PARKMAN S.- JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DEL CHMH.

JALV/JM/AG/2023

  449 9 94 67 20  www.wissea.gob.mx  Av. Manuel Gómez Morán S/N
Fracc. Alameda, C.P. 20259

Carta del Decano

CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL

DOCTOR SERGIO RAMIREZ GONZALEZ
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **ROSALES GARCIA ANDRES ALEJANDRO** con ID **286213** quien realizó la tesis titulado **INDICENCIA DE RIESGO DE P SILI DURANTE EL PROTOCOLO DE EXTUBACIÓN EN LOS PACIENTES INGRESADOS EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO DE MAYO 2023 A DICIEMBRE 2023**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. IRVING SANTIAGO FRAIRE FÉLIX



Dr. Irving Santiago Fraire Félix
Médico Especialista en Geriátrica
Céd. Prof. 1121014 D A 2
Céd. Exp. 1121014 D A 2

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 17 de noviembre de 2023.

c.c.p - Interesado
c.c.p - Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Degrta. Apoyo al Posgrado
Revisado por: Degrta. Control Escolar/Degrta. Sección de Calidad
Aprobado por: Degrta. Control Escolar/Degrta. Apoyo al Posgrado

Código: DO-SEE-FD-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/18

Hoja de Aceptación Asesores



Aguascalientes
Gente de trabajo y soluciones
El gigante de México



Aguascalientes, Ags. a 29 de Diciembre de 2023

DR. SERGIO RAMÍREZ GÓNZALEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

MTRA. EN C. B. E. SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

PRESENTES

Por medio de la presente informo a ustedes que el medico residente del segundo año de medicina del enfermo en estado crítico adultos Rosales Garcia Andres Alejandro, en el área de terapia intensiva con tesis titulada:

“Incidencia de riesgo de P SILI durante el protocolo de extubación en los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo de Mayo 2023 a Noviembre 2023”

Le informamos que, una vez leído y corregido el documento, cumple los requisitos para ser aceptado y cuenta con el voto aprobatorio de nosotros sus asesores.

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

ATENTAMENTE

Dr Irving Santiago Fraire Felix
Asesor Principal de Tesis
Médico Adscrito al servicio de Terapia Intensiva
Centenario Hospital Miguel Hidalgo

Dr. Edmundo Israel Roque Marquez
Asesor de Tesis
Profesor titular de Subespecialidad
Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Dr. Emanuel Zambrana Rodriguez Cisneros
Asesor de Tesis
Médico Adscrito al servicio de Terapia
Intensiva
Centenario Hospital Miguel Hidalgo



449 9 94 67 20

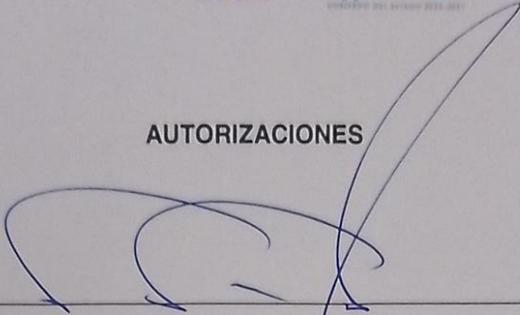
www.isea.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morán S/N
Fracc. Alameda, C.P. 20259

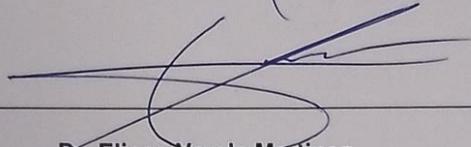
Hoja de Autorización



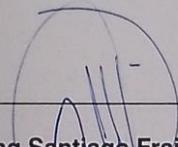
AUTORIZACIONES



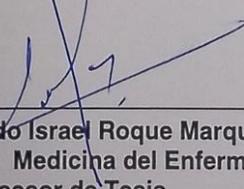
Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman Sevilla
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación



Dr. Eliseo Varela Martínez
Jefe del Departamento de Terapia Intensiva



Dr. Irving Santiago Fraire Felix
Profesor Adjunto del Posgrado Medicina del Enfermo en Estado Crítico y
Asesor Principal de Tesis



Dr. Edmundo Israel Roque Marquez
Profesor Titular del Posgrado Medicina del Enfermo en Estado Crítico y
Asesor de Tesis



Dr. Emanuel Zacarias Rodriguez Cisneros
Profesor Adjunto del Posgrado Medicina del Enfermo en Estado Crítico y
Asesor de Tesis



 449 9 94 67 20  www.issea.gob.mx  Av. Manuel Gómez Morin S/N
Fracc. Alameda, C.P. 20259



Dictamen de Liberación Académica



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 02/02/24

NOMBRE: ROSALES GARCIA ANDRES ALEJANDRO **ID** 287213

ESPECIALIDAD: MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO **LGAC (del posgrado):** PADECIMIENTOS CRITICOS EN EL ADULTO

TIPO DE TRABAJO: () Tesis () Trabajo práctico
TITULO: INCIDENCIA DE RIESGO DE P SILI DURANTE EL PROTOCOLO DE EXTUBACIÓN EN LOS PACIENTES INGRESADOS EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO DE MAYO 2023 A DICIEMBRE 2023

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): MEDIDAS DE PROTECCIÓN PULMONAR EN EL PACIENTE CON VENTILACIÓN MECÁNICA

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- SI Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene el CVU del Conacyt actualizado
- NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Sí
 No

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

Agradecimientos

A la unidad de cuidados intensivos del Centenario por abrirme las puertas y hacerme sentir como en casa, mi segunda casa profesional; brindarme una oportunidad excepcional de desarrollo personal y profesional.

Dr Roberto Alejandro Castillo González por haber confiado en mi y permitirme crecer en la casa que usted dirige.

Dr Salvador Martínez Cano por darme la oportunidad de desarrollarme y permitirse tener una opinión distinta de mi persona.

Dr José Daniel Barrios Díaz no me alcanzará la vida para agradecerle todas las guardias y los consejos que con mucha paciencia tuvo hacia mi; nos debemos un medio maratón doc.

Dr Erick German Serrano Prado por el regalo máspreciado que se le puede hacer a una persona, el tiempo que nos dedicó.

A todo el personal de enfermería; sería imposible nombrar a cada uno, nuestra labor no existe sin ustedes, aprendí mucho de todos y cada uno y no tengo palabras suficientes para agradecerles.

Michael hermano no tengo suficientes palabras para expresar todo lo que has contribuido para lograr este proyecto, nunca podre agradecerte suficiente, gracias por regalarme tu amistad por los ultimo 13 años y contando.

Raúl como lo dice la Biblia se hizo el hombre a la imagen y semejanza, es un honor ser colegas y que haya podido ayudarte a formarte; si la vida te lleva a seguir estudiando, sabes que estaré orgulloso de ti.

Ricardo mi hermano pequeño, eres el mas claro ejemplo de que el alumno supera al maestro, ojala pronto me enseñes algo de todo lo que sabes, y que vayamos más seguido al estadio.

Tato por contribuir siempre al muy necesario desestres de lo que significaron estos 2 años; tenemos que seguir acumulando copas.

Dedicatoria

Papá desde el primer momento que te platique que existía la posibilidad nunca dudaste de que la tomará y la maximizará para mi desarrollo profesional, aunque significará mermar ligeramente tus finanzas.

Mami aún cuando la noche se veía más oscura, siempre tu guía iluminó el camino; eres la vela que a pesar de las tempestades lleva a buen puerto el barco.

Diana I don't know if I can write in Spanish... jajajaja gracias por encontrar los ánimos que solía perder en el camino. Siempre dispuesta a hacerme reír cuando todo iba mal, escucharme cuando tenía que sacar el enojo, aterrizarme cuando estaba incorrecto y además la mejor para encontrar combustible para el trayecto.

Princesita fuiste mi compañía en toda la aventura que significo salir de la ciudad; me levantabas cuando menos quería y siempre me recibiste con alegría inmensa, la vida me hizo despedirme antes de lo que hubiera querido, perdóname por no acompañarte esos últimos momentos.

Índice General

Índice de Tablas	3
Índice de Figuras y Graficas	4
Figuras	4
<i>Graficas</i>	4
Acrónimos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Marco Teórico.....	10
<i>Fisiología de la ventilación espontánea y asistida</i>	10
<i>Lesión pulmonar inducida por el ventilador</i>	10
<i>Patient Self-Inflicted Lung Injury (P-SILI)</i>	12
<i>Tensión y estrés heterogéneos</i>	15
<i>Presión Alveolar</i>	15
<i>Circulo vicioso de P-SILI</i>	16
<i>Interacción Ventilador-Paciente</i>	16
<i>Utilidad del concepto</i>	17
<i>Medición del esfuerzo respiratorio</i>	18
<i>Situaciones clínicas en riesgo de P-SILI</i>	19
<i>Vías de daño asociado a ventilación espontánea</i>	20
<i>Detección de riesgo de P-SILI en ventilación con presión soporte</i>	21
Planteamiento Del Problema	22
<i>Pregunta de investigación</i>	22
Justificación	23
Objetivos	24
<i>Objetivo general</i>	24
<i>Objetivos específicos</i>	24
Hipótesis	25

Metodología	26
<i>Tipo de investigación</i>	26
<i>Nivel de investigación</i>	26
<i>Diseño</i>	26
<i>Población de estudio</i>	26
<i>Unidad de estudio</i>	26
<i>Unidad de análisis</i>	26
Criterios De Selección	27
<i>Criterios de inclusión</i>	27
<i>Criterios de exclusión</i>	27
<i>Criterios de eliminación</i>	27
Consideraciones Éticas	28
Operacionalización De Variables	29
Resultados	31
Discusión	39
Conclusiones	41
Glosario	42
Bibliografía.....	43
Anexos.....	46
<i>Anexo A Cronograma de Trabajo</i>	46
<i>Anexo B Instrumento de Recolección de datos.....</i>	46
<i>Anexo 3 Carta de Consentimiento Informado para Participar en el Proyecto</i>	47

Índice de Tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....30

Tabla 2 Diagnósticos por géneros masculino y femenino.....31



Índice de Figuras y Graficas

Figuras

Figura 1 Circulo vicioso de interacciones ventilador paciente para generación de P-SILI	16
Figura 2 Cronograma de Trabajo	46
Figura 3 Instrumento de Recolección de Datos.....	46

Graficas

Gráfica 1 Diagnósticos principales	32
Gráfica 2 Días de Ventilación.....	33
Gráfica 3 Tipos de weaning y porcentaje.	33
Gráfica 4 Días de ventilación promedio por tipo de weaning.....	34
Gráfica 5 P100 en Mujeres	35
Gráfica 6 P100 en hombres.	35
Gráfica 7 P100 en Weaning Difícil y Simple.....	36
Gráfica 8 Medición de P100 en los diagnósticos más prevalentes.	37
Gráfica 9 Medición de P100 Frecuencia y porcentaje de cada medición.....	38

Acrónimos

CO2 dióxido de carbono

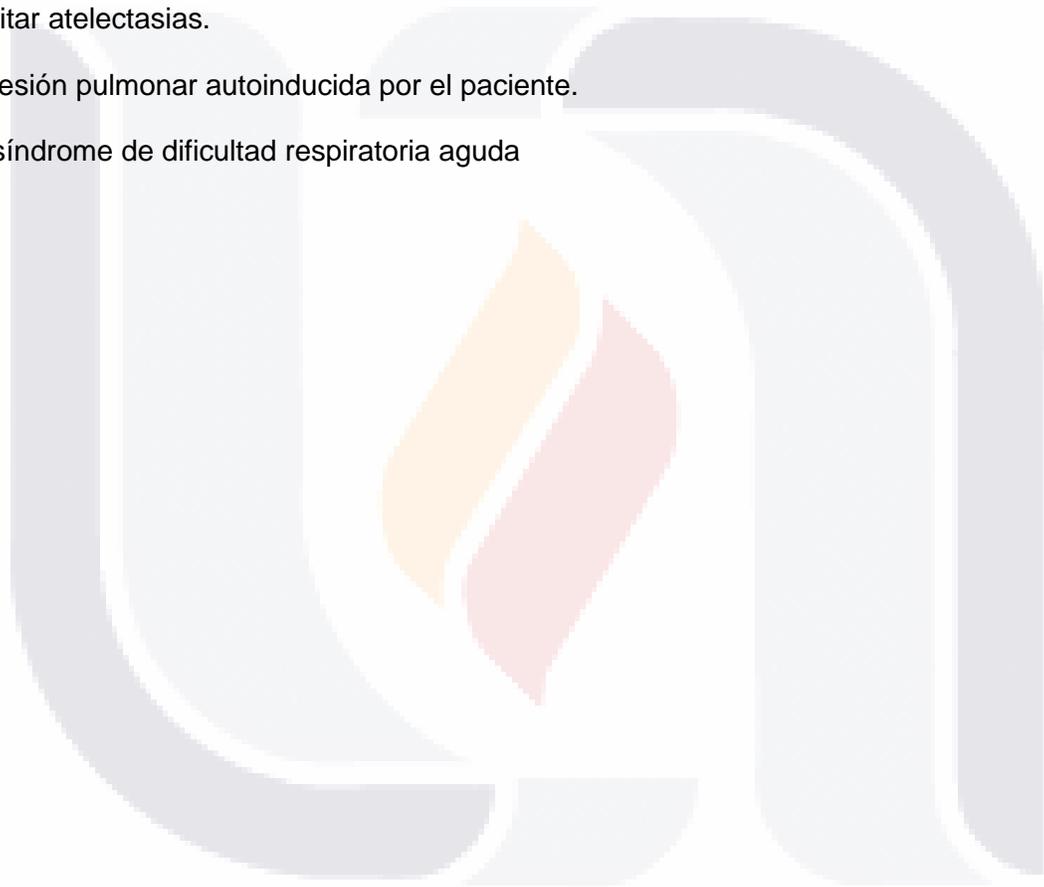
MIP presión inspiratoria máxima medida en una maniobra de oclusión inspiratoria por 20 segundos.

P100 Presión inspiratoria 100 milisegundos en una maniobra de oclusión inspiratoria

PEEP presión positiva al final de espiración. Presión programada por el operador del ventilador para evitar atelectasias.

P-SILI lesión pulmonar autoinducida por el paciente.

SDRA síndrome de dificultad respiratoria aguda



Resumen

Introducción

La ventilación mecánica es una de las intervenciones más prevalentes en las unidades de cuidados intensivos a nivel mundial, el retiro de esta involucra una serie de pasos y de mediciones con miras a asegurar el éxito de la extubación. El siguiente paso tras iniciar el soporte mecánico ventilatorio de un paciente, es plantear el momento cuando se podrá retirar dicho soporte. Tras algunas décadas de investigación y de mejor entendimiento de la ventilación mecánica se definió el concepto de lesión pulmonar inducida por la ventilación. Se ha encontrado que durante este proceso un impulso ventilatorio alto en un paciente con daño pulmonar preexistente puede exacerbar el daño y se acuñó el término lesión pulmonar autoinducida por el paciente (P-SILI).

Objetivo

Determinar la incidencia de riesgo de P SILI durante el protocolo de extubación en los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo de marzo 2023 a noviembre 2023.

Material y Métodos

Se incluyeron en el estudio los pacientes con soporte mecánico ventilatorio ingresados en la unidad de cuidados intensivos. Se registro medición de P100 y MIP durante el protocolo de extubación.

Resultados

Entre Mayo 2023 y Noviembre 2023 fueron incluidos en nuestro estudio 38 pacientes con apoyo mecánico ventilatorio, 29 masculinos y 9 femeninos. De los pacientes incluidos en el estudio tuvimos un total de 234 días de ventilación mecánica con un promedio por paciente de 6.15 días. Se realizaron 67 mediciones de MIP y P100 en los 38 pacientes, el promedio de MIP medido fue -30 cmH₂O (-52 a -7) y P100 promedio -5 cmH₂O (-15 a -2).

Conclusión

Será interesante que a partir de nuestro estudio pudieran surgir nuevas investigaciones que al detectar una medición de P100 menor a -4 cmH₂O pueda realizar intervenciones y seguimiento de los días de intubación que continuaron a dicha detección. Con nuestro estudio establecemos un parámetro en población general; esperando que se realicen nuevas investigaciones en diferentes subpoblaciones para encontrar correlaciones con ciertas patologías. *Palabras Claves* Ventilación mecánica; P-SILI; P-100; lesión pulmonar.

Abstract

Introduction

Mechanical ventilation is one of the most prevalent interventions in intensive care units worldwide, weaning requires a checklist of steps and measurements looking forward for weaning success. Commonly the next question in the intensivist mind after the initiation of ventilatory mechanical support is when this support can be stopped. Decades of investigation and better understanding of mechanical support the term ventilator induced lung injury was coined. With the routine use of mechanical ventilation in the hospital environment another important interaction was found, a strong ventilatory drive in a patient with preexistent lung injury can exacerbate injury and a new concept; Patient self inflicted lung injury.

Objective

To evaluate the incidence of P-SILI during weaning protocol in patients admitted to the Intensive Care Unit of the Centenario Miguel Hidalgo Hospital; from May 2023 to November 2023.

Material y Methods

All patients in mechanical ventilatory support admitted to the intensive care unit were included in the study. P100 and MIP were registered during weaning process.

Results

Between May and November 2023 38 patients with mechanical ventilatory support, were included in our study. 29 males and 9 females. There were 67 measurements of MIP and P100 in the 38 patients, the average MIP was -30 cmH₂O (-52 to -7) and P100 average -5 cmH₂O (-15 to -2). Of the patients included there was a total 234 mechanical ventilation days with an patient average of 6.15 days.

Conclusion

We aim our study to be the start line for further investigation to routinely measure P100 and when it is over -4 cmH₂O interventions can be done and the follow up of intubation days after that measurement. With our study we establish a P100 parameter in general population, so future investigations in different populations to find correlations with certain pathologies.

Key Words

Mechanical Ventilation, P100; P-SILI; lung injury

Introducción

Tras múltiples décadas de investigación experimental y clínica, el concepto de lesión asociada a ventilación se ha vuelto de uso común entre el gremio médico. Se entiende dicho concepto como la posibilidad de que haya lesión pulmonar inducida o empeorada por la ventilación mecánica. El entendimiento de los mecanismos de lesión, incluso de manera parcial, se ha trasladado al campo clínico mediante el establecimiento de parámetros de ventilación protectora que han logrado disminuir la mortalidad en el paciente con síndrome de dificultad respiratoria aguda. La mejor comprensión de las interacciones entre paciente y ventilador ha permitido recientemente, 2017, acuñar el término lesión pulmonar auto-inducida por el paciente (P-SILI). Dicha lesión se ha definido mejor durante el proceso de extubación cuando existe una mayor interacción entre el paciente y el ventilador. Una situación de particular riesgo es cuando hacen sinergia un esfuerzo ventilatorio vigoroso y una lesión pulmonar severa; dicho esfuerzo es particularmente difícil de controlar cuando la lesión pulmonar es grave.

Durante el proceso de extubación entran en juego variables propias del paciente, entre ellas, la fuerza de los músculos respiratorios, el impulso ventilatorio central, el daño preexistente a nivel pulmonar. Pacientes en los cuales confluyen más de una de estas características, teniendo como principal detonador de daño el impulso ventilatorio elevado; aunque no se encuentren intubados o con soporte mecánico ventilatorio, y por lo tanto no están sujetos a sufrir lesiones por el ventilador. En estos casos la ventilación mecánica no es solo cumple con un papel como terapia de soporte, sino también como terapia profiláctica para manejo de esta lesión pulmonar auto-inducida por el paciente (P-SILI). La principal entidad nosológica donde se estudió esta lesión pulmonar fue la neumonía atípica por SARS-Cov2; en dichos pacientes la asociación de hipoxemia en una arquitectura pulmonar sumamente dañada, generaba un esfuerzo ventilatorio vigoroso que exacerbaba dicho daño.

En la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo la ventilación mecánica es la principal intervención de soporte vital que se otorga, alrededor del 80% de ingresos a esta unidad cursan con dicha intervención, y consecuentemente el protocolo de retiro es una intervención frecuente pero no está exenta de complicaciones, siendo la más común un desequilibrio entre el impulso ventilatorio intenso y un parénquima pulmonar dañado, por múltiples condiciones entre las cuales se incluyen lesiones primarias como contusiones pulmonares, lesiones térmicas y neumonías comunitarias además de secundarias como neumonías asociadas a ventilación y diversos niveles de edema pulmonar; asociados a una

reanimación hídrica agresiva. Al ser una terapia multimodal se evaluarán las condiciones clínicas más comúnmente asociadas a riesgo de desarrollo de lesión pulmonar autoinducida.



Marco Teórico

Fisiología de la ventilación espontánea y asistida

El objetivo de la ventilación es permitir al aire que ingrese al espacio alveolar, para que el equilibrio de los gases alveolares con aquellos circulando en la sangre en los capilares peri-alveolares pueda llevarse a cabo. Para permitir la llegada de volumen corriente de la atmosfera al alveolo, se crea una diferencia de presión a través del sistema ventilatorio. En la ventilación no asistida este gradiente de presión es generado únicamente por los músculos de trabajo ventilatorio. El principal musculo ventilatorio, el diafragma, contribuye al 72% de la respiración corriente.¹ Cuando se inicia la ventilación las fibras diafragmáticas sufren tensión y se acortan; el domo del diafragma (tendón central) desciende en relación con la inserción costal del musculo resultando en 2 efectos principales. Uno expande la cavidad torácica en el eje cefalocaudal. Asociadamente hay una disminución en la presión pleural y el volumen pulmonar incrementa. Dos produce un desplazamiento caudal de las vísceras abdominales, incremento de la presión intraabdominal y empuja la pared abdominal hacia fuera².

Durante la ventilación asistida el ventilador representa un generador de presión en serie con los músculos respiratorios y el trabajo para generar el gradiente de presión atmosférico alveolar se comparte por músculos y ventilador. Cuando la ventilación es controlada, los músculos se encuentran pasivos, por lo tanto, la presión positiva generada por el ventilador conduce el volumen corriente al espacio alveolar². La presión total a través del sistema ventilatorio durante la ventilación mecánica se determina con la siguiente ecuación.

$$Pao(t)+Pmus(t)= PEEP+[Ers*V(t)]+[Rrs*Flujo(t)]^3$$

Siendo Pao presión de apertura de vía respiratoria. Pmus presión generada por músculos respiratorios, PEEP presión positiva al final de la espiración. Ers elastancia del sistema respiratorio. V volumen corriente; Rrs resistencia del sistema respiratorio. Flujo es el flujo de aire³.

Lesión pulmonar inducida por el ventilador

Durante las últimas 7 décadas la ventilación mecánica ha evolucionado con mayor sofisticación e interfaces más amigables para el usuario. Es una terapia que salva la vida y usada correctamente puede modificar el desenlace de estados de enfermedad. A pesar de su indudable efecto benéfico la presión positiva puede dañar el pulmón de múltiples maneras llevado a lo que se conoce como lesión pulmonar inducida por el ventilador⁴. Esta observación se realizó desde los inicios de la ventilación mecánica y se acuñó el término pulmón de respirador para identificar la lesión pulmonar en autopsias de pacientes expuestos a ventilación mecánica durante la epidemia de polio⁴. En las últimas 5 décadas, la lesión pulmonar asociada a ventilación se ha

estudiado extensamente y múltiples mecanismos nocivos se han identificado. Es importante identificar dicha lesión porque puede prestarse a confusión en los desenlaces especialmente en presencia de lesión pulmonar significativa⁵.

Hacia la década de los 60 en modelos caninos, Faridy et al mostro que incrementar los volúmenes corrientes y disminuir PEEP resultaba en menor volumen pulmonar para la misma presión transpulmonar. Concluyeron que Vt alto y PEEP bajo resultaban en fuerzas superficiales más altas. Hoy se sabe que esas fuerzas superficiales, como cuando hay déficit de surfactante, llevan a colapso e inflamación⁶. En 1970 Mead demostró un amplio rango de distribución de fuerzas cortantes en un modelo de lesión pulmonar heterogénea el cual dio una base mecánica para la generación de VILI⁷. Durante la primera mitad de la década de los 80, demostraron que ventilación con volumen corriente alto provoca edema pulmonar por incremento de permeabilidad microvascular la cual lleva a fuga de agua y proteínas además de inflamación. Limitar el volumen corriente mientras se mantiene la presión de la vía aérea protege el pulmón, con lo cual se concluyó la diferencia entre volutrauma y barotrauma⁸.

Estudios clínicos aleatorizados realizados por Amato⁹ y ARDSnet¹ demostraron una disminución significativa de la mortalidad reduciendo el volumen corriente, en pacientes con SDRA bajo ventilación mecánica. La ventilación mecánica no invasiva ha ganado adeptos en los últimos años, a pesar que evita la intubación puede tener un impacto en la lesión pulmonar asociada a ventilación y por lo tanto desenlaces en pacientes con SDRA¹⁰.

Un estudio reciente realizado por Carteaux¹² et al, reportó que el volumen corriente espirado durante ventilación no invasiva fue un factor de riesgo independiente para el fracaso de dicho procedimiento, cuando el volumen superaba los 9.5 ml/kg peso predicho. Un esfuerzo alto puede traducirse en volumen corriente alto y la persistencia de dicho esfuerzo se ha postulado como causa de lesión pulmonar auto inducida por el paciente. Ya sea que el ventilador entregue el volumen tidal alto, o el paciente el que lo inspire el efecto resultante es la propagación de lesión pulmonar¹¹.

Webb y Tierney demostraron que PEEP es protector contra el edema pulmonar y por lo tanto parte integral de ventilación protectora pulmonar. En la mayor parte de estados patológicos PEEP se puede ajustar de acuerdo con la respuesta de oxigenación. Sin embargo, en estados de daño heterogéneo como el SDRA determinar el PEEP ideal puede ser un reto debido a que un PEEP bajo puede causar atelectasias y un nivel elevado causará sobre distención¹³.

Patient Self-Inflicted Lung Injury (P-SILI)

Tras múltiples décadas de investigación experimental y clínica, el concepto de lesión asociada a ventilación se ha vuelto de uso común entre el gremio médico. Se entiende dicho concepto como la posibilidad de que haya lesión pulmonar inducida o empeorada por la ventilación mecánica⁵. El entendimiento de los mecanismos de lesión, incluso de manera parcial, se ha trasladado al campo clínico mediante el establecimiento de parámetros de ventilación protectora que han logrado disminuir la mortalidad en el paciente con síndrome de dificultad respiratoria aguda¹.

En los últimos años se identificó un proceso similar de daño pulmonar, resultante de un patrón ventilatorio perjudicial en pacientes con insuficiencia ventilatoria hipoxémica, especialmente aquellos con un impulso ventilatorio elevado, aunque no se encuentren intubados o ventilados, y por lo tanto no están sujetos a sufrir lesiones por el ventilador. En estos casos la ventilación mecánica no es solo cumple con un papel como terapia de soporte, sino también como terapia profiláctica para manejo de esta lesión pulmonar auto-inducida por el paciente (P-SILI)¹².

El reconocimiento de lesión pulmonar asociada a ventilación ha sido esencial para el entendimiento de las interacciones entre ventilador y lesión pulmonar subsecuente.

Para conceptualizar dicha lesión auto-inducida es conveniente conocer los mecanismos ya conocidos en la interacción entre ventilador y paciente.

Actualmente es posible medir, analizar, y entender las fuerzas aplicadas al pulmón (estrés) y la deformación (tensión) resultante al mismo tiempo que se toma en cuenta la protección ofrecida al reclutar el pulmón y mantenerlo abierto¹⁴.

Una de los principales mecanismos de lesión pulmonar asociada a ventilación es la aplicación de tensión excesiva, definida como la relación entre volumen corriente y volumen pulmonar inicial, el volumen pulmonar a final de la espiración. Una tensión excesiva corresponde a sobre distensión, el síndrome de dificultad respiratoria aguda es una entidad típica de riesgo elevado de tensión excesiva debido a la disminución crítica en volumen pulmonar final de espiración. La intervención emblemática para ventilación protectora ha sido la disminución de volúmenes tidales, que ya ha demostrado disminuir la mortalidad en SDRA¹. La fuerza que genera la tensión es el estrés, fisiológicamente el estrés corresponde a la presión transpulmonar, definido como la diferencia entre presiones alveolar y pleural. Por lo tanto puede entregarse dicho estrés en forma

de volumen tidal, aumentando la presión alveolar (ventilación a presión positiva) o disminuyendo la presión pleural (ventilación a presión negativa o pulmón de hierro)¹⁵.

Hacia 1985 un reporte de caso una paciente femenina de 27 años con síndrome de dificultad respiratoria del adulto reportó incremento en oxigenación tras relajación muscular, concomitante con disminución de esfuerzos respiratorios valorados en la forma de la curva presión tiempo; se refirió además mejoría clínica de uso forzado de músculos respiratorios⁶.

Con dicho contexto clínico se llevaron a cabo 2 estudios en modelos animales fueron los encargados de demostrar que podía generarse daño pulmonar con altos volúmenes corrientes, independientemente si fue entregado con presión positiva o negativa.

El primer estudio que demostró dicha teoría fue realizado por Dreyfuss et al publicado en 1988¹⁶ comparo los hallazgos anatómo-fisiológicos de 5 grupos experimentales de ventilación realizada en ratas Wistar, un grupo control, un grupo de alta presión y alto volumen (HiP-HiV), grupo de mismas características con PEEP 10, grupo con la misma presión, pero menor volumen (HiP-LoV) y un grupo ventilado a presión negativa con alto volumen (LoP-HiV). Al término del estudio se encontró líquido de edema la tráquea de todos los animales de grupo HiP-HiV y LoP-HiV; al examen macroscópico se encontraban pulmones aumentados de tamaño y congestivos. Los pulmones del grupo PEEP solo se encontraban ligeramente edematosos y los del grupo HiP-LoV eran indudablemente normales. Dentro de las conclusiones del estudio confirmaron los hallazgos previos sobre edema provocado por ventilación de alto volumen y alta presión, asociado a presencia de daño alveolar difuso; sin embargo, se aclaró que dicho edema se debió solamente a cambios en el volumen pulmonar y no a la presión de la vía aérea. Aunque la presión alveolar media si modulo la cantidad de edema entre los diferentes grupos estudiados. El aumento de presión alveolar con volúmenes pulmonares bajos no altera la estructura epitelial, la barrera más importante para el paso de solutos a través de la barrera alveolocapilar.

El segundo estudio realizado por Mascheroni et al¹⁷ evaluó 3 grupos de ovejas infundiendo salicilato de sodio en la cisterna magna para ocasionar acidosis central y favorecer la hiperventilación para corroborar la hipótesis que la hiperventilación espontánea podía ocasionar lesión pulmonar en una manera similar a producida por la ventilación mecánica. Estudiaron grupos de 16 ovejas como grupo de estudio infundiendo salicilato de sodio en la cisterna magna para favorecer la hiperventilación, ofreciendo oxígeno ambiente humidificado (n=10) o aire humidificado más CO₂ 3%. (n=6) y un grupo control de 15 ovejas de no hiperventilación, 10

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

fueron sedadas, paralizadas y ventiladas mecánicamente con un volumen corriente de 8 ml/kg. Se administro aire ambiente humidificado (n=5) y aire humidificado más CO₂ 3% (n=5). En 5 se infundió solución salina 0.9% en la cisterna magna y ventilando espontáneamente aire ambiente humidificado. Esta subdivisión permitió evaluar la hiperventilación como causa de daño pulmonar; además de excluir la administración de salicilato como otra posible injuria pulmonar. Eliminar la alcalosis pulmonar severa con causa de daño y la probabilidad de que el CO₂ 3% inspirado pudiera ser causante.

5 animales del grupo de hiperventilación murieron durante el estudio, en los otros 2 grupos no existieron decesos, eventualmente en todos los animales del primer grupo existió disminución de oxigenación arterial; más acentuada en aquellos en cuales fue más prolongada la hiperventilación (por disminución de efecto de salicilato). Además de disminución en la distensibilidad. En la imagen patológica todos menos 2 sujetos del grupo de hiperventilación tuvieron alteraciones en la examinación macroscópica, el hallazgo más común fue atelectasia.

Estos estudios fueron la piedra angular para el desarrollo del concepto de P-SILI, subsecuentemente estudios en laboratorio, series de casos y estudios clínicos apoyaron dicho concepto¹².

Primero datos de laboratorio proveen la evidencia más directa. En conejos y cerdos con ventilación mecánica y lesión pulmonar ya establecida, un esfuerzo ventilatorio vigoroso espontaneo, empeora la lesión pulmonar a pesar de la limitación de V_t y presión plateau. SDRA severo se asoció con esfuerzo ventilatorio más fuerte comparado con SDRA moderado y los efectos lesivos de ventilación espontanea son más prominentes con enfermedad más severa.

Segundo; reportes de caso individuales revelan que un esfuerzo vigoroso durante la ventilación mecánica se asocia a pobre oxigenación, edema pulmonar y barotrauma. Un estudio de 102 pacientes evaluó 2 grupos de acuerdo con la profundidad de parálisis neuromuscular ofrecida por cisatracurio encontró un aumento significativo de PaO₂/FiO₂ menor a 200¹⁸.

Un esfuerzo ventilatorio fuerte puede generar tensión excesiva, conlleva el mismo riesgo que un volumen corriente elevado entregado por un ventilador artificial. El mecanismo fisiopatológico más reconocido del P-SILI¹².

La misma presión transpulmonar generada por la ventilación mecánica controlada, asistida o ventilación espontanea lleva al mismo volumen corriente. Sin embargo, la participación del

esfuerzo inspiratorio en la presión transpulmonar tiene sus propios efectos fisiopatológicos, especialmente en el caso de un esfuerzo fuerte en un pulmón lesionado¹⁹.

Tensión y estrés heterogéneos

Durante la ventilación asisto-controlada por volumen, el volumen corriente, y por lo tanto, la variación general de presión transpulmonar, permanece constante, independiente al esfuerzo inspiratorio. En un modelo de SIRA en conejos, Yoshida¹⁸, reportó que el esfuerzo inspiratorio alto, se acompañó de distribución heterogénea de variaciones de presión transpulmonar a lo largo del pulmón. De hecho, durante el esfuerzo inspiratorio, los cambios en presión transpulmonar fueron mayores en regiones dependientes (posteriores) que en las independientes (anteriores). Estos cambios aplicados a las regiones posteriores se acompañaron de un fenómeno pendelluft, corresponde a un cambio intrapulmonar de gas de la región no dependiente a la dependiente al inicio de inspiración, incluso antes de la insuflación del ventilador. La consecuencia es incrementar significativamente la inflación cíclica de las regiones dependientes las cuales están colapsadas durante la espiración, reproduciendo otro mecanismo importante de VILI, atelectrauma. El efecto pendelluft también expone regiones dependientes a volutrauma regional independiente del tamaño de la cantidad de corriente insuflado. La regionalización de variaciones de presión transpulmonar y sus efectos en ventilación regional desaparecen tras parálisis muscular¹⁹.

Presión Alveolar

Durante la ventilación controlada, presión alveolar es constantemente mayor o igual a la presión positiva al final de la espiración (PEEP). Durante ventilación asistida un esfuerzo inspiratorio significativo puede acompañarse por una caída en la presión alveolar por debajo del PEEP fijado, particularmente en niveles bajos de asistencia²⁰. Tal cambio abrupto potencialmente debajo de cero, de la presión alveolar en caso de esfuerzo inspiratorio alto e incremento en la resistencia, generará incremento en la presión hidrostática y favorecerá el empeoramiento de edema pulmonar; especialmente si existe un daño previo a la membrana alveolo capilar.

Para la misma variación en presión transpulmonar; la participación de esfuerzo inspiratorio puede acompañarse de efectos potencialmente deletéreos. Dichos efectos se han descrito cuando un esfuerzo inspiratorio fuerte se sobrepone a un pulmón con un daño severo previo.

Círculo vicioso de P-SILI

Los pacientes con pulmones lesionados tienen un alto impulso inspiratorio debido a alteración en intercambio gaseoso y discapacidad de la mecánica respiratoria¹². Considerando que la transmisión neuromuscular este conservada un impulso inspiratorio alto resulta en esfuerzo inspiratorio alto se acompañara de algunos de los efectos ya descritos, riesgo de sobre distención, pendelluft, atelectrauma, e incrementos en la presión vascular transmural, y tienen una probabilidad de agravar las lesiones pre-existentes. Este empeoramiento adicional del intercambio gaseoso y mecánica respiratoria conducirá a un impulso respiratorio aún más alto, que expondrá a los pulmones al riesgo de un esfuerzo inspiratorio aún más fuerte. Por lo tanto, P-SILI incluye una dimensión dinámica que actúa como un círculo vicioso que debe ser roto.

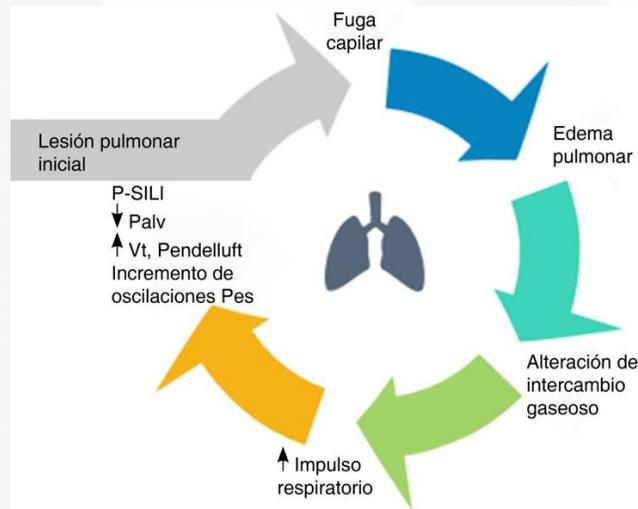


Figura 1 Círculo vicioso de interacciones ventilador paciente para generación de P-SILI

Interacción Ventilador-Paciente

Durante la ventilación con presión positiva, la adición sincrónica de un nivel de presión soporte a una modificación existente de presión pleural negativa en pacientes con un impulso ventilatorio elevado puede incrementar la presión transpulmonar y el riesgo subsecuente de sobre-distención¹⁴. En el caso del disparo inefectivo no se ha comprobado que aumente el riesgo de P SILI pero expone el diafragma a contracciones potencialmente lesivas. Contrariamente una asistencia disminuida lleva el riesgo de incrementar peligrosamente el esfuerzo inspiratorio que puede incrementar la presión trans-vascular, promoviendo el efecto pendelluft y sobre-distención regional¹³.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Durante la ventilación asistida controlada, el tiempo inspiratorio neural es usualmente mayor que el tiempo de insuflación del ventilador; por lo tanto cuando la duración del tiempo inspiratorio se prolonga más allá del fin de insuflación, puede generar inmediatamente una segunda insuflación, llevando a doble disparo, también conocido como acumulo ventilatorio.

En la ventilación controlada se ha descrito el fenómeno de doble disparo, como si la contracción del diafragma se iniciara por la insuflación del ventilador²¹. El disparo reverso puede asociarse al aumento de presión transpulmonar, en ventilación controlada por presión; frecuentemente resulta en acumulo ventilatorio, el cual puede causar volúmenes corrientes elevados. El esfuerzo inspiratorio durante el disparo reverso puede tener efectos potencialmente deletéreos de regiones dependientes, incluso sin acumulo ventilatorio.

Utilidad del concepto

Aplicado al contexto clínico, el concepto de PSILI puede ayudar a guiar a la estadificación del paciente en situaciones potencialmente peligrosas para el pulmón. Esta evaluación debe incluir un balance entre la hipotrofia diafragmática y debilidad asociada a una disminución excesiva del trabajo ventilatorio. El esfuerzo ventilatorio insuficiente y excesivo pueden resultar en modificaciones anatómicas y funcionales deletéreas para el diafragma. La ventilación pulmonar (y diafragmática) protectora usualmente puede ser recuperada promoviendo un esfuerzo ventilatorio “normal” consistente con una respiración en reposo²². También será importante tener en cuenta algunos otros efectos benéficos de mantener un esfuerzo ventilatorio, protección contra cierre de vía aérea, atelectasias, reducción en la cantidad de sedación y movilización más sencilla; incluido el proceso de retiro que requiere un esfuerzo ventilatorio espontáneo. Si existe un conflicto entre protección pulmonar y diafragmática está ampliamente reconocido que debe priorizarse la protección pulmonar.

Para lograr ventilación protectora pulmonar y diafragmática es necesario medir el esfuerzo inspiratorio y caracterizar la interacción entre paciente y ventilador²². Cuando un esfuerzo ventilatorio inadecuado se detecta, el razonamiento clínico debe encaminarse a buscar la severidad de la patología pulmonar subyacente y buscar sistemáticamente situaciones donde el impulso respiratorio es excesivo a la carga respiratoria (ejemplos acidosis metabólica y dolor descontrolado).

Medición del esfuerzo respiratorio

Una medición fidedigna del esfuerzo respiratorio se obtiene al medir la presión esofágica, como estimación de la presión pleural usando un catéter esofágico. Su medición permite la medición directa de índices de esfuerzo respiratorio como la presión muscular (presión generada por los músculos inspiratorios y obtenida como diferencia entre la presión estática de retroceso de la pared torácica y cambios en la presión esofágica). Producto de presión esofágica-tiempo (PTPes integral de la curva Pmus sobre tiempo). Trabajo ventilatorio (WOB integral del product de Pmus y volume generado). Un nivel normal o aceptable de esfuerzo respiratorio bajo ventilación mecánica se considera Pmus entre 5-10 cmH₂O; PTPes entre 50-150 cmH₂O/min. WOB 2.4-7.5 J/min o 0.2-0.9 J/L. Sin embargo, en el contexto clínico estos índices son muy difíciles sino imposibles de medir. El cambio de presión esofágica (deltaPEs) es más fácil de medir a pie de cama; puede ser medido en la pantalla de algunos ventiladores. Con la distensibilidad de la pared torácica y los volúmenes comúnmente utilizados su valor es 2 +/- 1 cmH₂O; más baja que el valor absoluto de Pmus. Por lo tanto, el registro de presión esofágica permite la detección de esfuerzo ventilatorio inapropiado¹².

La actividad eléctrica el diafragma se puede medir con una sonda gástrica y un ventilador especial. Es un subrogado del impulso respiratorio y fuertemente correlacionado con los índices de esfuerzo respiratorio comentados. Su monitoreo también es útil para detectar asincronías entre paciente y ventilador.

Presión de oclusión de aire (P0.1) corresponde a la variación negativa de la vía aérea generada por una oclusión durante los primeros 100 milisegundos del esfuerzo inspiratorio; se usa como un índice del impulso respiratorio. Su valor en individuos sanos es entre 0.5-1.5 cmH₂O; durante la ventilación mecánica un P0.1 mayor a 3.5 detecta un esfuerzo inspiratorio excesivo¹².

Situaciones clínicas en riesgo de P-SILI

Cuando la presión esofágica y los índices de esfuerzo respiratorio no son medidos rutinariamente, un análisis diario y cuidadoso de los datos clínicos y las gráficas del ventilador debe ser realizado para detectar situaciones en riesgo de P-SILI²³.

Durante la ventilación asistida-controlada por volumen la presencia de un esfuerzo inspiratorio fuerte puede ser detectado simplemente con la inspección de la gráfica presión tiempo. Este modo ventilatorio se caracteriza por un flujo de insuflación y entrega de volumen corriente constante. Así pues, por definición, la presión transpulmonar permanece constante durante cada insuflación. Cuando un paciente respira espontáneamente, genera un cambio en presión pleural y existirá una disminución concomitante en la gráfica de presión de vía aérea, tomando una apariencia cóncava ascendente. La diferencia entre presión de vía aérea entre condiciones pasivas y activas corresponde a la P_{mus} del paciente²³. A mayor esfuerzo inspiratorio, mayor disminución de la presión de la vía aérea durante la insuflación por lo cual es posible detectar visualmente un esfuerzo inspiratorio intenso. También se pueden detectar la asincrónicas paciente ventilador. De hecho, la inspección visual de las gráficas de presión y flujo tiempo permite la detección de acúmulos ventilatorios, independientemente que sea generado por doble disparo o disparo reversa. La intervención más efectiva para evitar el doble disparo es cambiar el modo ventilatorio a presión soporte; con esta modificación se aumentará el volumen corriente más de 6 ml/kg de peso predicho, pero permanece debajo del volumen entregado por un doble disparo. Si es indispensable tener un control estricto sobre el volumen corriente, la siguiente opción será incrementar la sedación o iniciar parálisis neuromuscular. El ajuste cuidadoso de PEEP puede asistir a lograr una ventilación protectora, cuando un pulmón es reclutable, incrementos del PEEP disminuye la cantidad de atelectasia y disminuirá las variaciones de presión transpulmonar entre áreas dependientes e independientes. Un nivel más elevado de PEEP puede disminuir el esfuerzo respiratorio sin afectar el impulso respiratorio. Los efectos protectores potenciales de un nivel más elevado de PEEP deben ser evaluados contra el riesgo de sobre-distensión²³.

Vías de daño asociado a ventilación espontánea

Se han propuesto 3 posibles vías de daño pulmonar asociado a la ventilación espontánea, y como puede facilitar la progresión del daño pulmonar.

1. El pulmón “normal” puede tolerar grandes modificaciones en volumen corriente y ventilación minuto por cortos periodos de tiempo como puede ser durante el ejercicio intenso, los pulmones con lesión preexistente con más susceptibles a la lesión inducida por ventilación.
2. Basados en conceptos fisiológicos los cambios en presión transpulmonar, son similares dado un volumen corriente determinado (iniciando en un mismo volumen pulmonar), independientemente del método de entrega, ventilación espontánea, mecánica o presión negativa. Sin embargo, hay varias sutilezas que pueden agravar la lesión pulmonar de un pulmón no sano; relacionado a la distribución regional de lesión, asociado a diferencias locales de presión transpulmonar y estrés local. Incrementos regionales de presión transpulmonar pueden no ser bien reflejados por medición global del volumen corriente o presión transpulmonar. El efecto pendelluft es un buen ejemplo de que un esfuerzo intenso puede generar distribución intrapulmonar del gas, incluso antes del inicio de la insuflación debido a fuerzas locales²⁴.
3. Durante la ventilación controlada, presión alveolar es mayor que la presión al final de la espiración durante la mayor parte del ciclo respiratorio; durante la ventilación espontánea la presión alveolar puede disminuir de manera importante debajo de presión final de espiración. Un incremento en la presión transmural vascular pulmonar en el contexto de incremento de permeabilidad vascular; incrementa de manera importante el riesgo de edema pulmonar por fuga vascular. Durante los esfuerzos inspiratorios la presión intratorácica se convierte más negativa, y el volumen sanguíneo intratorácico aumenta. Durante el esfuerzo la presión intravascular medida en vasos pulmonares intratorácicos disminuye, pero en menor medida que la presión esofágica o pleural, resultando en aumento de la presión transmural vascular pulmonar²⁴. Ejemplos de efectos de presión negativa son el edema pulmonar por presión negativa ocurriendo en un pulmón sano cuando la resistencia de la vía aérea se incrementa a un nivel muy elevado. Por lo tanto presión alveolar negativa creada por cambios importantes en presión pleural, y por lo tanto positivos en presión trans-vascular favorecen el edema pulmonar, un mecanismo amplificado con incremento en permeabilidad vascular.

Detección de riesgo de P-SILI en ventilación con presión soporte.

Cuando un paciente se encuentra en presión soporte un volumen corriente elevado puede elevar sospechas de un paciente con lesión pulmonar severa. En el contexto de baja distensibilidad y alta resistencia, detectar un esfuerzo ventilatorio fuerte sin monitoreo de presión esofágica puede ser particularmente complejo debido a que puede no existir un volumen corriente elevado a pesar de modificaciones importantes de presión trans-pleural. Pueden existir riesgos específicos asociados al aumento en resistencia, frecuentemente ocasionada por secreciones que disminuyen la luz de la cánula endotraqueal²⁵.



Planteamiento Del Problema

En la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo la ventilación mecánica es la principal intervención de soporte vital que se otorga, alrededor del 80% de ingresos a esta unidad cursan con dicha intervención, y consecuentemente el protocolo de retiro es una intervención frecuente pero no está exenta de complicaciones, siendo la más común un desequilibrio entre el impulso ventilatorio intenso y un parénquima pulmonar dañado, por múltiples condiciones entre las cuales se incluyen lesiones primarias como contusiones pulmonares, lesiones térmicas y neumonías comunitarias además de secundarias como neumonías asociadas a ventilación y diversos niveles de edema pulmonar; asociados a una reanimación hídrica agresiva. Al ser una terapia multimodal se evaluarán las condiciones clínicas más comúnmente asociadas a riesgo de desarrollo de lesión pulmonar autoinducida.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la incidencia de riesgo de P SILI durante el protocolo de extubación en los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo de Marzo 2023 a Noviembre 2023?

Justificación

La ventilación mecánica es una de las principales indicaciones para aceptar el ingreso de un paciente a una unidad de cuidados intensivos, en los pacientes con traumatismo craneoencefálico para protección de la vía aérea, patologías respiratorias propiamente dichas para mejorar el proceso de hipoxemia e hipercapnia; es de suma importancia el adecuado manejo del paciente con requerimiento de ventilación mecánica invasiva así como el proceso de desvinculación a la misma, una mala desvinculación y por lo tanto el proceso de desvinculación tiene una incidencia elevada en nuestra unidad. El único antecedente que se tiene en nuestra unidad, es un estudio realizado en 2020 durante 5 meses de seguimiento encontró 42 pacientes sometidos a ventilación mecánica, de los cuales fracasaron 3. Si extrapolamos los datos a 12 meses, tendríamos 100 pacientes al año con ventilación mecánica y un promedio de 7 pacientes con fracaso a la extubación al año. Sin haber evaluado el riesgo de P-SILI en los pacientes, existe una posibilidad que esta entidad sea responsable de una parte de estos pacientes con fracaso. Dentro de las acciones que se modificaron posterior a la pandemia por SARS-COV2, esta una mayor atención a la extubación en pacientes con daño pulmonar severo. Una vez disminuidos los índices de ingreso por neumonía atípica; podemos evaluar P-SILI en otros grupos de pacientes. Todos los pacientes intubados pueden correr el riesgo de P-SILI, uno de los objetivos de este estudio es determinar si existe un mayor riesgo de acuerdo a algún padecimiento en especial. Nuestra unidad al ser una terapia multimodal nos permite el estudio de esta entidad en grupo heterogéneo de pacientes y encontrar una relación, principalmente, entre P SILI y traumatismo craneoencefálico severo, el padecimiento de mayor incidencia de ingreso en nuestra unidad.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la incidencia de riesgo de P SILI durante el protocolo de extubación en los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo de marzo 2023 a noviembre 2023.

Objetivos específicos

- Describir las características de la población (edad, sexo, peso y talla).
- Conocer el diagnóstico que motivó la intubación orotraqueal.
- Conocer el tipo de weaning.
- Describir los valores de P100 Durante la prueba de retiro de ventilación.

Hipótesis

H0 La incidencia de riesgo de P SILI durante el protocolo de extubación será mayor al 20% de la población con soporte mecánico ventilatorio en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Ha La incidencia de riesgo de P SILI durante el protocolo de extubación será menor al 20% de la población con soporte mecánico ventilatorio en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.



Metodología

Tipo de investigación

Prospectiva

Observacional

Nivel de investigación

Clínica

Diseño

Se identificaron pacientes para progresión de ventilación mecánica y realización de primera prueba de ventilación espontánea. Se midieron predictores de extubación durante el tiempo de weaning necesario hasta la desvinculación de la ventilación mecánica.

Se midieron cada 24 horas los predictores para extubación hasta la extubación.

Se realizó un concentrado en Excel de los datos para el análisis estadístico.

Población de estudio

Considerando el estudio base de 2019 en nuestro hospital se consideran aproximadamente 100 pacientes por año con soporte mecánico ventilatorio en nuestra unidad de cuidados intensivos. Con la mayor disponibilidad de recursos en la unidad y la frecuencia de ingresos, se calcula una población anual con ventilación mecánica de 130 pacientes con un índice de confianza 95% y 5% de margen de error; el tamaño de muestra representativa para nuestro estudio fue de 56 pacientes con riesgo de P-SILI.

Unidad de estudio

Unidad de Cuidados Intensivos Centenario Hospital Miguel Hidalgo Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes.

Unidad de análisis

Se analizaron los datos obtenidos con paquetería Microsoft Office Excel.

Criterios De Selección

Criterios de inclusión

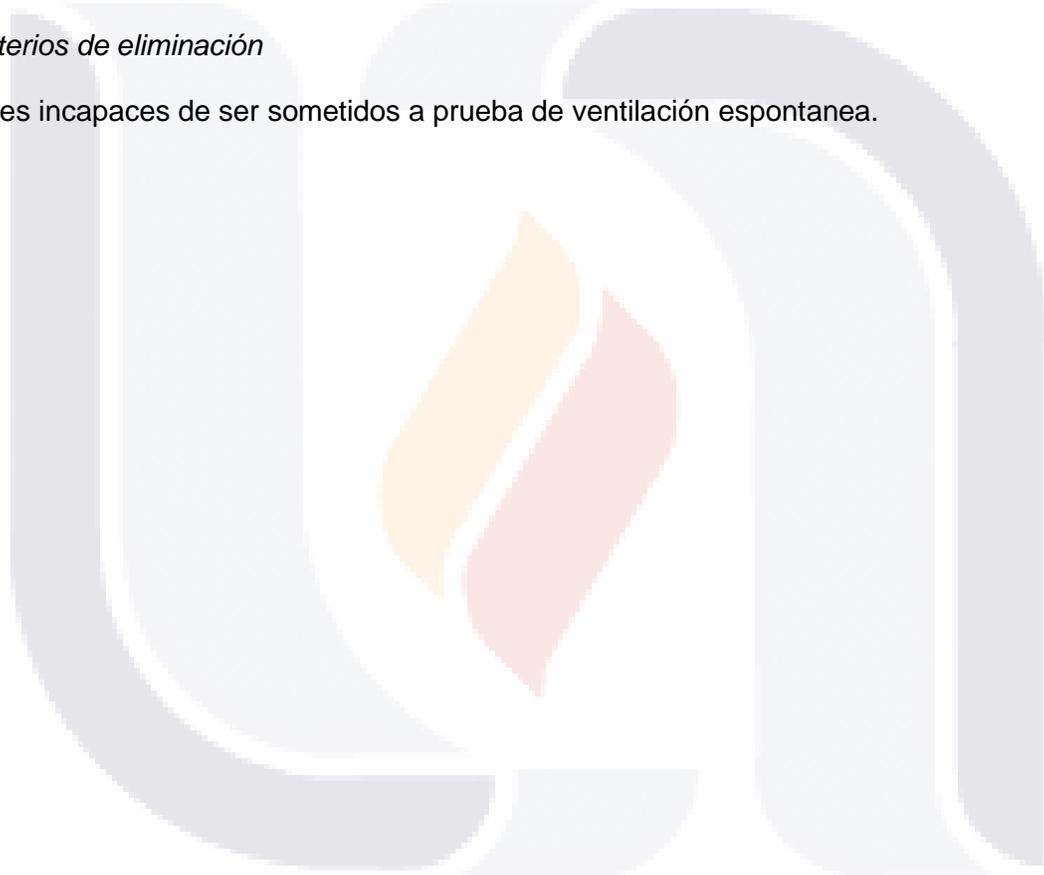
- I. Pacientes atendidos y egresados vivos de la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (CHMH) de Mayo 2023 a Noviembre 2023 con soporte mecanico ventilatorio.
- II. Pacientes adultos de ambos sexos.
- III. Pacientes candidatos de protocolo de retiro de soporte mecánico ventilatorio.

Criterios de exclusión

Pacientes sin posibilidad de realizar esfuerzo ventilatorio espontaneo.

Criterios de eliminación

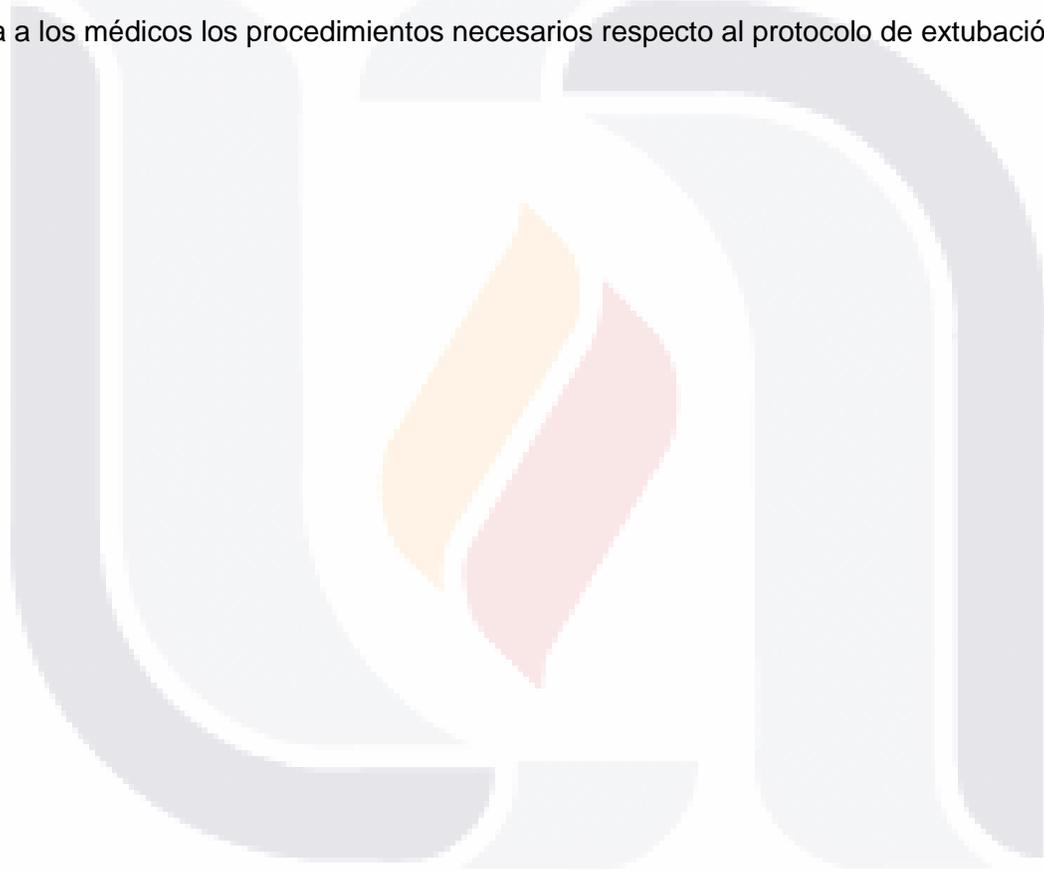
Pacientes incapaces de ser sometidos a prueba de ventilación espontanea.



Consideraciones Éticas

El presente estudio se apega a las normas éticas internacionales de la declaración de Helsinki, y a la ley general de salud en materia de investigación en seres humanos, ya que este estudio no representa riesgo definitivo; ni mucho menos la probabilidad de daño en la vida diaria. El estudio se someterá a la evaluación del comité de Bioética institucional del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, para su revisión y posterior aprobación.

Se realizará un registro de las intervenciones propias de la atención en una unidad de cuidados intensivos. Al otorgarse el consentimiento informado para el manejo avanzado de la vía aérea se autoriza a los médicos los procedimientos necesarios respecto al protocolo de extubación.



Operacionalización De Variables

Nombre	Definición	Tipo de Variable	Escala de Medición
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento	Cuantitativa Discreta.	Años.
Sexo	Condición orgánica masculina o femenina de los humanos.	Cualitativa	Masculino Femenino
Talla	Estatura o altura de las personas.	Cuantitativa Continua	Metros.
Peso	Fuerza con que la Tierra atrae un cuerpo, por acción de la gravedad.	Cuantitativa Discreta	Kilos
Neumonía Asociada a Ventilación	Neumonía que se desarrolla en un paciente con al menos 48 horas de apoyo mecánico ventilatorio.	Cualitativa Nominal Dicotómica	Si No
Fracaso a la extubación	Incapacidad para mantener la ventilación espontanea tras el retiro de la vía aérea artificial.	Cualitativa Nominal Dicotómica	Si No
Días de ventilación mecánica	Periodo de 24 horas los cuales el paciente recibió asistencia ventilatoria.	Cuantitativa Discreta.	Número de días
Tipo de Weaning	Se refiere al proceso de retiro de la ventilación mecánica. Clasificado en 3 tipos de acuerdo al tiempo desde la primer prueba de ventilación espontanea.	Cualitativa Nominal	Weaning Simple Weaning Dificil Weaning Prolongado
P100	Presión negativa medida tras 100 ms tras la iniciación de un esfuerzo inspiratorio realizado contra un circuito respiratorio cerrado.	Cuantitativa Discreta	cm/H2O
MIP Maximal Inspiratory Pressure	Medida de fuerza de los músculos inspiratorios. Se	Cuantitativa Discreta	Cm/H2O

	solicita un esfuerzo inspiratorio contra una válvula cerrada.		
--	---	--	--

Tabla 1 Operacionalización de variables



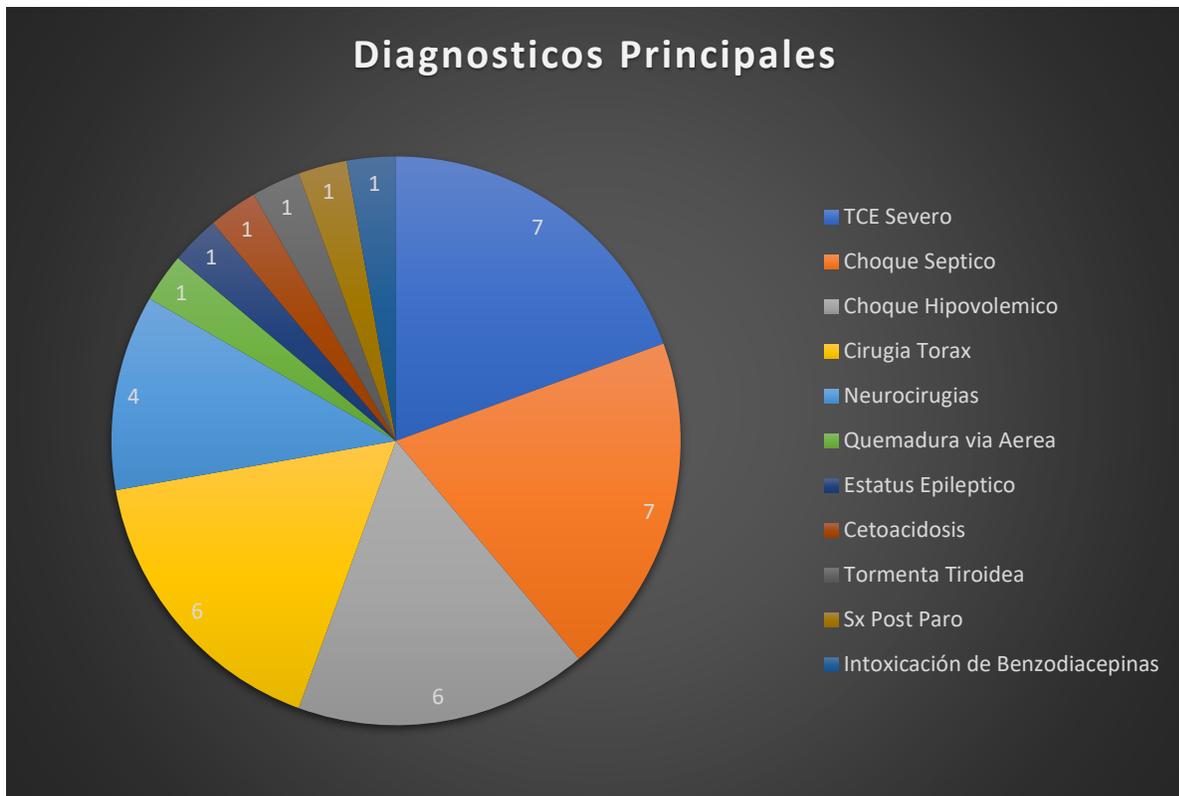
Resultados

Entre Mayo 2023 y Noviembre 2023 fueron incluidos en nuestro estudio 38 pacientes con apoyo mecánico ventilatorio, 29 masculinos y 9 femeninos. Con un promedio de edad de 45 años. Los promedios de peso y talla de la población estudiada fue 76.1 Kg y 1.68 mts. Las características generales de la población se muestran en la tabla 2.

Los diagnósticos principales más prevalentes fueron TCE Severo y Choque séptico de diversas etiologías con 18% cada uno (7 pacientes). En la tabla 3 se encuentran los diagnósticos por género.

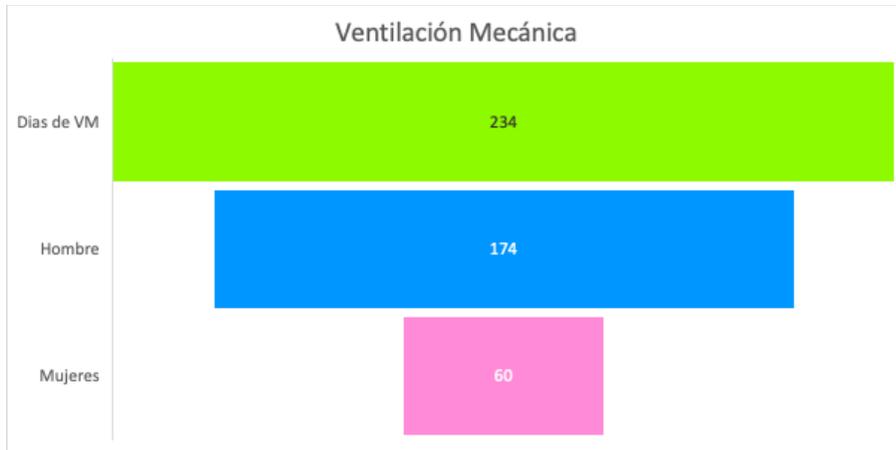
Diagnostico	Total	Masculino	Femenino
TCE Severo	7 (18%)	7	0
Choque Septico	7 (18%)	4	3
Cirugía Torax	6 (15%)	5	1
Choque Hipovolemico	6 (15%)	5	1
Neurocirugias	4 (10%)	4	0
Quemadura via Aerea	1 (2.6%)	1	0
Estatus Epileptico	1 (2.6%)	0	1
Cetoacidosis	1 (2.6%)	0	1
Tormenta Tiroidea	1 (2.6%)	0	1
Sx Post Paro	1 (2.6%)	0	1
Intoxicación de Benzodiacepinas	1 (2.6%)	0	1

Tabla 2 Diagnósticos por géneros masculino y femenino



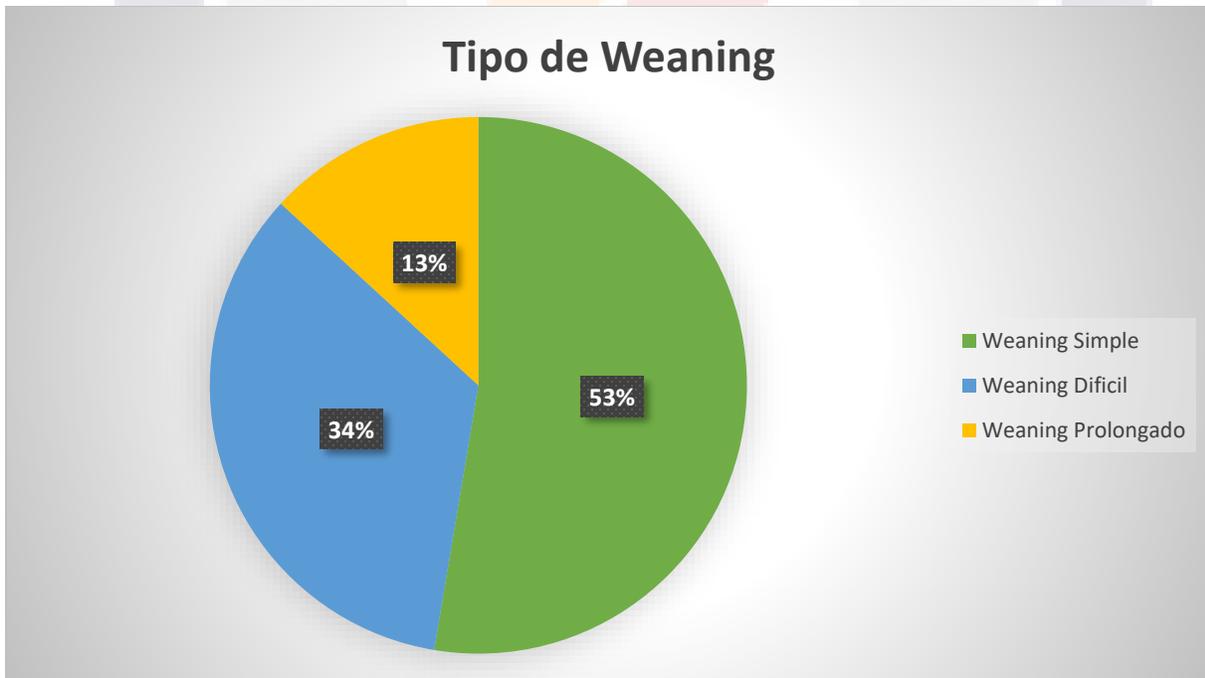
Gráfica 1 Diagnósticos principales

De los pacientes incluidos en el estudio tuvimos un total de 234 días de ventilación mecánica con un promedio por paciente de 6.15 días. Los pacientes masculinos tuvieron 174 días de ventilación y los femeninos 60. En pacientes que cumplían con criterios de neumonía asociada a ventilación, se obtuvieron cultivos microbiológicos resultando positivos en 13 de ellos (34%). Con un promedio de días de ventilación de 9.5 días.

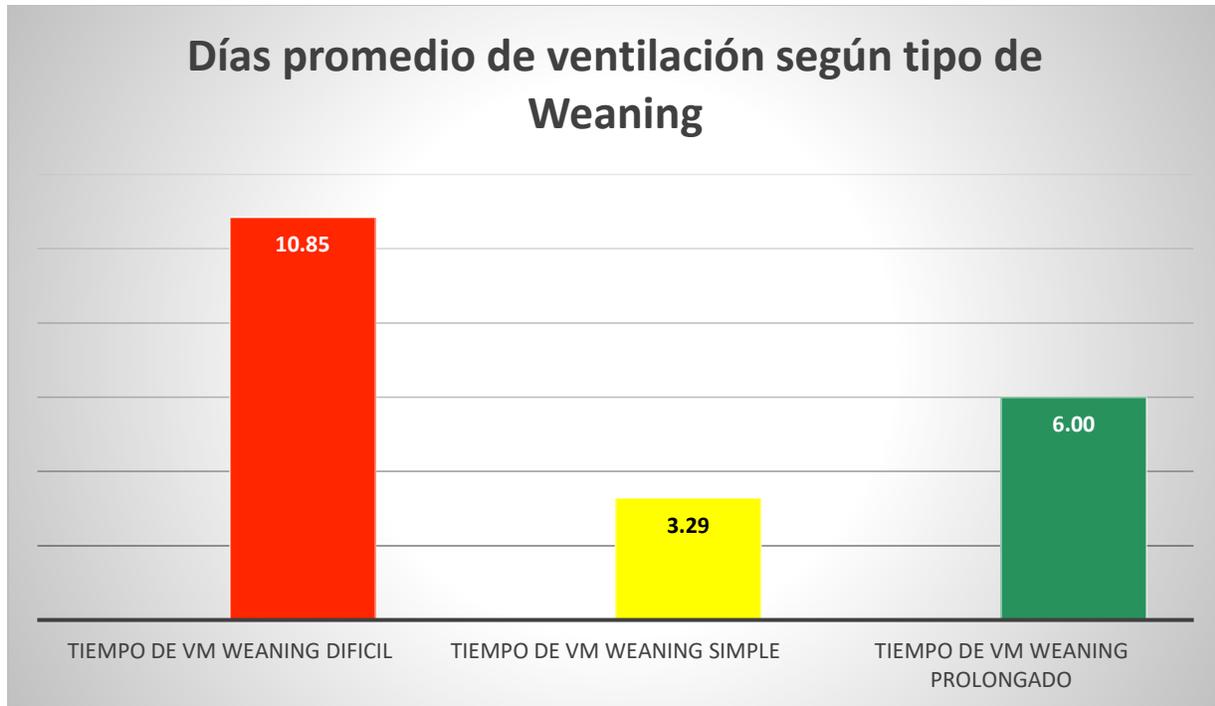


Gráfica 2 Días de Ventilación

De acuerdo al tipo de weaning se obtuvieron los siguientes datos, 20 pacientes con weaning simple, 13 pacientes con weaning difícil y 5 pacientes con weaning prolongado. Se hicieron los promedios de días de ventilación de acuerdo al tipo de weaning y se muestran en la grafica 3.

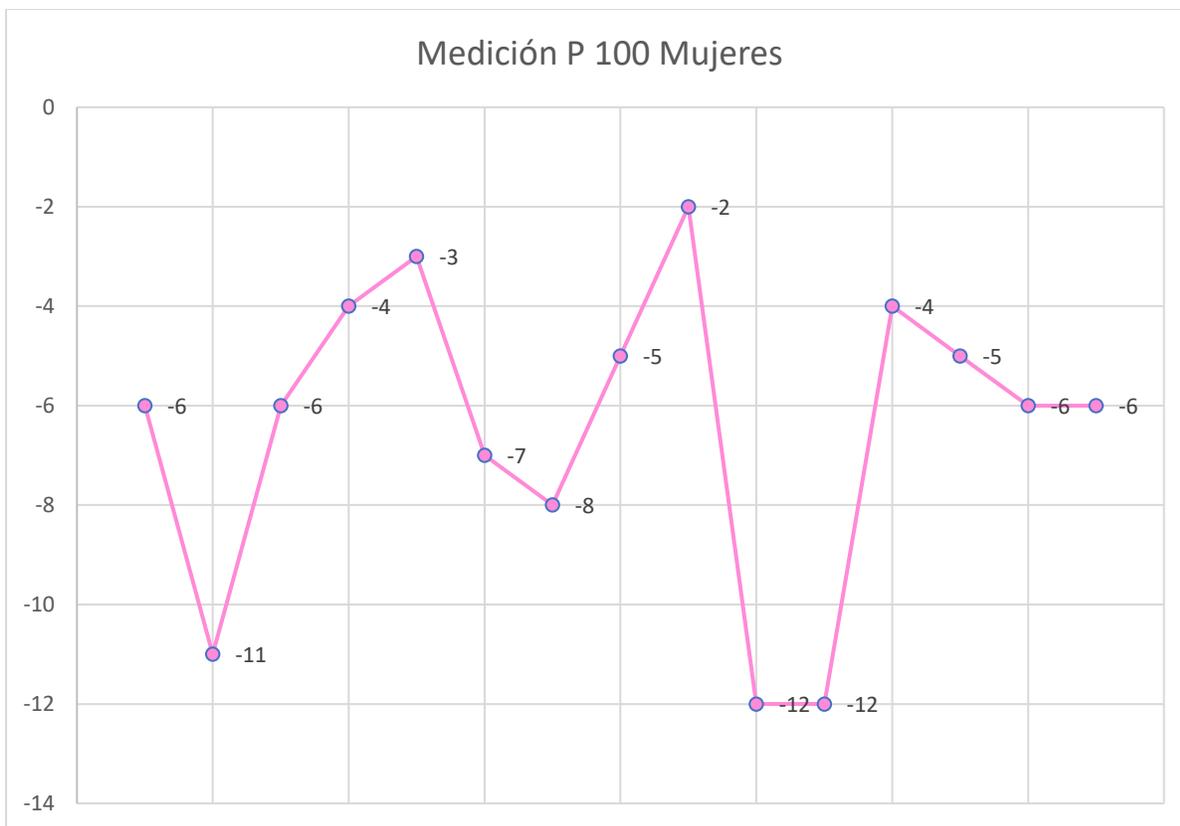


Gráfica 3 Tipos de weaning y porcentaje.

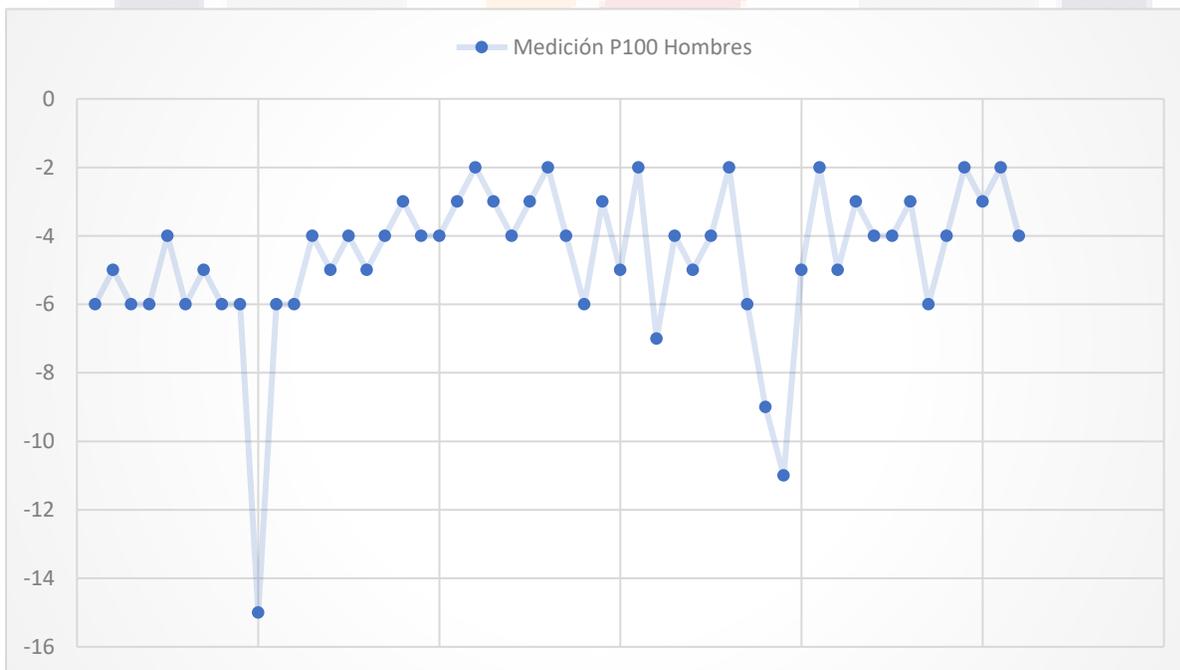


Gráfica 4 Días de ventilación promedio por tipo de weaning.

Se realizaron 67 mediciones de MIP y P100 en los 38 pacientes, el promedio de MIP medido fue -30 cmH₂O (-52 a -7) y P100 promedio -5 cmH₂O (-15 a -2). Partiendo de la normalidad comentada de P100 de -3.5 cmH₂O, los ventiladores Avea con los cuales se realizó el estudio no dan número decimales, se localizó el punto de corte de normalidad en -4 cmH₂O; encontramos 34 mediciones iguales o mayor a -4 cmH₂O (51%). Y menores a -4 cmH₂O se encontraron 17 mediciones (25%). Con 16 mediciones (23%) en -4 cmH₂O. 22 pacientes de los 38 incluidos en el estudio tuvieron al menos 1 medición de P100 menor a -4 cmH₂O con riesgo de P-SILI. En los pacientes masculinos el P100 promedio fue -4.6 cmH₂O y en femeninos -6.4 cmH₂O.

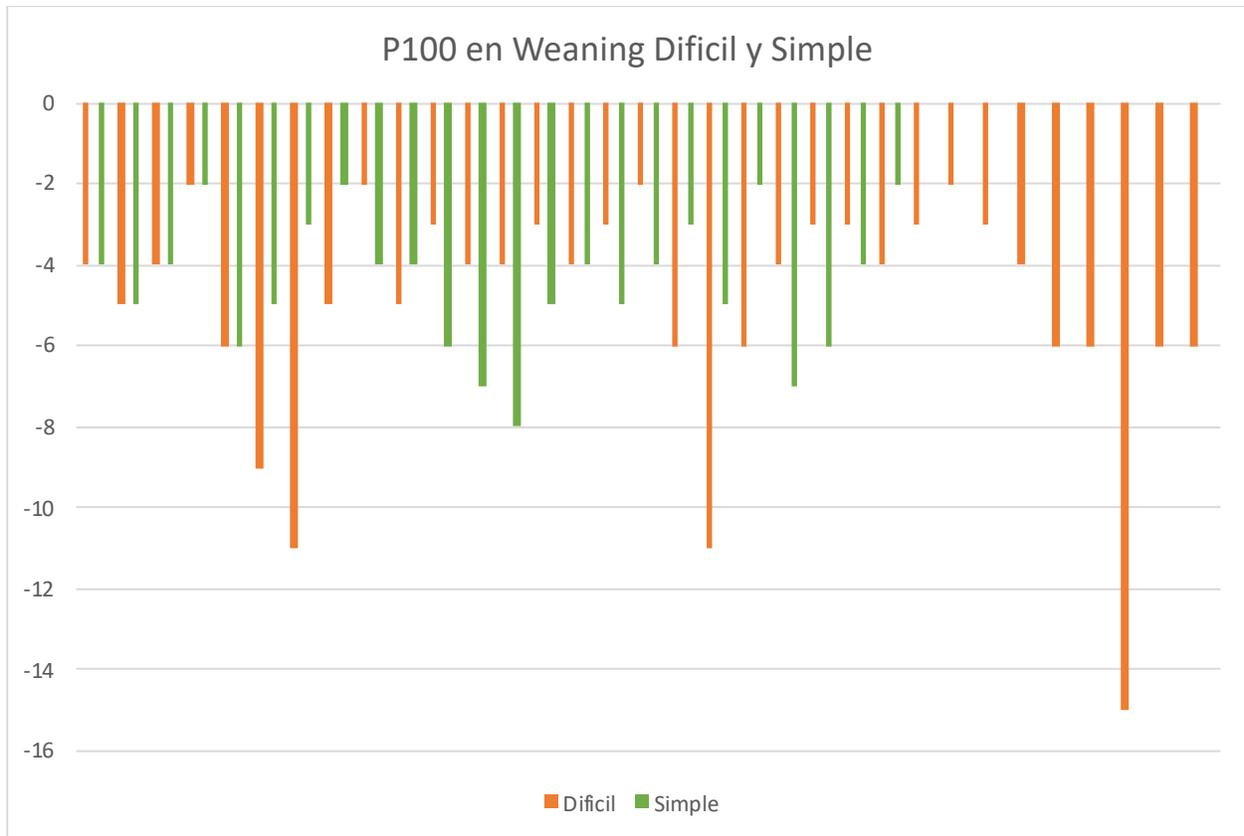


Gráfica 5 P100 en Mujeres



Gráfica 6 P100 en hombres.

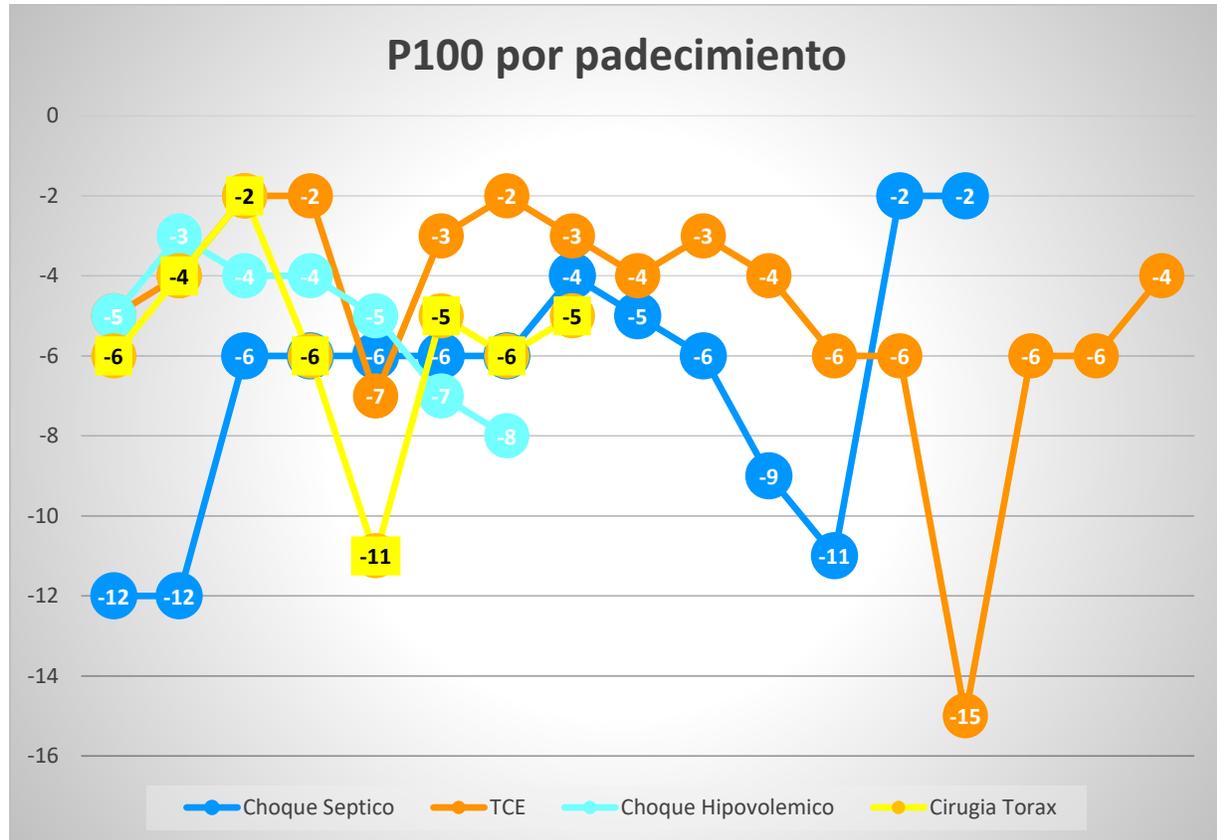
Se analizaron los datos obtenidos de P100 en weaning difícil y simple; en el weaning difícil se incluyeron 13 pacientes con 33 mediciones; el promedio fue de -4.96 cmH₂O; mientras que en los pacientes con weaning simple se obtuvieron 20 pacientes y 24 mediciones, debido a que es un proceso de desvinculación más corto no existe un número tan elevado de muestras como en el weaning difícil, el promedio de mediciones fue de -4.45 cmH₂O.



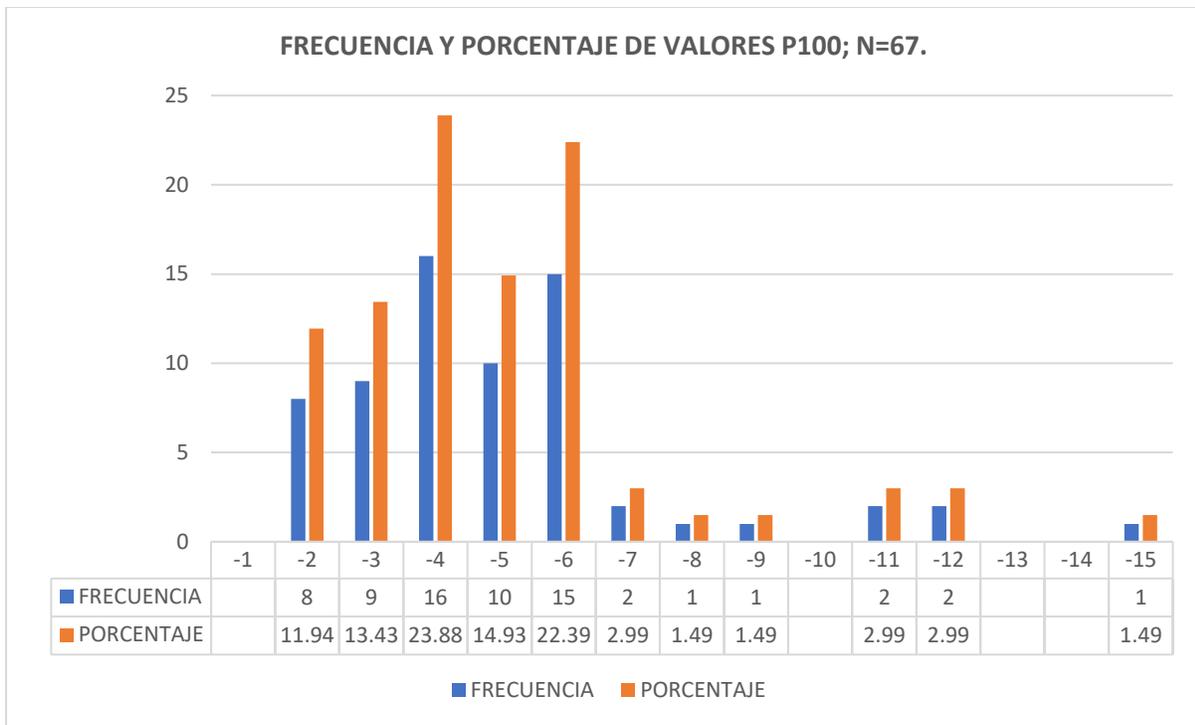
Gráfica 7 P100 en Weaning Difícil y Simple

En cuanto a la vigilancia por padecimiento específico en TCE el promedio de edad fue 35.2 años y el total de días de ventilación fue de 72 con un promedio de 10 días y 71% de pacientes tuvieron un procedimiento de weaning difícil (5 pacientes). 4 pacientes tuvieron neumonía asociada a ventilación. Se realizaron 17 mediciones; 100% de los pacientes tuvieron al menos una medición igual o menor a -4 cmH₂O y solo 3 pacientes no tuvieron medición menor a -4 cmH₂O. El promedio de P100 es de -4.8 cmH₂O (rango -15 a -2). Moda -4 cmH₂O

Los pacientes con choque séptico tuvieron un promedio de edad de 59.1 años y total de 54 días de ventilación mecánica, con un promedio de 7.7 por paciente; 42% (3 pacientes) tuvieron weaning difícil y 28% prolongado y 28% simple. Solo 1 paciente tuvo neumonía asociada a ventilación. Se realizaron 14 mediciones el 100% de pacientes tuvieron al menos una medición igual o menor a -4 cmH2O; Ningun paciente tuvo mediciones mayores a -4 cmH2O. El promedio de P100 fue -6.8 cmH2O (rango -12 a -2) La moda fue -6 cmH2O.



Gráfica 8 Medición de P100 en los diagnósticos más prevalentes.



Gráfica 9 Medición de P100 Frecuencia y porcentaje de cada medición

Discusión

En cuanto al objetivo principal del estudio encontramos las principales causas de requerimiento de soporte mecánico ventilatorio son asociados a patológicas traumáticas; las cuales correlacionan con la edad de los pacientes; hubo un predominio claro de pacientes de sexo masculino lo cual concuerda con literatura internacional dado que existe una predominancia de eventos traumáticos en pacientes masculinos. Los padecimientos más prevalentes requirieron además mayor tiempo de soporte mecánico ventilatorio. Existió un pequeño aumento de días de soporte mecánico en pacientes femeninos.

La prevalencia de neumonía asociada a ventilación es muy variable en la literatura internacional de acuerdo a la serie consultada; hay series de casos que comentan incidencias desde 5-50% y la otras series fijan la tasa en 25%; de acuerdo a estos datos nuestra cohorte se encuentra ligeramente arriba del promedio en 34% de los pacientes incluidos en el estudio. A pesar que existe un protocolo adecuado en nuestra unidad con respecto a la atención de enfermería enfocada a la higiene de la vía aérea, estos resultados nos muestran que existen oportunidad de mejoría en ellas.

Las mediciones de P100 en un punto de corte de -4 cmH₂O; se encontró un 57% de pacientes (22 pacientes) con riesgo de P-SILI ya que en cualquier momento de su proceso de weaning presentaron mediciones menores al punto de corte. Las medidas para disminuir dicho esfuerzo inspiratorio exceden los límites de este estudio, fueron individualizadas por el médico tratante e incluyen optimizar transitoriamente la FiO₂, tratar hipertermia, evitar alteraciones en equilibrio ácido base, aumentar sedación o analgesia y mejorar medidas antidelirio. A pesar de tener menor tiempo de soporte ventilatorio promedio existió una tendencia a un P100 menor en promedio en el sexo femenino; aún cuando ninguna paciente de dicho género tuvo diagnóstico de traumatismo craneoencefálico severo.

Al observar el promedio de P100 por padecimiento llama la atención que de las patologías más prevalentes el menor lo encontramos en pacientes con TCE severo y el mayor en los pacientes con choque séptico. Lo que asociamos a una diferencia de edad promedio con pacientes sépticos de 14 años, con una mediana en pacientes sépticos de 61 años y en trauma de cráneo 33 años. Ese aumento de P100 pudiera encontrarse en una lesión pulmonar intrínseca, asociada al tiempo de exposición por edad a ciertos factores ambientales y como se comentó previamente

generalmente los pacientes con padecimientos traumáticos son jóvenes con una mucho menor cantidad de comorbilidades.

Consideramos que el 57% de pacientes con riesgo de P-SILI, es una proporción elevada, sin embargo no contamos con estudios en población general con los cuales comparar nuestros hallazgos, solo existen pocos estudios en pacientes con COVID-19 y la fisiología pulmonar es completamente distinta a que presentan los pacientes, habitualmente jóvenes sin comorbilidades que incluimos en nuestra cohorte.



Conclusiones

El objetivo del estudio no fue dar seguimiento de mejoría o recuperación de cada paciente individualmente, sino ser una base de datos inicial acerca del riesgo que corren nuestra cohorte de pacientes del concepto recientemente acuñado de P-SILI. Será interesante que a partir de nuestro estudio pudieran surgir nuevas investigaciones que al detectar una medición de P100 menor a -4 cmH₂O pueda realizar intervenciones y seguimiento de los días de intubación que continuaron a dicha detección. Con nuestro estudio establecemos un parámetro en población general, no exclusivamente pacientes respiratorios; esperando que se realicen nuevas investigaciones en diferentes subpoblaciones para encontrar correlaciones con ciertas patologías específicas y poder anticipar la probabilidad de daño pulmonar añadido al iniciar el soporte mecánico ventilatorio.

Al existir una amplia variedad en las intervenciones a realizar se podrían generar cohortes específicas de acuerdo con alteración fisiopatológica específicamente implicada en P-SILI de manera individual. Consideramos relevante que a pesar de que un paciente neuro-crítico tendría un riesgo elevado de alteraciones en el impulso ventilatorio, sin embargo los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo fueron, por grupo de padecimientos, los que tuvieron un P100 más cercano al límite de seguridad. Será interesante evaluar grupos de lesiones focales contra lesiones cerebrales difusas y si existe una alteración entre el tipo de lesión encefálica y alteración en el impulso ventilatorio. El promedio de edad de los pacientes con etiologías traumatológicas también es un factor interesante que mostro un menor riesgo de P-SILI con mediciones de P100 menores a aquellos de mayor edad. No fue un objetivo de nuestro estudio encontrar una asociación entre edad y riesgo, por lo cual pueden diseñarse investigaciones estableciendo un punto de corte de edad y tratar de hallar dicha asociación e investigar factores asociadas a edad.

Con los datos encontrados será necesario en nuestra unidad tener una especial atención al proceso de weaning de los pacientes sépticos los cuales mostraron el promedio de P100 mayor de las patologías incluidas. Continuar la vigilancia de dichos pacientes para obtener una tendencia que nos permita generar intervenciones preventivas o correctivas tempranas para no añadir un factor extra de riesgo a pacientes ya con una gravedad considerable.

Glosario

Disparo modificación de presión o flujo en el circuito para generar una nueva ventilación.

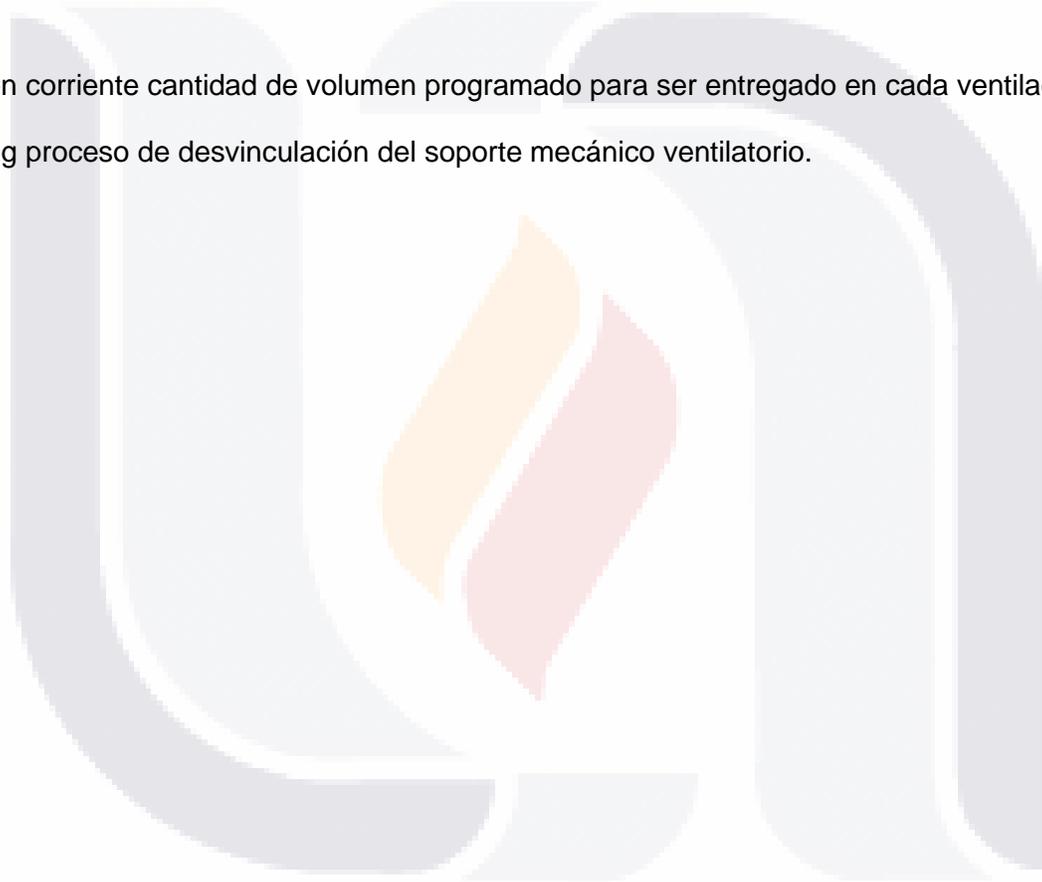
Neumonía infección del parénquima pulmonar.

Neumonía asociada a ventilador aquella infección que sucede a partir de 48 horas de soporte mecánico ventilatorio.

Pendelluft modificación de presión en un pulmón cuando no existe modificación de flujo en el mismo.

Volumen corriente cantidad de volumen programado para ser entregado en cada ventilación.

Weaning proceso de desvinculación del soporte mecánico ventilatorio.



Bibliografía

1. Acute Respiratory Distress Syndrome Network. "Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *New Eng J Medicine*, 2000, 342, 1301-1308.
2. Kathira, B. "Ventilator Induced Lung Injury: Classic and novel concepts" *Respiratory Care*, Junio 2019, Vol 64 No 6. 629-637.
3. Carreaux, G. Millán-Guilarte, T. "Failure of non invasive ventilation for de novo acute hypoxemic respiratory failure: Role of tidal volume" *Crit Care Med*. 2016, 44, 282-290.
4. Gattinoni, L. "The Concept of "Baby Lung"" *Intensive Care Med* (2005); 32, 776-784.
5. Tremblay, L. Slutsky, A. "History of Mechanical Ventilation. From Vesalius to ventilator-induced lung injury". *Am J Respir Crit Care Med* 2015; 191(10) 1106-1115.
6. Coggshall, J. Marini, J. "Improved oxygenation after muscle relaxation in adult respiratory distress syndrome" *Arch Intern Med* 1985, Sept;145 (9) 1718-20
7. Papazian, L. Perrin, G. "Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome" *New Engl J Med*. 2010, 363, 1107-1116.
8. Brochard, L. Pesenti, A. "Mechanical Ventilation to Minimize Progression of Lung Injury in Acute Respiratory Failure" *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* (2017) 195:438-442
9. Yoshida, T. Fujino, Y. "The role of spontaneous effort during mechanical ventilation: normal versus injured lung" *Journal of Intensive Care* (2015) 3:18.
10. Slutsky, A. "Ventilator- Induced Lung Injury" *New Engl J Med* (2013) 369, 2126-2136.
11. Brochard, L. "Ventilation-Induced lung injury exists in spontaneously breathing patients with acute respiratory failure: Yes". *Intensive Care Med*. 2017, 43, 250-252.
12. Carreaux, G. Dessap, A. et al. "Patient-Self Inflicted Lung Injury: A Practical Review" *J Clin Med* (2021) 10, 2738.

13. Bellani, G. Grasselli, G. "Do Spontaneous and Mechanical Breathing have similar effects on average transpulmonary and alveolar pressure? A Clinical Crossover Study" *Crit Care* (2016); 20.
14. Yoshida, T. Amato, M. "Spontaneous effort causes occult pendelluft during mechanical ventilation" *Am J Respir Crit Care Med*, (2013); 188, 1420-1427.
15. Gattinoni, L. "Stress and Strain within the lung" *Curr Opin Crit Care* (2012); 18, 42-47.
16. Dreyfuss, D. Soler, P. "High Inflation Pressure Pulmonary Edema: Respective effects of High Airway pressure, high tidal volume and Positive End-expiratory Pressure". *American Review of Respiratory Disease*, 1988; 137 (5) 1159-1164
17. Mascheroni, D. Kolobow, T. Fumagalli, R. et al "Acute Respiratory Failure following pharmacologically induced hyperventilation: an experimental animal study" *Intensive Care Med* (1988) 15:8-14.
18. Yoshida, T. Fujino, Y. "Fifty years of research in ARDS. Spontaneous breathing during mechanical ventilation. Risks, mechanisms, and management". *Am J Respir Crit Care Med* 2017, 195, 985-992.
19. Mauri, T. Guérin, C. "The ten pressures of the respiratory system during assisted breathing" *Intensive Care Med* 2017, 43, (10), 1504-1506
20. Vaporidi, K. Georgopoulos, D. "Respiratory Drive in Critically Ill Patients. Pathophysiology and Clinical Implications" *Am J Respi Crit Care Med* (2020); 201, 20-32.
21. Dianti, J. Bertoni M. "Monitoring Patient-Ventilator interaction by an end expiratory occlusion maneuver" *Intensive Care Med*. 2020, 46, 2338-2341
22. Elkermann, M. Vidal Melo M. "Therapeutic range of spontaneous breathing during mechanical ventilation" *Anesthesiology*. (2014); 120, 536-539.
23. Webb, H, Tierney, D. "Experimental pulmonary edema due to intermittent positive pressure ventilation with high inflation pressures. Protection by positive end-expiration pressure" *Am Rev Respir Dis* 1974; 110 (5) 556-565.

24. Telias, I. Junhasavasdikul, D. "Airway occlusion pressure as an estimate of respiratory drive and inspiratory effort during assisted ventilation". *Am J Respir Crit Care Med.* 2020, 201, 1086-1098.

25. Mauri, T. Cambiaghi, B. "Spontaneous breathing: a double-edged sword to handle with care". *Ann Transl Med.* 2017, 5 (14) 292.



Anexos

Anexo A Cronograma de Trabajo

Actividad	Dic '22	Ene '23	Feb '23	Mar '23	Abril '23	May '23	Jun '23	Jul '23	Ago '23	Sept '23	Oct '23	Nov '23	Dic '23	Ene '24
Realización Marco Teorico	X	X	X	X	X									
Presentación Comité CHMH					X									
Aprobación Comité					X	X								
Recolección Datos						X	X	X	X	X	X	X		
Analisis de Datos											X	X		
Revisión												X	X	
Impresión														X

Figura 2 Cronograma de Trabajo

Anexo B Instrumento de Recolección de datos

Instrumento de Recolección de Datos	
Expediente	
Edad	
Genero	
Talla	
Peso	
Neumonía Asociada a Ventilación	
Días de VM	
Tipo de Weaning	
P100	Cada 24 horas
MIP	Cada 24 horas

Figura 3 Instrumento de Recolección de Datos

Anexo 3 Carta de Consentimiento Informado para Participar en el Proyecto

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO:

Incidencia de riesgo de P SILI durante el protocolo de extubación en los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo de Mayo 2023 a Noviembre 2023

FECHA DE PREPARACIÓN: ABRIL 2023 VERSIÓN: 1

Investigador principal: Andres Alejandro Rosales Garcia

Dirección del investigador: Av. Gómez Morin s/n, la estación, alameda, C.P. 20259.

Teléfono de contacto del investigador (incluyendo uno para emergencias): 5591981077

Investigadores participantes: Dr Edmundo Israel Roque Márquez; Dr Irving Santiago Fraire Felix; Dr. Emanuel Zacarias Rodríguez Cisneros

Nombre del patrocinador del estudio: No Aplica

Dirección del patrocinador: No Aplica

Versión del consentimiento informado y fecha de su preparación: 15 Abril 2023

INTRODUCCIÓN:

Por favor, tome todo el tiempo que sea necesario para leer este documento, pregunte al investigador sobre cualquier duda que tenga.

Este consentimiento informado cumple con los lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la Declaración de Helsinki y a las Buenas Prácticas Clínicas emitidas por la Comisión Nacional de Bioética.

Para decidir si participa o no en este estudio, usted debe tener el conocimiento suficiente acerca de los riesgos y beneficios con el fin tomar una decisión informada. Este formato de consentimiento informado le dará información detallada acerca del estudio de investigación que

podrá comentar con su médico tratante o con algún miembro del equipo de investigadores. Al final se le invitará a que forme parte del proyecto y de ser así, bajo ninguna presión o intimidación, se le invitará a firmar este consentimiento informado.

Procedimiento para dar su consentimiento: Usted tiene el derecho a decidir si quiere participar en esta investigación, y se puede tomar todo el tiempo que requiera para considerar esta invitación. El investigador le explicará ampliamente los beneficios y riesgos del proyecto sin ningún tipo de presión y tendrá todo el tiempo que requiera para pensar, solo o con quien usted decida consultarlo, antes de decirle al investigador acerca de su decisión. Esta decisión no tendrá efecto alguno sobre su atención médica en el Instituto. Al final de esta explicación, usted debe entender los puntos siguientes:

- I. La justificación y los objetivos de la investigación.
- II. Los procedimientos que se utilizarán y su propósito, incluyendo la identificación de qué son procedimientos experimentales.
- III. Los riesgos o molestias previstos.
- IV. Los beneficios que se pueden observar.
- V. Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para usted
- VI. Garantía para recibir respuestas a las preguntas y aclarar cualquier duda sobre los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento de la materia.
- VII. La libertad que tiene de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio, sin que por ello se afecte su atención y el tratamiento en el Instituto.
- VIII. La seguridad de que no se le va a identificar de forma particular y que se mantendrá la confidencialidad de la información relativa a su privacidad.
- IX. El compromiso del investigador de proporcionarle la información actualizada que pueda ser obtenida durante el estudio, aunque esto pudiera afectar a su disposición para continuar con su participación.
- X. La disponibilidad de tratamiento médico y compensación a que legalmente tiene derecho, en el caso de que ocurran daños causados directamente por la

investigación.

Puede solicitar más tiempo o llevar a casa este formulario antes de tomar una decisión final en los días futuros.

INVITACION A PARTICIPAR Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Estimado Sr(a).

El Centenario Hospital Miguel Hidalgo, a través del grupo de investigación, le invitan a participar en este estudio de investigación que tiene como objetivo:

La duración del estudio es: 6 meses

El número aproximado de participantes será: 80 pacientes

Usted fue invitado al estudio debido a que tiene las siguientes características: Se incluyen en el estudio todos los pacientes que ingresan a la unidad de cuidados intensivos con soporte mecánico ventilatorio; se realizaran mediciones para prevenir daño pulmonar asociado al protocolo de retiro de la ventilación mecánica. Son mediciones realizadas de manera rutinaria durante las pruebas de ventilación espontánea, el objetivo del estudio es tener una base de datos que considere las condiciones habituales de los pacientes con soporte mecánico ventilatorio.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

Su participación en el estudio consiste en: recabar las mediciones de fuerza para valorar la seguridad de la extubación del paciente al cumplir con los requisitos necesarios para iniciar el protocolo de retiro de la ventilación mecánica.

Los procedimientos del estudio incluyen la realización de: medición de fuerza del paciente cuando se realizan pruebas de ventilación espontánea durante el protocolo de retiro del soporte mecánico ventilatorio.

Las responsabilidades de los participantes incluyen: Solo se recopilarán datos realizados durante el protocolo de retiro de la ventilación; no existe alguna responsabilidad directa del paciente hacia el estudio.

RIESGOS E INCONVENIENTES

Se busca recopilar datos de un esfuerzo ventilatorio excesivo que pudiera condicionar daño pulmonar sobreañadido a la patología inicial, para lo cual al detectarlo se aumentaría la sedación y potencialmente relajación muscular y en 24 horas nuevamente evaluar la fuerza inspiratoria del paciente.

BENEFICIOS POTENCIALES

Establecer relación entre las patologías comunes en nuestro centro hospitalario y un impulso inspiratorio alto que pueda condicionar daño.

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

No aplican.

COMPENSACION

Si se detecta un esfuerzo ventilatorio alto durante el estudio se aseguraran por parte de los investigadores que los niveles de sedación y analgesia se encuentren en un nivel óptimo para prevenir daño pulmonar agregado.

ALTERNATIVAS A SU PARTICIPACIÓN:

Su participación es voluntaria. Sin embargo, usted puede elegir no participar en el estudio. En caso de no hacerlo, recibirá el tratamiento o manejo estándar para su enfermedad. Sus consultas y atención integral en el Instituto no se verían afectadas en ningún sentido si usted decide no participar.

POSIBLES PRODUCTOS COMERCIALES DERIVABLES DEL ESTUDIO:

Los resultados o materiales obtenidos en el estudio serán propiedad del Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Si un producto comercial es desarrollado como resultado del estudio, tal insumo será propiedad del Centenario Hospital Miguel Hidalgo o quienes ellos designen. En tal caso, usted no recibirá un beneficio financiero por el mismo.

ACCIONES A SEGUIR DESPUÉS DEL TÉRMINO DEL ESTUDIO:

Usted puede solicitar los resultados de sus exámenes clínicos y de las conclusiones del estudio:

La investigación es un proceso largo y complejo. El obtener los resultados finales del proyecto puede tomar varios meses.

PARTICIPACIÓN Y RETIRO DEL ESTUDIO:

Su participación es VOLUNTARIA. Si usted decide no participar, no se afectará su relación con el Centenario Hospital Miguel Hidalgo o su derecho para recibir atención médica o cualquier servicio al que tenga derecho. Si decide participar, tiene la libertad para retirar su consentimiento e interrumpir su participación en cualquier momento sin perjudicar su atención en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Se le informará a tiempo si se obtiene nueva información que pueda afectar su decisión para continuar en el estudio.

El investigador puede excluirlo del estudio si considera que no es un paciente apto para realizar una prueba de ventilación espontánea.

El estudio puede ser terminado en forma prematura si existiera fallas orgánicas que exacerbaren las funciones pulmonares en algún momento del estudio.

Los procedimientos que serán necesarios si usted termina su participación en el estudio son: continuar el protocolo de extubación sin que sus datos sean incluidos en la base de datos del presente estudio.

CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE SU INFORMACIÓN

Su nombre no será usado en ninguno de los estudios. No se recabará ningún tipo de muestra biológica durante el presente estudio.

Si bien existe la posibilidad de que su privacidad sea afectada como resultado de su participación en el estudio, su confidencialidad será protegida como lo marca la ley, asignando códigos a su información. El código es un número de identificación que no incluye datos personales. Ninguna información sobre su persona será compartida con otros sin su autorización, excepto:

- Si es necesario para proteger sus derechos y bienestar (por ejemplo, si ha sufrido una lesión y requiere tratamiento de emergencia); o
- Es solicitado por la ley.

Personal del estudio (monitores o auditores) podrán tener acceso a la información de los participantes.

Si usted decide retirarse del estudio, podrá solicitar el retiro y destrucción de su información. Todas las hojas de recolección de datos serán guardadas con las mismas medidas de confidencialidad, y solo los investigadores titulares tendrán acceso a los datos que tienen su nombre. Si así lo desea, usted deberá poner en contacto con Andres Alejandro Rosales Garcia y expresar su decisión por escrito.

El Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo aprobó la realización de éste estudio. Dicho comité es quien revisa, aprueba y supervisa los estudios de investigación en humanos en el Instituto. En el futuro, si identificamos información que consideremos importante para su salud, consultaremos con el Comité de Ética para que decidamos la mejor

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

forma de darle esta información a usted y a su médico. Además, le solicitamos que nos autorice re-contactarlo, en caso de ser necesario, para solicitarle información que podría ser relevante para el desarrollo de este proyecto.

Los datos científicos obtenidos como parte de este estudio podrían ser utilizados en publicaciones o presentaciones médicas. Su nombre y otra información personal serán eliminados antes de usar los datos.

Si usted lo solicita su médico de cabecera será informado sobre su participación en el estudio

IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES:

En caso de que usted sufra un daño relacionado al estudio, por favor póngase en contacto con Andres Alejandro Rosales Garcia.

Si usted tiene preguntas sobre el estudio, puede ponerse en contacto con: Andres Alejandro Rosales Garcia.

Si usted tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en el estudio, puede hablar con el Presidente del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (Dr. Jaime Asael López Valdez, teléfono: 449 994 6720 ext. 8646).

DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

He leído con cuidado este consentimiento informado, he hecho todas las preguntas que he tenido y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Para poder participar en el estudio, estoy de acuerdo con todos los siguientes puntos:

Estoy de acuerdo en participar en el estudio descrito anteriormente. Los objetivos generales, particulares del reclutamiento y los posibles daños e inconvenientes me han sido explicados a mi entera satisfacción.

Estoy de acuerdo en mi participación dentro de la base de datos del estudio, así mismo, mi información médica y biológica podrá ser utilizada con los mismos fines.

Estoy de acuerdo, en caso de ser necesario, que se me contacte en el futuro si el proyecto requiere coleccionar información adicional o si encuentran información relevante para mi salud.

Mi firma también indica que he recibido un duplicado de este consentimiento informado.

Por favor responda las siguientes preguntas

	SÍ	NO
	(marque por favor)	(marque por favor)
a. ¿Ha leído y entendido la forma de consentimiento informado, en su lenguaje materno?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ¿Ha tenido la oportunidad de hacer preguntas y de discutir este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. ¿Ha recibido usted respuestas satisfactorias a todas sus preguntas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. ¿Ha recibido suficiente información acerca del estudio y ha tenido el tiempo suficiente para tomar la decisión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. ¿Entiende usted que su participación es voluntaria y que es libre de suspender su participación en este estudio en cualquier momento sin tener que justificar su decisión y sin que esto afecte su atención médica o sin la pérdida de los beneficios a los que de otra forma tenga derecho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. ¿Entiende los posibles riesgos, algunos de los cuales son aún desconocidos, de participar en este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. ¿Entiende que puede no recibir algún beneficio directo de participar en este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. ¿Entiende que no está renunciando a ninguno de sus derechos legales a los que es acreedor de otra forma como sujeto en un estudio de investigación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. ¿Entiende que el médico participante en el estudio puede retirarlo del mismo sin su consentimiento, ya sea debido a que Usted no siguió	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

Coloque la huella digital del participante sobre esta línea si no sabe escribir

Nombre del representante legal (si aplica)

Firma del representante legal

Fecha

Nombre del Investigador
documento

Firma del Investigador que explicó el

Fecha

Nombre del Testigo 1

Firma del Testigo 1

Fecha

Relación con el participante:

