



CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**“VALIDACIÓN DEL PEEP DECREMENTAL COMO
MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE RESPUESTA A VOLUMEN”**

Tesis

Presentada por:

Daniel Enrique Ayala Rodríguez

Para obtener el grado de especialista en:

Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Asesores

Dr. Emanuel Rodríguez Cisneros

Dr. Irving Santiago Fraire Félix

Aguascalientes, Ags. 12 diciembre del 2024



Aguascalientes
GOBIERNO DEL ESTADO



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/154/24

Aguascalientes, Agt., 4 DE diciembre de 2024

DR. EMANUEL RODRIGUEZ CISNEROS
INVESTIGADOR PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación y de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, han decidido **APROBAR** el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"VALIDACIÓN DEL PEEP DEERIMENTAL COMO METODOS DE ESTIMACIÓN DE RESPUESTA A VOLUMEN"

Autores: DR. IRVING SANTIAGO FRAIRE FÉLIX
DR. DANIEL ENRIQUE AYALA RODRIGUEZ

En virtud de que se cumplió con los requisitos establecidos por ambos comités por cual se otorga el número de registro: **2024-R-50**

Con tiempo de vigencia: 6 meses de noviembre de 2024 a mayo de 2025

Sin otro particular, se solicita a los investigadores ajustarse a su periodo de vigencia del proyecto, reportar avance del proyecto de forma semestral en el mes de diciembre mediante el formato de "Avances de protocolos" y al concluirse, reportar estado del estudio, incidencias y eventos, además entregar resumen de resultados obtenidos y de los productos generados.

ATENTAMENTE

DR. SALVADOR ISRAEL MACIAS HERNANDEZ
ENCARGADO DE LA PRESIDENCIA DEL COMITÉ
DE INVESTIGACIÓN

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

San José y Agt.



3379 98 42 00



www.miguelhidalgo.gob.mx



Av. Libertad 10000 Aguascalientes, Agt.
P.O. Box 10000, C.P. 20100





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



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 05/02/25

NOMBRE: AYALA RODRIGUEZ DANIEL ENRIQUE ID 362618

ESPECIALIDAD: EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO LGAC (del posgrado): SOPORTE VENTILATORIO

TIPO DE TRABAJO: (X) Tesis () Trabajo práctico

TÍTULO: VALIDACIÓN DEL PEEP DECREMENTAL COMO MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE RESPUESTA A VOLUMEN

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): VALIDACIÓN DEL PEEP DECREMENTAL COMO MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE RESPUESTA A VOLUMEN

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 Conahcyt 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

SI X
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.



Dr. Sergio Ramírez González
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

PRESENTE

Por medio del presente como **ASESOR** designado de la estudiante **DANIEL ENRIQUE AYALA RODRÍGUEZ** con ID 362651 quien realizó la tesis titulada: **VALIDACIÓN DEL PEEP DECREMENTAL COMO MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE RESPUESTA A VOLUMEN**, 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.

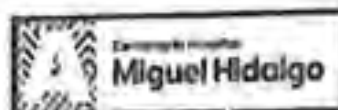
Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 04 de febrero de 2025

Dr. Irving Santiago Proaire Félix
Asesor de tesis



C.C.P. Interesado
C.C.P. Secretaria Técnica del Programa de Posgrado



Dr. Sergio Ramírez González
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado de la estudiante **DANIEL ENRIQUE AYALA RODRÍGUEZ** con ID 362651 quien realizó la tesis titulada: **VALIDACIÓN DEL PEEP DECREMENTAL COMO MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE RESPUESTA A VOLUMEN**, 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 inscribirlo 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

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 04 de febrero de 2025

Dr. Emanuel Rodríguez Cisneros
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado

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

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

EVIDENCIA DE PUBLICACIÓN PAGADA EN TRAMITE

Tu recibo de INDEXAEAS LLC [n.º 1116-4865]

IL

INDEXAEAS LLC

Para Tú

14:09

Recibo de INDEXAEAS LLC

Recibo n.º 1116-4865

IMPORTE PAGADO

FECHA DE PAGO

MÉTODO DE PAGO

135,00 US\$

7 ene 2025, 17:07:09

VISA - 4616

RESUMEN

Publicación de Artículo Científico en Revista. × 1

135,00 US\$

Responder

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido en este proyecto.

A los directores

A mi director de tesis, Dr. Emanuel Rodríguez, agradezco su orientación, apoyo y guía inestimables a lo largo de este proceso. Su experiencia y conocimiento en el campo de la medicina crítica han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A mi co-director, Dr. Irving Fraire, agradezco su colaboración y apoyo en la revisión y evaluación de la tesis.

A mis colegas del hospital, por su apoyo incondicional en este trayecto, a mi compañera Luisa Carbonell por su colaboración en la recopilación de datos y la realización de las investigaciones.

Agradezco también, a todos aquellos que han contribuido de alguna manera en este proyecto, aunque no estén mencionados explícitamente. Su apoyo y colaboración han sido valiosos.

DEDICATORIA

A mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional me han permitido perseguir mis sueños.

A todos aquellos que han luchado contra la enfermedad y han encontrado la fuerza para seguir adelante.

A los pacientes que han sido la inspiración para esta investigación.

A la medicina, que ha sido mi pasión y mi vocación.



Índice

<i>INTRODUCCIÓN</i>	6
<i>CAPÍTULO I</i>	7
<i>Planteamiento del problema</i>	7
<i>JUSTIFICACIÓN</i>	8
<i>MARCO TEÓRICO</i>	9
<i>HIPÓTESIS GENERAL</i>	13
Hipótesis alterna (H1):.....	13
Hipótesis nula (H0):.....	13
<i>OBJETIVOS</i>	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos	13
<i>CAPITULO II</i>	14
<i>METODOLOGÍA</i>	14
Tipo de investigación:.....	14
Nivel de investigación:.....	14
Diseño:.....	14
Universo de estudio:.....	14
Población de estudio:	14
Tamaño de la muestra:	14
<i>CRITERIOS DE SELECCIÓN</i>	15
Criterios de inclusión	15
Criterios de exclusión	15
Criterios de eliminación	15
<i>VARIABLES</i>	15
<i>PROCEDIMIENTO</i>	17
<i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</i>	18
<i>CONSIDERACIONES ÉTICAS</i>	19
<i>INSTRUMENTO</i>	19
<i>RECURSOS</i>	20
Recursos Humanos, Materiales y Económicos.....	20
Recursos materiales.....	21
<i>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</i>	22

<i>CAPITULO III</i>	23
<i>RESULTADOS</i>	23
<i>CAPÍTULO IV</i>	29
DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES.....	30
<i>GLOSARIO</i>	31
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	32
<i>ANEXOS</i>	35
Anexo 1. Instrumentos de recolección de la información.	35
Anexo 2. Carta de consentimiento informado institucional.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución según sexo.....	23
Figura 2. Distribución según presencia de comorbilidades.....	24
Figura 3. Distribución según el tipo de comorbilidad presentada.....	24
Figura 4. Distribución según la presencia y tipo de toxicomanías.	25
Figura 5. Distribucion en base a la capacidad de respuesta a volumen.	26
Figura 6. Distribucion en base a variación en el gasto cardiaco.	27
Figura 7. Distribución en base a la variación de la presión arterial media	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de variables cuantitativas.	25
Tabla 2. Tabla de contingencia 2x2 para respuesta a volumen por VPP y por PEEP decremental.....	28
Tabla 3. Prueba de chi cuadrada con respecto a la respuesta a volumen y variación del gasto cardiaco	28

ACRONIMOS

SDRA	Síndrome de dificultad respiratoria aguda
PEEP	Presion positiva al final de la espiracion
GC	Gasto cardiaco
mmHg	Milímetros de mercurio
cmH2O	Centímetros de agua
EPOC	Enfermedad pulmonar obstructive cronica
ERC	Enfermedad renal cronica
SPSS 21	Statistical Package for the Social Sciences versión 21.0
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos

RESUMEN

En los pacientes que se encuentran en estado crítico la optimización de la precarga cardiaca es fundamental para garantizar la adecuada perfusión y el adecuado funcionamiento de cada uno de los órganos. La estimación de la respuesta a volumen de cada uno de los pacientes se ha venido realizando de forma tradicional tanto con métodos invasivos como el cateterismo de la arteria pulmonar o la variación de la presión de pulso, así como con métodos no invasivos como lo es la valoración ultrasonográfica de la vena cava inferior en las condiciones clínicas en las que se permita. El método del decremento de PEEP se basa en que la reducción de este valor disminuye la presión intratorácica, lo que podría mejorar de forma indirecta el retorno venoso, lo que conllevaría a un aumento del gasto cardiaco en aquellos pacientes que sean respondedores a la administración de volumen. **Objetivo general:** Validar el uso del método de PEEP decremental para la estimación de la respuesta a volumen en los pacientes con ventilación mecánica invasiva que se encuentran hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo. **Materiales y métodos:** se realizó estudio prospectivo en 23 pacientes críticamente enfermos ingresados a la UCI, utilizando análisis descriptivo de variables cualitativas y cuantitativas, donde la correlación de variables se utilizó pruebas de chi cuadrada, así como tablas de contingencia. **Resultados:** 52.2% de los pacientes fueron mujeres, el 43.5% se reportó con alguna comorbilidad siendo la más frecuente la HTA en el 30.4%, en cuanto al consumo de tóxicos el 65.2% se reportó con antecedentes de etilismo, en base a la respuesta a volumen solo el 34.8% fue respondedor, no se mostró una asociación estadísticamente significativa entre las variables con un valor de $p = 0.144$. **Conclusión:** no existe una correlación significativa entre la variación del gasto cardiaco y la respuesta a volumen según el método de PEEP decremental, lo que sugiere que la medición de este parámetro como única prueba para la estimación de respuesta a fluidoterapia no es válida. Sin embargo, se evidencio que la VPP así como la PEEP decremental son útiles para evaluar la respuesta a volumen con una alta concordancia entre ambas y una alta especificidad.

Palabras clave: PEEP decremental, variación de presión de pulso, respuesta a volumen.

ABSTRACT

In critically ill patients, optimizing cardiac preload is essential to ensure adequate perfusion and proper functioning of each organ. The estimation of the volume response of each patient has traditionally been carried out using both invasive methods such as pulmonary artery catheterization or pulse pressure variation, as well as noninvasive methods such as ultrasound assessment of the inferior vena cava under clinical conditions where it is permitted. The PEEP decrement method is based on the fact that reducing this value decreases intrathoracic pressure, which could indirectly improve venous return, leading to an increase in cardiac output in patients who respond to volume administration. **General objective:** To validate the use of the decremental PEEP method for estimating the volume response in patients with invasive mechanical ventilation who are hospitalized in the intensive care unit of the Centenario Hospital Miguel Hidalgo. **Materials and methods:** a prospective study was conducted in 23 critically ill patients admitted to the ICU, using descriptive analysis of qualitative and quantitative variables, where the correlation of variables was used chi square tests, as well as contingency tables. **Results:** 52.2% of the patients were women, 43.5% reported some comorbidity being HTA the most frequent in 30.4%, regarding the consumption of toxic substances 65.2% reported a history of alcoholism, based on the response to volume only 34.8% were responders, no statistically significant association was shown between the variables with a p value of 0.144. **Conclusion:** there is no significant correlation between the variation in cardiac output and the response to volume according to the decremental PEEP method, which suggests that the measurement of this parameter as the only test for the estimation of response to fluid therapy is not valid. However, it was shown that PPV as well as decremental PEEP are useful to evaluate the response to volume with a high concordance between both and a high specificity.

Keywords: Decremental PEEP, pulse pressure variation, response to volume.

INTRODUCCIÓN

En los pacientes que se encuentran en estado crítico la optimización de la precarga cardiaca es fundamental para garantizar la adecuada perfusión y el adecuado funcionamiento de cada uno de los órganos. La estimación de la respuesta a volumen de cada uno de los pacientes se ha venido realizando de forma tradicional tanto con métodos invasivos como el cateterismo de la arteria pulmonar o la variación de la presión de pulso (1), así como con métodos no invasivos como lo es la valoración ultrasonográfica de la vena cava inferior en las condiciones clínicas en las que se permita. Sin embargo, el método del decremento de PEEP ha surgido como una alternativa no invasiva para la predicción de respuesta a volumen en los pacientes que se encuentran bajo ventilación mecánica invasiva (2).

Este método se basa en el principio de que la reducción de este valor disminuye la presión intratorácica, lo que podría mejorar de forma indirecta el retorno venoso, lo que conllevaría a un aumento del gasto cardiaco en aquellos pacientes que sean respondedores a la administración de volumen (3).

A pesar de ello, el uso del PEEP decremental aún no está ampliamente validado en la práctica clínica, lo que justifica la necesidad de un estudio prospectivo en el que se pueda evaluar su eficacia y seguridad en los pacientes críticamente enfermos.

CAPÍTULO I.

Planteamiento del problema

La mayoría de los pacientes que se encuentran críticamente enfermos requiere de reanimación con líquidos endovenosos, así como de ventilación mecánica invasiva, muchos de estos presentan alteraciones a nivel capilar vascular secundario a la patología subyacente lo cual facilita la fuga capilar y la sobrecarga hídrica.

La correcta evaluación de la respuesta a volumen en aquellos pacientes críticamente enfermos es un desafío para la medicina intensiva. Aunque los métodos tradicionales son útiles para dicha evaluación, algunos tienden a ser invasivos o complejos técnicamente hablando, lo que hace que su aplicabilidad universal sea limitada (1). El uso del método del PEEP decremental el cual implica la reducción escalonada de la presión al final de la espiración durante la ventilación mecánica, ha demostrado ser una técnica menos invasiva y sencilla para la predicción de respuesta a líquidos endovenosos. Sin embargo, la precisión y seguridad de está no se ha validado de una manera eficiente en este tipo de población.

Es por esto por lo que nos formulamos la siguiente pregunta de investigación:

¿El método del PEEP decremental es una técnica precisa y segura para la estimación de respuesta a la fluidoterapia en los pacientes que se encuentran bajo ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo?

JUSTIFICACIÓN

Magnitud e impacto: la mayoría de los pacientes que se encuentran críticamente enfermos, mientras que la administración de líquidos endovenosos en este contexto es de vital importancia para en cierta medida mejorar la estabilidad hemodinámica (2). No contar con un método preciso y seguro que permita estimar la respuesta a volumen de cada uno de los pacientes críticamente enfermos, puede contribuir al aumento del riesgo de recibir una sobrecarga de fluidos o por el contrario ser subtratados, lo que puede llevar a complicaciones graves en ambos extremos como lo es el edema pulmonar o la lesión renal prerrenal.

Trascendencia: el desarrollo de técnicas menos invasivas y que sean precisas para estimar la respuesta a fluidoterapia podría de cierta manera revolucionar la atención en las unidades de cuidados intensivos, reduciendo la necesidad de procedimientos invasivos, y mejorando la seguridad del paciente (3). La validación del PEEP decremental podría proporcionar a los médicos una herramienta eficaz y sencilla para guiar la administración de los líquidos en los casos en donde no se cuente con el acceso a otros métodos para la estimación de este.

Factibilidad: el presente estudio es factible dado que se cuenta con la autorización de las autoridades pertinentes para su realización. Así mismo, en la unidad de cuidados intensivo se cuenta con ventiladores avanzados que permiten el ajuste de la PEEP, así mismo se cuenta con el equipo de ultrasonido con programación para ecocardiografía lo cual permitirá realizar el monitoreo hemodinámico y de gasto cardíaco de una forma no invasiva.

Un estudio con diseño prospectivo permite la recolección de las variables requeridas en tiempo real, lo que proporciona una mejor precisión y relevancia en los resultados (4).

Beneficios al paciente: el presente estudio no traerá ningún beneficio adicional al suministrado durante la atención a los pacientes, dado que es una investigación descriptiva, la cual generara nuevos conocimientos para mejorar la atención de los pacientes con estas características.

MARCO TEÓRICO

La validación del PEEP decremental como método para estimar la respuesta a volumen en pacientes críticamente enfermos se fundamenta en la necesidad de herramientas efectivas y no invasivas que optimicen el manejo de la ventilación mecánica. La respuesta a volumen es crucial para evaluar la capacidad del sistema cardiovascular de responder adecuadamente a la administración de líquidos, un aspecto esencial en pacientes con inestabilidad hemodinámica. Estudios recientes han demostrado que un enfoque de ventilación que disminuye progresivamente el PEEP (presión positiva al final de la espiración) puede revelar variaciones en la presión y el volumen pulmonar, las cuales reflejan cambios en el retorno venoso y la respuesta a volumen (2,5).

La PEEP es una técnica de ventilación mecánica que mantiene las vías respiratorias abiertas y mejora la oxigenación al final de la espiración. Este método también tiene efectos significativos sobre la hemodinámica, ya que la presión positiva influye en el retorno venoso, afectando la precarga y el gasto cardíaco (4). Para pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y otros estados críticos, un ajuste adecuado de la PEEP es fundamental para optimizar tanto la ventilación como la función cardiovascular sin provocar efectos adversos (6).

La evaluación de la respuesta a volumen, o “fluid responsiveness,” busca determinar si un paciente se beneficiaría de la administración de fluidos adicionales. Esta respuesta es generalmente evaluada con métodos invasivos, como la monitorización de presión intravascular o medición del gasto cardíaco mediante dispositivos de cateterización (5). Sin embargo, el uso de un método no invasivo, como el PEEP decremental, podría simplificar el proceso y hacer que la evaluación de respuesta a volumen esté más disponible para una mayor cantidad de pacientes.

Impacto Hemodinámico de la PEEP

La PEEP, cuando se ajusta de forma óptima, mejora el intercambio gaseoso y reduce el daño pulmonar asociado con el SDRA y otros cuadros críticos (7). Sin embargo, su aplicación excesiva puede reducir el retorno venoso al corazón y, consecuentemente, el gasto cardíaco. Este efecto se basa en los principios de la presión intratorácica y su relación inversa con la precarga, particularmente en pacientes con reserva cardíaca limitada (1). La optimización del PEEP mediante métodos decrementales puede reducir este riesgo,

permitiendo observar variaciones en el gasto cardíaco y en la presión de pulso que reflejan el estado de volumen del paciente y su capacidad de respuesta (3).

Evaluación de Respuesta a Volumen y Técnicas Actuales

La evaluación de la respuesta a volumen en el entorno crítico se realiza comúnmente mediante la medición de parámetros hemodinámicos con técnicas como el monitoreo del gasto cardíaco, la variación de la presión de pulso (PPV) y la variación en la presión sistólica (SPV) durante la ventilación mecánica (8). Estas técnicas, aunque efectivas, presentan limitaciones, ya que requieren de dispositivos especializados y procedimientos invasivos. La aplicación de una técnica no invasiva, como el PEEP decremental, ofrece la ventaja de reducir las complicaciones asociadas con los procedimientos invasivos y el costo del equipo especializado (9).

Fundamento Fisiológico del PEEP Decremental

El uso del PEEP decremental se basa en el concepto de que una reducción gradual en la presión positiva aplicada al final de la espiración permite observar cambios en la presión venosa y arterial. Estos cambios reflejan el retorno de volumen y la precarga del corazón en tiempo real (10), así, al aplicar una secuencia de PEEP decremental, se puede evaluar indirectamente la capacidad del sistema cardiovascular para responder a un aumento de volumen. En pacientes con ventilación mecánica, estudios indican que esta técnica puede correlacionarse con las variaciones en el volumen sistólico, lo que lo convierte en un método potencialmente valioso para evaluar la respuesta a volumen (9).

Marco de Antecedentes Investigativos

Investigaciones previas han mostrado la importancia de ajustar el PEEP para optimizar la ventilación sin comprometer la hemodinámica del paciente. En un estudio clave, Monnet y Teboul (5) evaluaron la variación en la presión de pulso como marcador de respuesta a volumen en pacientes ventilados mecánicamente. Encontraron que, aunque los métodos invasivos son efectivos, la implementación de técnicas no invasivas como el ajuste de PEEP es prometedora en términos de reducción de riesgos y precisión diagnóstica.

Otro estudio de Bentzer y colaboradores (4) analizó los efectos de la PEEP sobre la hemodinámica en un grupo de pacientes con insuficiencia respiratoria. Su investigación subraya que el PEEP influye directamente sobre el retorno venoso y la respuesta cardiovascular, y que un ajuste cuidadoso puede mejorar la predicción de respuesta a volumen en pacientes críticamente enfermos.

La monitorización del estado hemodinámico se ha convertido en una piedra angular en la atención del paciente con datos de inestabilidad hemodinámica, pero requiere de un enfoque múltiple y específico basado en el contexto de la patología con la que cursa cada uno de ellos. La eficacia de la monitoria hemodinámica depende tanto de los recursos tecnológicos disponibles como la capacidad del medico tratante para interpretar los resultados de estos y poder así tratar de forma eficaz los procesos patológicos (11).

Rivers y colaboradores (12) en el 2001 informaron que las medidas tomadas para garantizar el adecuado flujo sanguíneo y la reanimación para mantener la suficiencia de este mejoraron los resultados clínicos en aquellos pacientes que cursaban con choque distributivo séptico.

La presión arterial media es la cifra tensional que mas se aproxima a la presión de la perfusión orgánica, siempre y cuando las presiones venosas o circundantes no se encuentren elevadas. Esta se puede medir de dos formas, una forma no invasiva por medio del esfigmomanómetro (13) y por medio de cateterización arterial. La presión arterial es considerada como una variable no reglada por lo que no siempre refleja el grado de estabilidad hemodinámica de los pacientes (14).

La PVC es la contrapresión del retorno venoso sistémico. Debido a que la PVC suele ser muy baja, definir el nivel hidrostático cero adecuado es importante para estimar la PVC, pero dicha puesta a cero fisiológica puede ser difícil. Se pueden establecer pocos valores absolutos con respecto a las medidas estáticas de la PVC. Si la PVC es de 10 mmHg o menos, el gasto cardíaco disminuirá uniformemente cuando se administre una presión positiva al final de la espiración de 10 cmH₂O a pacientes dependientes de ventilación mecánica (15), mientras que una PVC superior a 10 mmHg no tiene valor predictivo.

La demostración, mediante técnicas ecocardiográficas, de más del 36% de colapso de la vena cava superior durante la inspiración con presión positiva (16) o colapso completo de

la vena cava inferior identifica a los individuos cuya PVC está por debajo de 10 mmHg (17,18). Sin embargo, no existe un valor umbral de PVC que identifique a los pacientes cuyo gasto cardíaco aumentará en respuesta a la reanimación con líquidos (19). Es importante destacar que la CVP solo se eleva en casos de enfermedad, pero no se ha demostrado su utilidad clínica como guía para el diagnóstico o el tratamiento.

Las personas normales presentan una respuesta a la precarga, pero no necesitan reanimación con líquidos. Por ello, una prueba de provocación con líquidos debe realizarse únicamente en casos donde exista hipoperfusión tisular conocida o sospechada (20). Además, esta prueba no constituye una reanimación con líquidos, sino que es un método diagnóstico para identificar a los pacientes que responden a la precarga (21). Aquellos que demuestren ser respondedores al volumen podrán recibir reanimación adicional con líquidos de manera controlada, minimizando el riesgo de exacerbar el cor pulmonale o de inducir edema pulmonar.

HIPÓTESIS GENERAL

Hipótesis alterna (H1): El método de PEEP decremental es una técnica precisa y segura para la estimación de la respuesta a volumen en los pacientes que se encuentran ventilados mecánicamente en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Hipótesis nula (H0): El método de PEEP decremental no es una técnica precisa y segura para la estimación de la respuesta a volumen en los pacientes que se encuentran ventilados mecánicamente en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Validar el uso del método de PEEP decremental para la estimación de la respuesta a volumen en los pacientes con ventilación mecánica invasiva que se encuentran hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Objetivos específicos

- Describir las características de la población (sexo, edad, peso, talla, IMC, comorbilidades, toxicomanías)
- Determinar la precisión del PEEP decremental para la predicción de la respuesta a volumen en comparación con métodos tradicionales
- Evaluar la seguridad del uso del PEEP decremental en los pacientes que se encuentran sometidos a ventilación mecánica
- Analizar la correlación entre las variables PEEP y el gasto cardiaco durante la realización de la maniobra de decremento del PEEP
- Describir las características hemodinámicas de aquellos pacientes que respondieron de forma positiva al decremento del PEEP

CAPITULO II.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación: Descriptivo, observacional, prospectivo.

Nivel de investigación: Analítico.

Diseño: Clínico y epidemiológico.

Universo de estudio: pacientes con ventilación mecánica invasiva hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Población de estudio: Pacientes con ventilados mecánicamente que requieran de manejo con fluidoterapia endovenosa que se encuentran hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Tamaño de la muestra: Se realiza cálculo de tamaño de muestra para población finita:

Para estudios que evalúan una proporción simple:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{d^2}$$

- Z: correspondiente al nivel de confianza (1.96 para 95%).
- p: Proporción esperada del desenlace (favorable = 0.6).
- d: Margen de error aceptable o diferencia mínima clínicamente relevante (0.1=10%).
- **N= 92.2**

Dado que la población total es de solo 30 pacientes, este cálculo excede la población disponible. Para poblaciones finitas, se ajusta el tamaño de muestra utilizando la fórmula:

$$n \text{ ajustado} = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

- n: Tamaño de muestra inicial (93)
- N: Tamaño de la población (30)
- **n ajustada: 23 pacientes**

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años
- Sin distinción de sexo
- Pacientes que requieran de la administración de líquidos intravenosos
- Pacientes que el tutor legal acepte ser parte del estudio.

Criterios de exclusión

- Pacientes con arritmias cardíacas graves que puedan interferir con el monitoreo hemodinámico
- Pacientes con contraindicaciones para la disminución de los niveles de PEEP como barotrauma neumotórax
- Pacientes que cursan con SDRA moderado a severo

Criterios de eliminación

- No hay

VARIABLES

Variables independientes: edad, peso, talla, comorbilidades, toxicomanías, nivel de PEEP inicial, variaciones en el PEEP durante la maniobra, gasto cardíaco basal.

Variables dependientes: Cambio en el gasto cardíaco, cambio en la presión arterial, respuesta a volumen (incremento del gasto cardíaco >10%).

Variable	Definición	Tipo de variable	Medición
Edad	Tiempo vivido por un individuo desde su nacimiento hasta la fecha	Cuantitativa Continua	Años
Sexo	Características orgánicas que distinguen masculino de femenino	Cualitativa Nominal Dicotómica	Femenino Masculino
Talla	Altura de un individuo desde los pies hasta la cabeza	Cuantitativa Continua	Centímetros
Peso	Resultado de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto	Cuantitativa Continua	Kilogramos
Comorbilidades	Presencia de uno o más enfermedades a parte de la enfermedad primaria	Cualitativa Nominal Politómica	Hipertensión Diabetes Distiroidismo Cardiopatía EPOC/ASMA Obesidad ERC Otras
Toxicomanías	Consumo de sustancias toxicas de forma recreacional	Cualitativa Nominal Politómica	Tabaquismo Etilismo Drogas de abuso Ninguna
Nivel inicial de PEEP	Valor inicial programado de presión positiva al final de la expiración del paciente	Cuantitativa Continua	cmH2O
Variación del PEEP durante la maniobra	Valor programado de presión positiva al final de la expiración durante la maniobra	Cuantitativa Continua	cmH2O
Gasto cardiaco basal	Valor inicial del gasto cardiaco	Cuantitativa Continua	L/min

	medido en el paciente por medio de ultrasonido		
Presión arterial inicial	Presión arterial del paciente al inicio de la maniobra	Cuantitativa Continua	mmHg
Cambio en el Gasto Cardíaco	Valor medido durante la maniobra del gasto cardíaco por medio de ultrasonido	Cuantitativa Continua	L/min
Cambio en la presión arterial	Niveles de presión arterial medidos durante la maniobra	Cuantitativa Continua	mmHg
Respuesta a volumen	Aumento del 10% del gasto cardíaco inicial	Cualitativa Nominal Dicotómica	Si No

PROCEDIMIENTO

El presente estudio fue sometido a evaluación por los comités de investigación y de ética en investigación de la propia unidad. Una vez obtenida la autorización para el desarrollo de este estudio de procedió a:

- Se identificaron los pacientes que requirieron de ventilación mecánica invasiva.
- Aquellos pacientes que fueron sometidos a ventilación mecánica invasiva y que cumplieron con los criterios de inclusión, se le informa al representante legal sobre el presente estudio para la obtención de firma de consentimiento informado para la participación en el estudio.
- Una vez se contó con la autorización por parte de los representantes legales, se procedió a realizar monitoreo estándar en cada uno de los pacientes, el cual incluyo la toma de presión arterial invasiva y la monitorización continua de la saturación de oxígeno, así como la medición de gasto cardíaco por medio de ultrasonografía.
- Se realizo la maniobra de PEEP decremental, comenzando con el PEEP ajustado por el medico tratante, con posterior incremento hasta la 10 y reducciones de cada 2 cmH₂O cada 2 minutos hasta alcanzar el PEEP de 0 cmH₂O.

- Durante la maniobra se registraron las variaciones en el gasto cardiaco, la presión arterial media y la saturación de oxígeno
- El gasto cardiaco fue valorado por medio de ecocardiografía en donde se midió en el eje paraesternal eje largo el diámetro del tracto de salida del ventrículo izquierdo y posteriormente en una ventana de 5 cámaras se valoró por medio de Doppler color y pulsado la integral de velocidad tiempo, para posteriormente realizar el calculo por medio de la formula de Fick del gasto cardiaco.
- Los resultados del PEEP decremental fueron comparados con la administración de un bolo de fluido intravenoso, y se evaluó la respuesta hemodinámica a este.
- Así mismo se anotó el resultado obtenido de cada uno de los predictores de respuesta a volumen utilizados en cada uno de los casos
- Todos los datos se recolectados fueron posteriormente depositados en el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences versión 21.0 (SPSS 21) para su posterior análisis.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis descriptivo: se realizó un análisis descriptivo de las características clínicas y demográficas de la población, donde las variables cualitativas se les calculo frecuencia y fueron representadas por medio de graficas de barra o pastel; para las variables cuantitativas y continuas, se les calculo medidas de tendencia normal según su distribución se les calculo media o mediana con su error o desviación estándar y fueron representados por medio de tablas.

Análisis comparativo y de correlación: se utilizó pruebas de correlación de Pearson para evaluar la asociación entre las variables, así como tablas de contingencia y pruebas de chi cuadrada.

Significancia estadística: se considero un valor de p menor de 0.05 como estadísticamente significativo

CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con las Definiciones de Riesgo de la Investigación del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Artículo 17 en donde se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de este Reglamento, esta investigación es clasificada como: **RIESGO MÍNIMO**.

Investigación con riesgo mínimo: Estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, entre otros.

La confidencialidad de la información de los participantes se garantizará mediante el resguardo de la información de estos. Esta investigación respetó y se guio conforme a la declaración de Helsinki de 1975, también con el código Internacional de Ética Médica, así como con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

INSTRUMENTO

El instrumento con el que se llevó a cabo la recolección de datos fue elaborado por los mismos investigadores.

Expediente	Fecha:	Edad	Sexo
Talla	Comorbilidades () Hipertensión	Toxicomanías () Tabaquismo	
Peso	() Diabetes	() Etilismo	
PEEP inicial	() Distiroidismo () Cardiopatía () EPOC/ASMA () Obesidad () ERC () Otras	() Drogas de abuso () Ninguna	
PEEP	Variaciones del PEEP durante la	GC basal	
Cambio del GC durante la maniobra	Presion arterial inicial	Cambio de la presion arterial durante la maniobra	
Respuesta a volumen Anotaciones:			

RECURSOS

Recursos Humanos, Materiales y Económicos

NOMBRE DEL PARTICIPANTE	FUNCIONES DENTRO DEL PROTOCOLO
Emanuel Rodríguez Cisneros	Director de tesis: se encargará de la dirección y revisión de la parte clínica marco teórico, y manejo del paciente
Irving Santiago Fraire Félix	Codirector de tesis: encargado de asesoramiento en la parte metodológica, análisis de resultados
Daniel Enrique Ayala Rodríguez	Tesista: se encargará de la recolección de datos, así como de realizar la intervención en cada uno de los pacientes

Recursos materiales

Los recursos materiales fueron suministrados por los propios investigadores, a continuación, se detalla la inversión realizada:

	Cantidad	Valor unidad (MXN)	Valor total (MXN)
Hojas Resma	1	100	100
Computadora	1	15 000	15 000
Impresora	1	3 000	3 000
Impresión y empastado	10	5 000	5 000
Total		23 100	23 100

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad Fecha	Jun 2024	Jul 2024	Ago 2024	Sep 2024	Oct 2024	Nov 2024	Dic 2024	Ene 2025	Feb 2025
Revisión de la bibliografía									
Diseño del Protocolo									
Presentación del Protocolo al comité									
Recolección de datos									
Análisis de resultados									
Escritura de tesis									
Presentación y defensa de tesis									

CAPITULO III.

RESULTADOS

Una vez contada con la aprobación por los distintos comités institucionales se procedió a la recolección de datos, se ingresaron los pacientes de forma consecutiva en los casos que contaron con los criterios de inclusión hasta completar el tamaño de muestra con un total de 23 pacientes. Encontrándose:

En base al sexo el 52.2% (n= 12) fueron mujeres y el 47.8% (n= 11) fueron hombres (Figura 1).

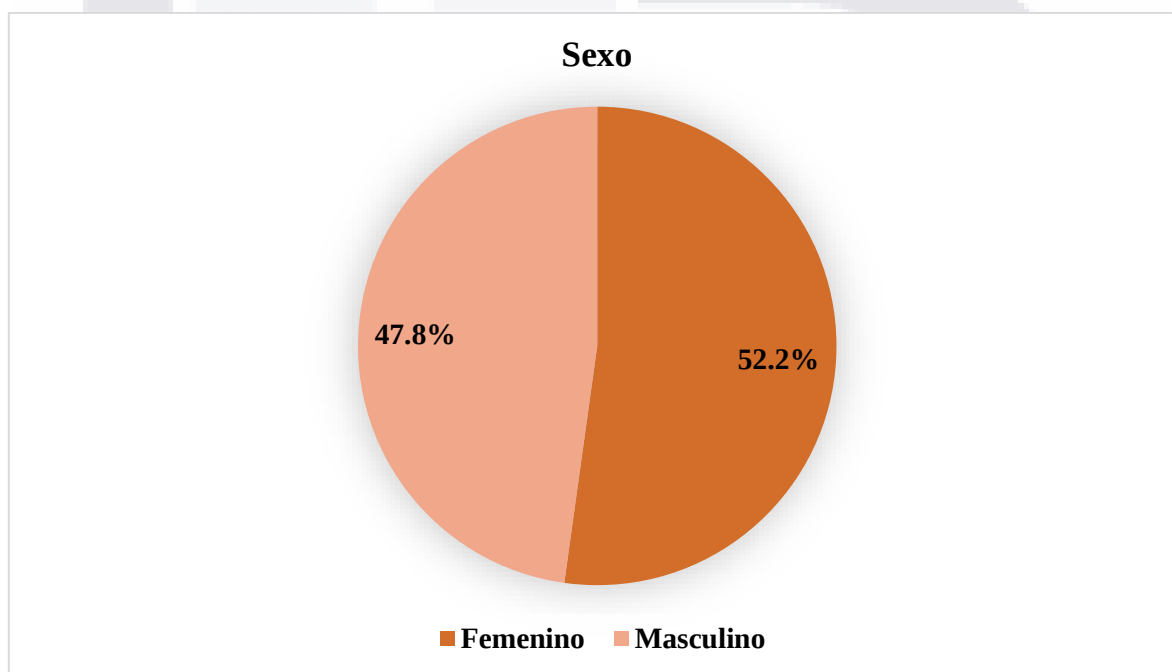


Figura 1. Distribución según sexo.

Se encontró que 54.2% (n= 13) de los pacientes cursaba con alguna comorbilidad asociada mientras que el 41.7% (n= 10) no se reportaron con ninguna comorbilidad (Figura 2); de las comorbilidades presentadas se encontró que la más común fue la hipertensión arterial en el 30.4% (n= 7) de los pacientes, seguida de la diabetes en el 13% (n= 3); 13% (n= 3) padecían de enfermedad renal, el 9.5% (n= 2) obesidad, el 4.3% (n= 1) tenían EPOC, 4.3% (n= 1) distiroidismos y 4.3% (n= 1) se reportaron con otras comorbilidades (Figura 3).

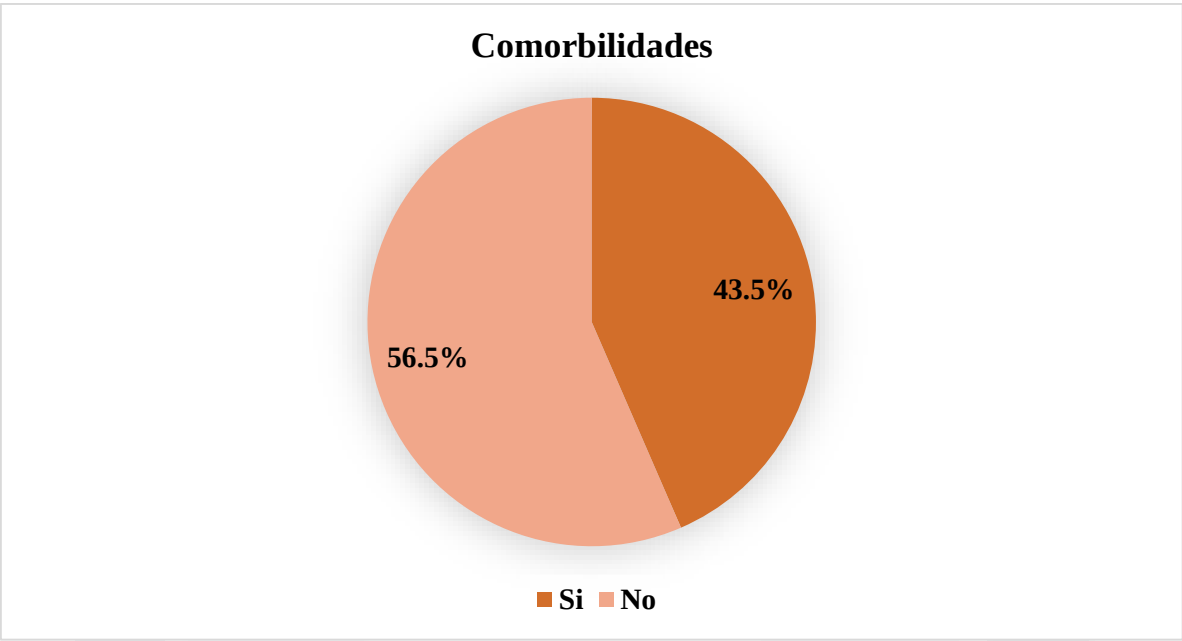


Figura 2. Distribución según presencia de comorbilidades.

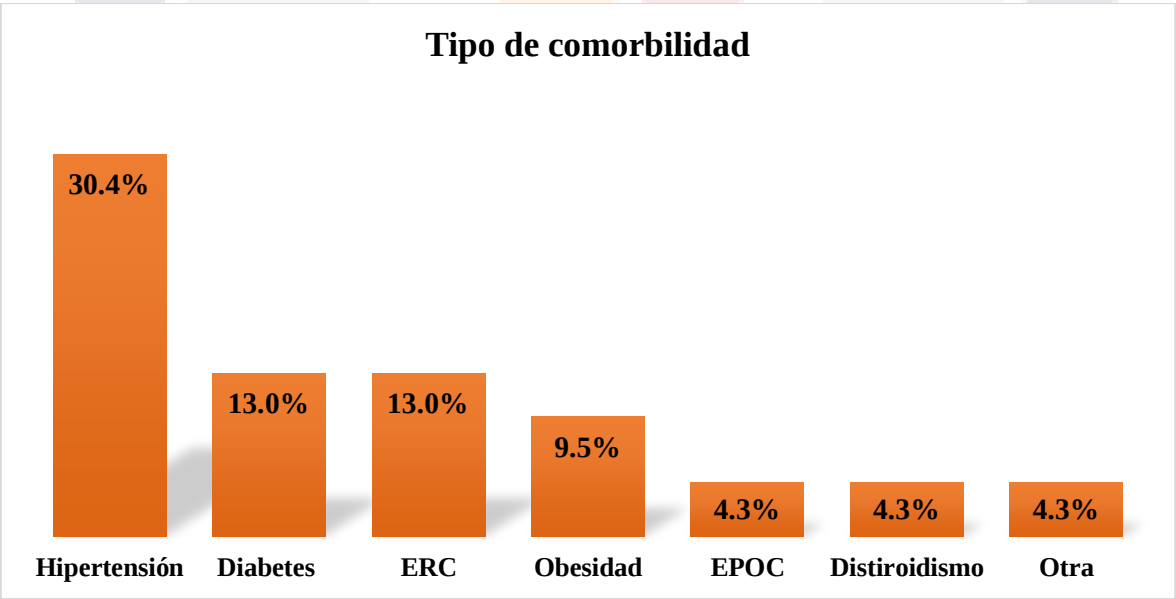


Figura 3. Distribución según el tipo de comorbilidad presentada.

Con respecto a las toxicomanías se evidenció que el 65.2% (n= 15) de los pacientes consumían alcohol; el 43.5% (n= 10) fumaban; el 17.4% (n= 4) reportaron el consumo de

drogas ilícitas; mientras que el 21.7% (n= 5) no se reportó con consumo de tóxicos (Figura 4).

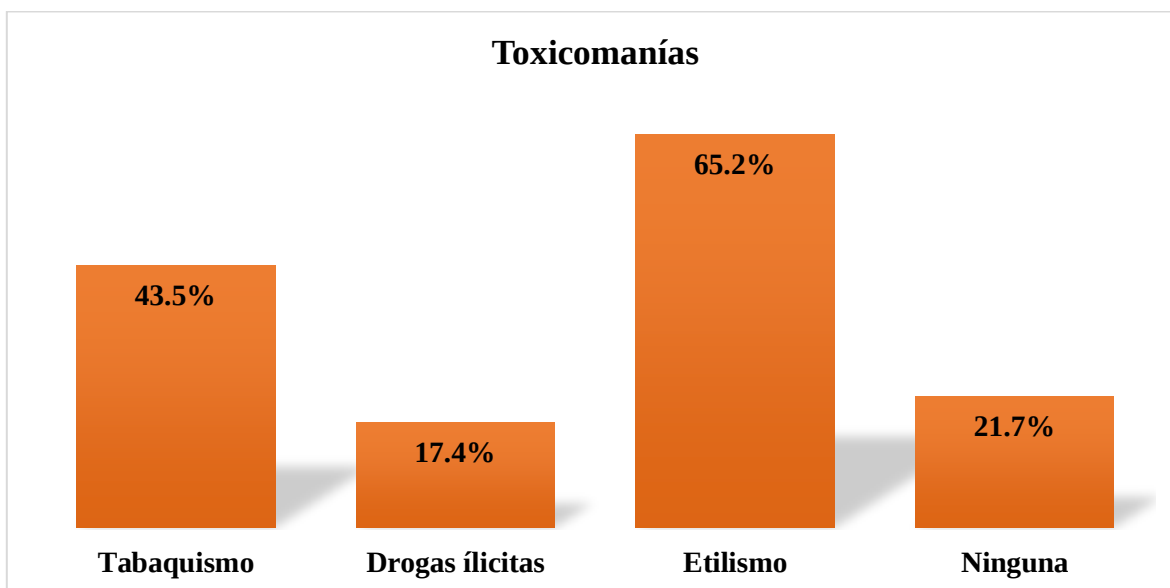


Figura 4. Distribución según la presencia y tipo de toxicomanías.

Resumen de los valores mínimos, máximos y medias con su error típico de las variables cuantitativas edad, talla, peso, PEEP inicial, presión arterial media inicial, variación de PEEP y gasto cardiaco basal (Tabla 1).

Estadísticos descriptivos				
	Mínimo	Máximo	Media	Error típico
Edad	18	67	43.87	2.942
Talla	154.00	190.00	166.7391	2.06248
Peso	50.00	120.00	76.5217	2.94271
PEEP inicial	5.00	6.00	5.2174	.08794
Presión arterial media inicial	65.00	92.00	77.6957	1.71880
Variación PEEP	4.00	5.00	4.7826	.08794
Gasto Cardiaco basal	2.50	6.90	4.4130	.29302

Tabla 1. Resumen de variables cuantitativas.

En cuanto a la capacidad de respuesta a volumen por medio de la prueba de PEEP decremental se encontró que el 34.8% (n= 8) de los pacientes fueron respondedores (Figura 5); así mismo, se evidencio que la misma cantidad de pacientes que fueron respondedores a fluidos por medio de esta técnica presentaban variación tanto en el gasto cardiaco (Figura 6) como en la presión arterial media 34.8% (n= 8) (Figura 7); mientras que el 65.2% (n= 15) no presentaron respuesta ni cambios en las variables hemodinámicas antes mencionadas.

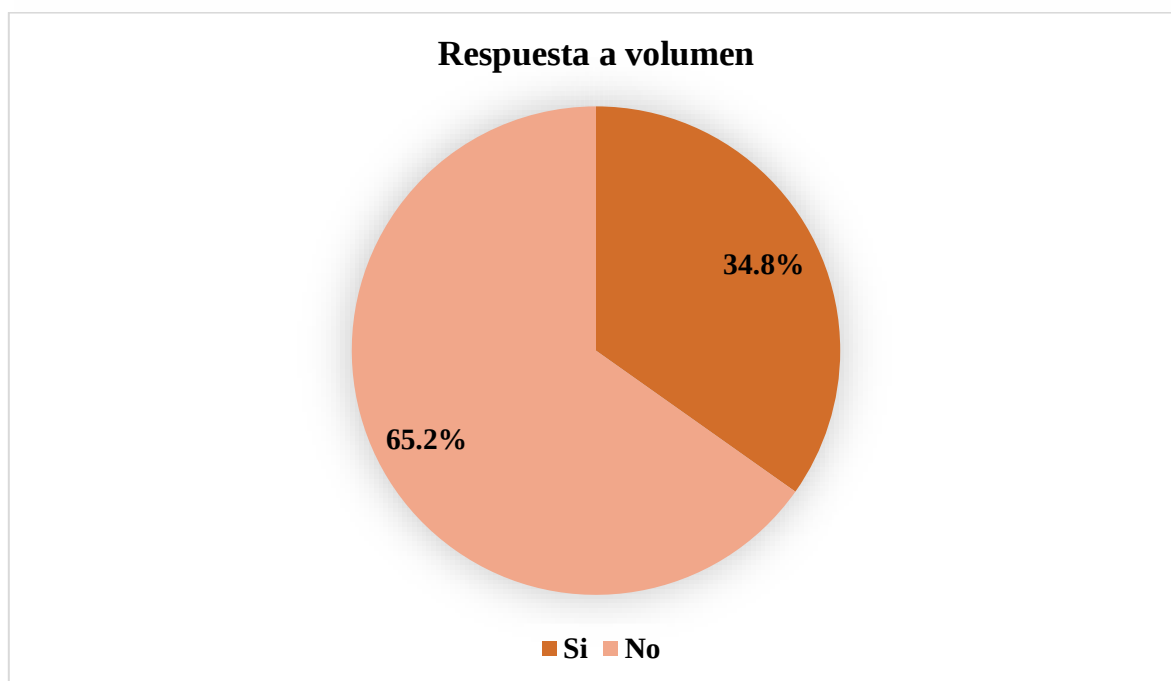


Figura 5. Distribucion en base a la capacidad de respuesta a volumen.

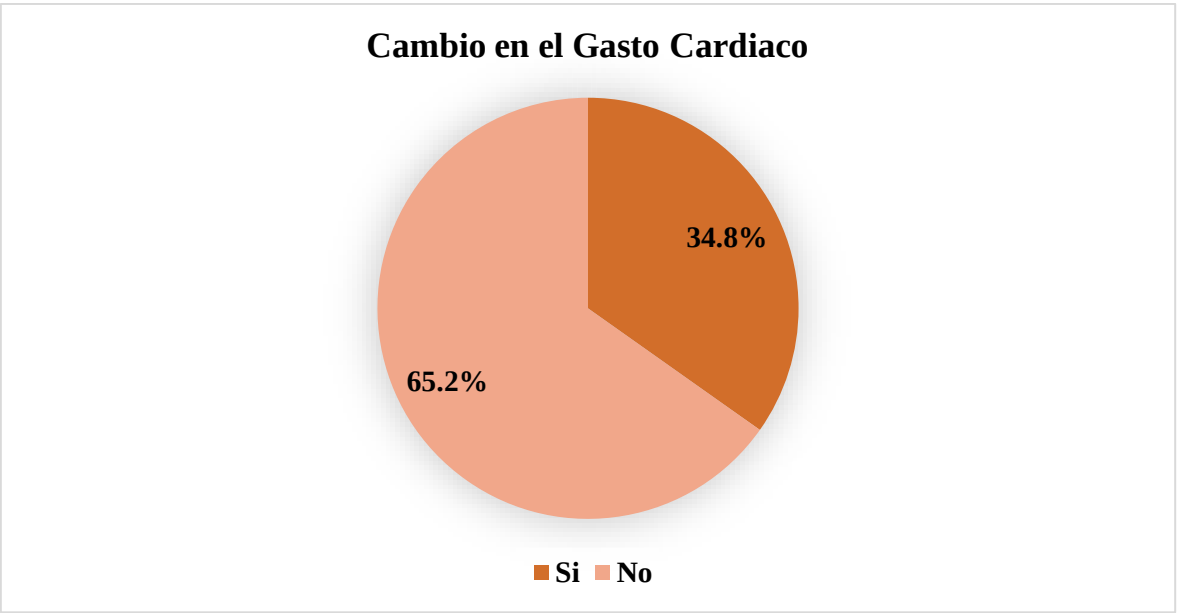


Figura 6. Distribucion en base a variación en el gasto cardiaco.

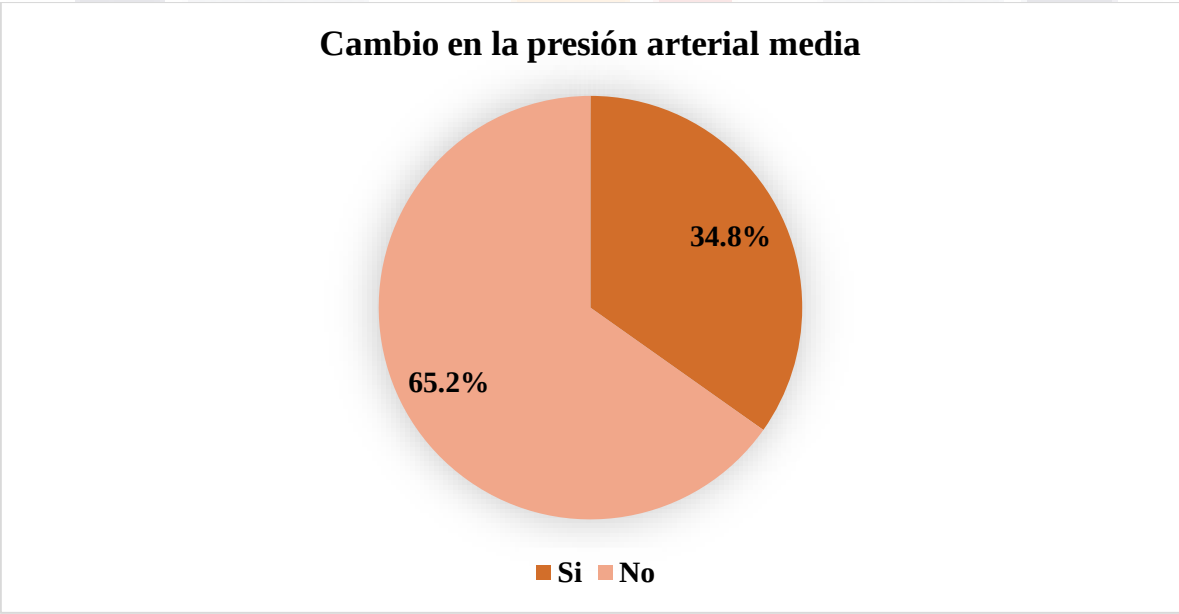


Figura 7. Distribución en base a la variación de la presión arterial media

Se realiza tabla de contingencia 2x2 en la cual se evidencia que 7 pacientes respondieron al volumen tanto con la técnica de PEEP decremental como con la variabilidad de la presión de pulso, 1 paciente respondió solo a la VPP pero no a la PEEP decremental; 15 pacientes no respondieron al volumen en ninguna de las dos técnicas. Existe una relación positiva entre las dos técnicas, la ausencia de falsos positivos en la técnica PEEP decremental indica una posible alta especificidad para predecir la respuesta a volumen sin embargo un falso negativo sugiere que la técnica podría no ser completamente sensible en todos los escenarios (Tabla 2).

		Respuesta volumen por técnica de PEEP decremental	
		Si	No
		Recuento	Recuento
Respuesta a volumen por medio de variabilidad de presión de pulso	Si	7	1
	No	0	15

Tabla 2. Tabla de contingencia 2x2 para respuesta a volumen por VPP y por PEEP decremental

Se realiza prueba de Chi-cuadrada para respuesta a volumen y gasto cardiaco el valor obtenido fue de 2.130, con 1 grado de libertad, con un valor de significancia de 0.144 el cual es mayor que 0.05, con lo que se llega a la conclusión que no se puede rechazar la hipótesis nula, por lo que no existe una asociación estadísticamente significativa entre la respuesta al volumen y la variación del gasto cardíaco (Tabla 3).

Estadísticos de contraste		
	Respuesta volumen	Variación del Gasto Cardíaco
Chi-cuadrado	2.130 ^a	2.130 ^a
gl	1	1
Sig. asintót.	.144	.144

a. 0 casillas (0.0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 11.5.

Tabla 3. Prueba de chi cuadrada con respecto a la respuesta a volumen y variación del gasto cardíaco

CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN

Los cambios a nivel de los ventrículos inducen cambios en el gasto cardiaco, por lo que se asume que la ventilación con presión positiva puede ser utilizada para evaluar el efecto dinámico de la ventilación con respecto al retorno venoso, evaluando las oscilaciones dinámicas en el gasto del ventrículo izquierdo. Cuanto mayor sea el aumento del volumen corriente para la misma distensibilidad pulmonar, mayor será la disminución transitoria del retorno venoso y mayor será la disminución del gasto del VI (22). Los cambios en la presión arterial sistólica durante una serie programada de respiraciones corrientes crecientes cuantifican el grado de respuesta a la precarga (23). Además, durante la ventilación con presión positiva con volumen corriente fijo, las variaciones en la presión sistólica, la presión del pulso, el volumen sistólico del VI y el flujo aórtico son medidas para evaluar la respuesta a la precarga (24, 25).

Michard y colaboradores (26) evidenciaron que una variación de la presión sistólica o de la presión del pulso del 13% o más en pacientes sépticos que se encuentran con una ventilación controlada con un volumen corriente programado de 8 ml/kg es altamente sensible y específica para evaluar la respuesta a la precarga. Lo que no se asocia con lo evidenciado en el presente estudio

La técnica de PEEP decremental ha ganado fuera en los ultimas años como maniobra para optimizar la ventilación y predecir la respuesta a fluidos, aunque el presente estudio no evidencio una correlación entre las variables, se evidencio que esta técnica con respecto a la VPP demostró tener una alta especificidad y una excelente correlación, lo que coincide con los estudios realizados por Marik y colaboradores (1), Huang y colaboradores (27), donde informan que el PEEP decremental podría ser usado como otra técnica para la valoración de respuesta a fluido, sin embargo no puede ser utilizado como una técnica.

CONCLUSIONES

La valoración de la respuesta a fluidos en los pacientes que se encuentran críticamente enfermos es fundamental para optimizar el manejo del estado hemodinámico y mejorar los resultados clínicos. Así como, la disminución de los eventos adversos como la sobrecarga hídrica, edema pulmonar, disfunción orgánica derivado de la administración indiscriminada de ellos.

En el presente estudio se que no existe una correlación significativa entre la variación del gasto cardiaco y la respuesta a volumen según el método de PEEP decremental, lo que sugiere que la medición de este parámetro como única prueba para la estimación de respuesta a fluidoterapia no es valida. Sin embargo, se evidencio que la VPP asi como la PEEP decremental son útiles para evaluar la respuesta a volumen con una alta concordancia entre ambas y una especificidad destacable de la técnica de PEEP decremental.

Se requiere de realizar estudios adicionales con un tamaño muestral mayor, lo que permitirá confirmar estos hallazgos y evaluar su sensibilidad y especificidad de manera robusta.

GLOSARIO

Decremento	Disminución de un valor determinado
Fluidoterapia	Administración de líquidos por vía intravenosa
Gasto cardiaco	Es el producto de la frecuencia cardiaca y el volumen sistólico
PEEP	Técnica que consiste en la aplicación de presión a nivel pulmonar al final de cada respiración
Respuesta a volumen	Es el aumento del 10-15% en el gasto cardiaco posterior a la administración de líquidos intravenosos
Unidad de Cuidados Intensivos	Sección hospitalaria en la que se proporciona atención y monitorización de los pacientes críticamente enfermos
Variación de la presión de pulso	Es variación de la diferencia entre la presión arterial sistólica y diastólica
Ventilación mecánica	Método por el que se asiste mecánicamente a la ventilación pulmonar

BIBLIOGRAFÍA

1. Marik PE, Cavallazzi R, Vasu T, Hirani A. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature. *Crit Care Med*. 2009;37(9):2642-7.
2. Michard F. Changes in arterial pressure during mechanical ventilation. *Anesthesiology*. 2005;103(2):419-28.
3. Vieillard-Baron A, Chergui K, Augarde R, Prin S, Page B, Beauchet A, Jardin F. Cyclic changes in right ventricular output impedance during mechanical ventilation. *J Appl Physiol*. 2004;97(4):1551-6.
4. Bentzer P, Griesdale DE, Boyd J, MacLean K, Sirounis D, Ayas NT. Will this hemodynamically unstable patient respond to a bolus of intravenous fluids? *JAMA*. 2016;316(12):1298-309.
5. Monnet X, Teboul JL. Passive leg raising. *Intensive Care Med*. 2008 Apr;34(4):659-63. doi: 10.1007/s00134-008-0994-y. Epub 2008 Jan 23. PMID: 18214429.
6. Teboul JL, Monnet X. Prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneous breathing activity. *Curr Opin Crit Care*. 2008;14(3):334-9.
7. Chiumello D, Chevillard G, Gregoret C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. *Intensive Care Med*. 2011;37(6):918-29.
8. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-25.
9. Magder S. Bench-to-bedside review: an approach to hemodynamic monitoring--Guyton at the bedside. *Crit Care*. 2012;16(5):236.
10. Buda AJ, Pinsky MR, Ingels NB, Daughters GT, Stinson EB, Alderman EL. Effect of intrathoracic pressure on left ventricular performance. *N Engl J Med*. 1979;301(9):453-9.
11. Pinsky MR, Payen D. Functional hemodynamic monitoring. *Crit Care*. 2015;19:1-8. doi:10.1186/s13613-015-0907-4.
12. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, Peterson E, Tomlanovich M: Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 2001, 345: 1368-1377. 10.1056/NEJMoa010307
13. Bur A, Hirschl MM, Herkner H, Oschatz E, Kofler J, Woisetschlager C, Laggner AN: Accuracy of oscillometric blood pressure measurement according to the relation between cuff size and upper-arm circumference in critically ill patients. *Crit Care Med* 2000, 28: 371-376. 10.1097/00003246-200002000-00014

14. Partrick DA, Bensard DD, Janik JS, Karrer FM: Is hypotension a reliable indicator of blood loss from traumatic injury in children? *Am J Surg* 2002, 184: 555-559. 10.1016/S0002-9610(02)01052-8
15. Jellinek H, Krafft P, Fitzgerald RD, Schwartz S, Pinsky MR: Right atrial pressure predicts hemodynamic response to apneic positive airway pressure. *Crit Care Med* 2000, 28: 672-678. 10.1097/00003246-200003000-00012
16. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, Peyrouset O, Page B, Beauchet A, Jardin F: Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* 2004, 30: 1734-1739.
17. Vieillard-Baron A, Augarde R, Prin S, Page B, Beauchet A, Jardin F: Influence of superior vena caval zone condition on cyclic changes in right ventricular outflow during respiratory support. *Anesthesiology* 2001, 95: 1083-1088. 10.1097/00000542-200111000-00010
18. Barbier C, Loubieres Y, Schmit C, Hayon J, Ricome JL, Jardin F, Vieillard-Baron A: Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* 2004, 30: 1740-1746
19. Kumar A, Anel R, Bunnell E, Habet K, Zanotti S, Marshall S, Neumann A, Ali A, Cheang M, Kavinsky C, Parrillo JE: Pulmonary artery occlusion pressure and central venous pressure fail to predict ventricular filling volume, cardiac performance, or the response to volume infusion in normal subjects. *Crit Care Med* 2004, 32: 691-699. 10.1097/01.CCM.0000114996.68110.C9
20. Dellinger RP, Carlet JM, Masur H, Gerlach H, Calandra T, Cohen J, Gea-Banacloche J, Keh D, Marshall JC, Parker MM, for the Surviving Sepsis Campaign Management Guidelines Committee, et al.: *Crit Care Med*. 2004, 32: 858-873. 10.1097/01.CCM.0000117317.18092.E4
21. Pinsky MR: Using ventilation-induced aortic pressure and flow variation to diagnose preload responsiveness. *Intensive Care Med* 2004, 30: 1008-1010. 10.1007/s00134-004-2208-6
22. Reuter DA, Bayerlein J, Goepfert MS, Weis FC, Kilger E, Lamm P, Goetz AE: Influence of tidal volume on left ventricular stroke volume variation measured by pulse contour analysis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 2003, 29: 476-480.
23. Perel A: Analogue values from invasive hemodynamic monitoring. In *Applied Cardiovascular Physiology*. Edited by: Pinsky MR. Berlin, Germany: Springer-Verlag; 1997:129-140.

24. Slama M, Masson H, Teboul JL, Arnout ML, Susic D, Frohlich E, Andrejak M: Respiratory variations of aortic VTI: a new index of hypovolemia and fluid responsiveness. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002, 283: H1729-H1733.
25. Feissel M, Michard F, Mangin I, Ruyer O, Faller JP, Teboul JL: Respiratory changes in aortic blood velocity as an indicator of fluid responsiveness in ventilated patients with septic shock. *Chest* 2001, 119: 867-873. 10.1378/chest.119.3.867
26. Michard F, Boussat S, Chemla D, Anguel N, Mercat A, Lecarpentier Y, Richard C, Pinsky MR, Teboul JL: Relation between respiratory changes in arterial pulse pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2000, 162: 134-138.
27. Huang CC, Fu JY, Hu HC, Kao KC, Lee CS, Hsieh MJ, et al. Application of PEEP decremental and recruitment maneuver to assess fluid responsiveness in patients with ARDS. *Respir Care*. 2014;59(2):292-300.

ANEXOS

Anexo A. Instrumentos de recolección de la información.

“Validación del PEEP decremental como método de estimación de respuesta a volumen”

Expediente	Fecha:	Edad	Sexo
Talla	Comorbilidades () Hipertensión	Toxicomanías () Tabaquismo () Etilismo () Drogas de abuso () Ninguna	
Peso	() Diabetes () Distiroidismo		
PEEP inicial	() Cardiopatía () EPOC/ASMA () Obesidad () ERC () Otras		
PEEP	Variaciones del PEEP durante la maniobra		
Cambio del GC durante la maniobra	Presion arterial inicial	Cambio de la presion arterial durante la maniobra	
Respuesta a volumen Anotaciones:			

Daniel Enrique Ayala Rodríguez

Residente de segundo año de la subespecialidad

Medicina del Enfermo en Estado Critico

Anexo B. Carta de consentimiento informado institucional

Aguascalientes, Ags, a ____ de ____ de 20__

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

[versión 1, 28/10/2024]

Título de la Investigación: "Validación del PEEP decremental como método de estimación de respuesta a volumen"

Número Registro CHMH: _____

Nombre del Investigador Principal: Dr. Emanuel Rodríguez Cisneros

Nombre de la persona que participará en la Investigación: _____ A través de este documento que forma parte

del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada: "Validación del PEEP decremental como método de estimación de respuesta a volumen". Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda. Si usted lo desea puede consultar con personas de su confianza (Familiar y/o Médico tratante) sobre la presente investigación.

1. ¿Dónde se llevará a cabo esta investigación?

Esta investigación se llevará a cabo en las instalaciones del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, específicamente en la Unidad de Cuidados Intensivos ubicado en el segundo piso.

2. ¿Cuál es el objetivo de esta investigación?

Esta investigación tiene como objetivo Validar el uso del método PEEP decremental para la estimación de la respuesta a volumen en pacientes críticos ventilados mecánicamente.

3. ¿Por qué es importante esta investigación?

La ventilación mecánica es una intervención común en los pacientes críticos en donde se proporciona la respiración artificial por medio de un tubo que va desde la boca hasta las vías respiratorias, y la administración de líquidos vía intravenosa en este contexto es una práctica vital para asegurar la estabilidad hemodinámica. Sin un método preciso y seguro para estimar la respuesta a volumen, los pacientes corren el riesgo de recibir una sobrecarga de fluidos o ser subtratados, lo que puede llevar a complicaciones graves.

El desarrollo de técnicas menos invasivas y precisas para estimar la respuesta a volumen puede mejorar la atención en unidades de cuidados intensivos, reduciendo la necesidad de procedimientos invasivos y mejorando la seguridad del paciente.

4. ¿Por qué he sido invitado a participar en esta investigación?

Ha sido invitado a formar parte de esta investigación, porque cumple con las características enlistadas a continuación:

Los participantes son incluidos si:

- Pacientes mayores de 18 años sin distinción de sexo.
- Pacientes que requieran de administración de líquidos intravenosos y se encuentren bajo ventilación mecánica invasiva
- Pacientes que acepten ser parte del estudio.

5. ¿Estoy obligado a participar?

Su participación es **voluntaria, anónima y confidencial**; no tiene que participar forzosamente. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y **no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención** que reciba en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en término de sus derechos como paciente.

6. ¿En qué consistirá mi participación y cuánto durará?

- Su participación será del día que se realiza la maniobra
- Se le tomara medición de signos vitales, así como titulación de PEEP durante la maniobra

Si está de acuerdo en participar, le pediremos que escriba su nombre y firme el formato de Consentimiento Informado y firme al final de este.

7. ¿Cuáles son los posibles beneficios de formar parte de esta investigación?

- Permitirá evaluar la respuesta a la capacidad de volumen para determinar el requerimiento de fluidoterapia como parte de manejo

8. ¿Existe alguna alternativa que pueda proporcionarme mayor beneficio de lo que me propone esta Investigación?

No existe beneficio mayor al suministrado, dado que es una investigación descriptiva, la cual generara nuevos conocimientos para mejorar la atención de los pacientes con estas características.

9. ¿Cuáles son los posibles riesgos de formar parte de esta investigación?

Perdida de la presión a nivel de la unidad funcional del pulmón, congestión por aumento de volumen hídrico.

10. ¿Tendré alguna molestia durante y/o después de mi participación?

Ninguna molestia generada

11. ¿Recibiré alguna compensación por mi participación?

No se recibirá ningún tipo de compensación económica

12. ¿Tendrá algún costo para mi participar en esta Investigación?

Se le informa que los gastos relacionados con esta investigación que se originen a partir del momento en que, voluntariamente, acepta participar en la misma, no serán pagados por Usted. En el caso de que existan gastos adicionales originados por el desarrollo de esta investigación, serán cubiertos por el presupuesto de esta.

Es importante comentarle que los gastos y/o cuotas que se generen como paciente del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, que no tengan ninguna relación con la presente Investigación, deberán ser pagados por Usted.

13. Una vez que acepte participar ¿Es posible retirarme de la Investigación?

Se le informa que usted tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación de dejar de participar en la presente investigación, sin que esto disminuya la atención y calidad o se creen prejuicios para continuar con sus tratamientos y la atención que como paciente le otorga el Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Únicamente avisando a alguno de los investigadores su decisión.

14. ¿En qué casos se me puede suspender de la Investigación?

No hay

15. ¿Qué sucede cuando la Investigación termina?

Los resultados, de manera anónima, podrán ser publicados en revistas de investigación científica o podrán ser presentados en congresos.

Es posible que sus (muestras, datos no personales, información médica o genética) pueden ser usadas para otros proyectos de investigación relacionados, previa revisión y aprobación por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.

16. ¿A quién puedo dirigirme si tengo alguna complicación, preocupación o problema relacionado con la Investigación?

Cualquier duda, preocupación o queja acerca de algún aspecto de la investigación o de la forma en que he sido tratado durante el transcurso de esta, por favor contacte a los investigadores principales:

Aclaraciones:

- a) Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el Comité de Investigación y Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, que son independientes al grupo de investigadores, para proteger sus intereses.
- b) Su decisión de participar en la presente Investigación es **completamente voluntaria**.
- c) En el transcurso de la Investigación, usted podrá solicitar información actualizada sobre la misma, al investigador responsable.
- d) La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad, conforme la normatividad vigente.
- e) Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la presente investigación.
- f) Se hace de su conocimiento que existe la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, solamente en el caso de sufrir daños directamente causados por la Investigación.
- g) En caso de que sea usted padre/tutor, o representante legal de un menor de edad o de una persona incapaz de tomar la decisión o firmar este documento, sírvase firmar la presente Carta de Consentimiento Informado dando su autorización.
- h) En el caso de que el participante en la investigación se trate de un menor a partir de los 6 años, por favor de lectura al Asentimiento Informado anexo a este documento, para que el menor lo comprenda y autorice.
- i) Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.

- j) Se le comunica que esta Carta de Consentimiento Informado se elabora y firma en dos ejemplares originales, se le entregará un original y el otro lo conservará el investigador principal.

FIRMA DE CONSENTIMIENTO

[versión 1, fecha 28/10/2024]

Yo, _____, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación titulada.

No omito manifestar que he sido informado(a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación, así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de riesgo mínimo.

He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de Dr. Daniel Ayala Rodríguez.

NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE

PADRE/TUTOR O REPRESENTANTE
LEGAL

Emanuel Rodríguez Cisneros

INVESTIGADOR PRINCIPAL

TESTIGOS

NOMBRE Y FIRMA

PARENTESCO

DOMICILIO

NOMBRE Y FIRMA

PARENTESCO

DOMICILIO

Nota: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, serán protegidos conforme a lo dispuesto en las Leyes Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y demás normatividad aplicable en la materia.