



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER I.A.P**

**TÍTULO**

**“UTILIDAD DEL RATIO VENTILATORIO COMO ÍNDICE PREDICTOR DE  
FRACASO AL RETIRO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN EL  
PACIENTE CRÍTICAMENTE ENFERMO”**

**TESIS QUE PRESENTA:**

ALEJANDRA ESQUIVEL PINEDA

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA CRÍTICA**

**ASESOR:**

CRISTHIAN JOSUÉ GAYTÁN GARCÍA

CIUDAD DE MÉXICO 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER I.A.P

**“UTILIDAD DEL RATIO VENTILATORIO COMO ÍNDICE PREDICTOR DE FRACASO AL RETIRO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN EL PACIENTE CRÍTICAMENTE ENFERMO”**

**DATOS DE INVESTIGADORES**

**ALUMNA:**

**Dra. Alejandra Esquivel Pineda**

Residente de 3er año de Medicina Crítica

Hospital Centro Médico ABC

Teléfono celular: 44 31931266

Correo electrónico: esquivelpinedaalejandra@gmail.com.

**ASESOR:**

Dr. Cristhian Josué Gaytán García

Médico adscrito a la Unidad de terapia intensiva

Hospital Centro Médico ABC

Teléfono celular: 961 177 8155

Correo electrónico: cri\_jth@hotmail.com

## **INDICE**

### **ÍNDICE GENERAL**

I. TÍTULOS.....

I.1. Subtítulos.....

Este apartado incluye todos aquellos títulos y subtítulos que contenga el protocolo.

### **ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 1. TÍTULO DE LA TABLA.....

TABLA 2. TITULO DE LA TABLA.....

Este apartado incluye todas las tablas que se presenten en el protocolo.

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1. TÍTULO DE LA FIGURA.....

FIGURA 2. TITULO DE LA FIGURA.....

## **ABREVIATURAS**

SDRA: Síndrome de distrés respiratorio agudo.

VR: ratio ventilatorio.

VE: volumen minuto (ml/min).

PaCO<sub>2</sub>: presión arterial de dióxido de carbono.

VCO<sub>2</sub>: producción de dióxido de carbono.

PaO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno.

SpO<sub>2</sub>: saturación de oxígeno.

VMI: Ventilación mecánica invasiva.

UTI: unidad de terapia intensiva.

$\dot{V}CO_2$ : producción de CO<sub>2</sub>

$\dot{V}A$ : ventilación alveolar

F<sub>ACO<sub>2</sub></sub>:

PB: presión barométrica

P<sub>ACO<sub>2</sub></sub>: presión alveolar de CO<sub>2</sub>

E: eficacia ventilatoria

$\dot{V}D$ : ventilación del espacio muerto

## MARCO TEÓRICO

El intercambio de gases consiste en dos esenciales funciones, oxigenación y ventilación. El primero, cuantificado por la relación presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno (PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub>), es el principal método de diagnóstico y de estratificación de pacientes con Síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA). El segundo es mejor monitoreado mediante la medición de la fracción de espacio muerto (VD/VT)<sup>1</sup>. Han pasado 21 años desde que el estudio de Nuckton y colaboradores<sup>1</sup> mostró a la fracción de espacio muerto pulmonar como un predictor independiente de mortalidad en SDRA. Varios estudios desde entonces han reforzado estos hallazgos<sup>2,3,4</sup>. Sin embargo la medición del espacio muerto pulmonar y su correlación con el deterioro ventilatorio no es muy utilizada en la práctica diaria.

Las mediciones de oxigenación se utilizan tradicionalmente para monitorear el progreso de pacientes en ventilación con presión positiva. Medidas de índices de oxigenación, como PaO<sub>2</sub>, SpO<sub>2</sub> y PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> o A-a (gradiente alveolo - arterial) se utilizan con frecuencia para ajustar parámetros ventilatorios y en la toma de decisiones clínicas. Aunque la eliminación de CO<sub>2</sub> depende de menos variables, las mediciones de eliminación de CO<sub>2</sub> habitualmente se pasan por alto, excepto cuando se monitorea a los pacientes que son difíciles de ventilar. La eliminación de CO<sub>2</sub> depende de la producción de CO<sub>2</sub> y de la ventilación alveolar, que en conjunto determinan la PaCO<sub>2</sub>. La ventilación alveolar es la porción eficiente de la ventilación minuto. En la práctica clínica, los problemas con la eliminación de CO<sub>2</sub> se observan como incremento de la PaCO<sub>2</sub>, incremento de la ventilación minuto, o ambos. Por lo anterior en 2009 Sinha et.al desarrollaron una relación, denominada ratio ventilatorio (VR), que compara mediciones reales y valores predichos de ventilación minuto y PaCO<sub>2</sub><sup>5</sup>.

Se ha descrito al VR como una herramienta simple a pie de cama para medir deterioro ventilatorio del paciente<sup>5</sup>. Su valor refleja la capacidad de los pulmones para eliminar dióxido de carbono adecuadamente<sup>6</sup>.

El VR se calcula de la siguiente manera: VE medido x PaCO<sub>2</sub> medida / VE predicho x PaCO<sub>2</sub> ideal.

Donde VE medido es el volumen minuto medido (ml/min), PaCO<sub>2</sub> es la presión arterial de dióxido de carbono en mmHg, el VE predicho es el volumen minuto predicho y se calcula multiplicando el peso predicho por 100 (ml/min), y el PaCO<sub>2</sub> ideal es la presión arterial de CO<sub>2</sub> esperada en pulmones normales ventilados con el VM predicho. La PaCO<sub>2</sub> ideal es 37.5 mmHg<sup>6,5</sup>.

El VR es una relación sin unidades y un valor de 1 representa unos pulmones normalmente ventilados. El incremento del VR representa aumento de la producción de dióxido de carbono (VCO<sub>2</sub>), disminución de la eficiencia ventilatoria, o ambas. Por el contrario, una VR decreciente representa una disminución de la producción de dióxido de carbono, aumento de la eficiencia ventilatoria, o ambas. Siempre que la otra variable permanezca constante, VR tiene una relación lineal con la PaCO<sub>2</sub> y el VE. Del mismo modo, VR tendría una relación lineal con la frecuencia ventilatoria y volumen corriente, siempre que la otra variable permanezca constante. Como el ratio depende de la ventilación minuto y la PaCO<sub>2</sub>, cualquier alteración en la configuración ventilatoria que resulte en un cambio en el VR sería debido a cambios en la ventilación alveolar o un cambio significativo en la producción de CO<sub>2</sub><sup>5</sup>.

Se ha reportado al VR como un predictor independiente de mortalidad en 2 ensayos aleatorizados controlados sobre SIRA <sup>7,8</sup>.

De manera que todo lo anterior sugiere que el VR es una herramienta útil a pie de cama para evaluar deterioro ventilatorio <sup>6</sup>.

### **Análisis fisiológico**

Se define al VR como:

$$VR = \frac{\dot{V}E \text{ medido} \times PaCO_2 \text{ medido}}{\dot{V}E \text{ predicho} \times PaCO_2 \text{ predicho}} \quad (1)$$

En estado basal la producción de dióxido de carbono y la ventilación alveolar son los determinantes de la PaCO<sub>2</sub>. La ventilación alveolar es una fracción variable de la ventilación minuto (alrededor de dos tercios) y la fracción restante corresponde a la ventilación del espacio muerto fisiológico.

El VR puede ser analizado en términos de producción de dióxido de carbono y la fracción de ventilación minuto que corresponde a la ventilación alveolar de la siguiente manera.

Primero

$$\dot{V}CO_2 = \dot{V}A \times FA_{CO_2} \quad (2)$$

Y

$$FA_{CO_2} = \frac{PA_{CO_2}}{P_B} \quad (3)$$

De esta manera la ecuación (3) puede ser sustituida en la ecuación (2) y ser reorganizada de la siguiente manera

$$\dot{V}CO_2 = \dot{V}A \times \frac{PA_{CO_2}}{P_B}$$

$$PA_{CO_2} = \frac{\dot{V}CO_2}{\dot{V}A} \times P_B \quad (4)$$

Asumiendo que

$$Pa_{CO_2} \approx PA_{CO_2} \quad (5)$$

La ecuación (5) puede reformularse para PaCO<sub>2</sub>

$$Pa_{CO_2} = \frac{\dot{V}CO_2}{\dot{V}A} \times P_B \quad (6)$$

Es de utilidad tener una manera de hablar sobre la ventilación alveolar como una fracción de la ventilación por minuto. Eso se ha denominado 'eficacia ventilatoria', E

$$E = \frac{\dot{V}A}{\dot{V}E} \quad (7)$$

De la cual

$$\dot{V}E = \frac{\dot{V}A}{E} \quad (8)$$

La ecuación (9) demuestra la relación de la eficacia ventilatoria con respecto al cálculo del espacio muerto que es generalmente más utilizado.

$$E = \frac{\dot{V}A}{\dot{V}E} = \frac{\dot{V}E - \dot{V}D}{\dot{V}E} \quad (9)$$

Además, es necesario hablar del concepto de dióxido de carbono 'real' y 'predicho' y de eficacia ventilatoria. La ventilación minuto medida y el dióxido de carbono arterial dependerán de la producción real de dióxido de carbono y eficiencia ventilatoria. Las ecuaciones (6) y (8) pueden ser aplicadas a estos conceptos de la siguiente manera.

$$P_{aCO_2} \text{ medido} = \frac{\dot{V}CO_{2 \text{ real}}}{\dot{V}A_{\text{ real}}} \times P_B \quad y \quad (10)$$

$$\dot{V}E_{\text{ medida}} = \frac{\dot{V}A_{\text{ real}}}{E_{\text{ real}}}$$

Y

$$P_{aCO_2} \text{ predicho} = \frac{\dot{V}CO_{2 \text{ predicho}}}{\dot{V}A_{\text{ predicho}}} \times P_B \quad y$$

$$\dot{V}E_{\text{ predicho}} = \frac{\dot{V}A_{\text{ predicho}}}{E_{\text{ predicho}}} \quad (11)$$

Finalmente, el lado derecho de los dos pares de ecuaciones (10) y (11) se sustituyen en la ecuación (1), lo que resulta

$$VR = \frac{\dot{V}CO_{2 \text{ real}}}{E_{\text{ real}}} \times \frac{E_{\text{ predicho}}}{\dot{V}CO_{2 \text{ predicho}}} \quad (12)$$

$$VR = \frac{\dot{V}CO_{2 \text{ real}}}{\dot{V}CO_{2 \text{ predicho}}} \times \frac{E_{\text{ predicho}}}{E_{\text{ actual}}} \quad (13)$$

El último paso es calcular los valores predichos. Para la ventilación minuto utilizamos 100 ml/kg/min. Este valor se obtuvo de nomogramas de población de la práctica anestésica<sup>9,10</sup>. El peso predicho (kg) se calcula usando la fórmula  $50 + 0.91 (\text{centímetros de altura} - 152.4)$  para hombres y  $45.5 + 0.91 (\text{centímetros de altura} - 152.4)$  para mujeres<sup>11</sup>. El valor predicho para la PaCO<sub>2</sub> es 37.5 mmHg (5 kilopascales).

Sustituyendo todos los valores anteriores resulta una ecuación fácilmente aplicable a pie de cama

$$VR = \frac{\dot{V}_{\text{Emedido}} (\text{ml/min}) \times PaCO_2 (\text{mmHg})}{100 \times \text{peso predicho} \times 37.5}$$

Ravenscraft et.al demostraron que los cambios en la eficiencia ventilatoria tienen mayor impacto en el exceso de volumen minuto que los cambios en la producción de CO<sub>2</sub> en pacientes críticamente enfermos mal ventilados. En la práctica clínica es evidente que la variación en la ventilación alveolar es mayor que la producción de CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, los cambios en el VR representan principalmente la eficiencia ventilatoria<sup>5</sup>.

La correlación entre VR y VD/VT es mayor en la ventilación controlada comparada con la ventilación espontánea. La fracción de espacio muerto fisiológico (VD/VT) y la producción de CO<sub>2</sub> son factores importantes que dictan las demandas ventilatorias del paciente<sup>12</sup>. En los pacientes con falla respiratoria el VD/VT es el factor más importante que determina la eficacia ventilatoria. Varios estudios han demostrado el valor del VD/VT en pacientes críticamente enfermos tanto en el pronóstico como en la progresión de la enfermedad en pacientes con SIRA<sup>13,14</sup>.

La relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> describe la adecuada oxigenación y es ampliamente utilizada en la práctica clínica sin embargo es un predictor pobre para determinar el desenlace del paciente<sup>12</sup>.

Existe menor correlación positiva entre el VR y el VD/VT en pacientes en VMI en modalidad espontánea en comparación con modalidad controlada<sup>12</sup>.

Ravenscraft et.al han demostrado que en pacientes bajo ventilación mecánica el V'CO<sub>2</sub> contribuye en menor medida que el VD/VT en el incremento de las demandas ventilatorias encontradas durante la insuficiencia respiratoria. En pacientes sedados y ventilados se anticipa que el V'CO<sub>2</sub> será relativamente constante. En tales pacientes los cambios observados en VR en estado de reposo es más probable que sea como resultado de cambios en VD/VT. La mejor correlación de VR con el VD/VT en pacientes en ventilación controlada fundamenta esto<sup>12</sup>.

La práctica actual de la UTI se basa en la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> para categorizar la gravedad de la enfermedad pesar de que sus deficiencias como herramienta clínica están bien documentadas.

No sólo es su valor al ingreso como predictor de desenlace es incierto, sino que también es incierta su eficiencia en categorizar la severidad de la enfermedad, particularmente en SIRA<sup>15</sup>.

Los resultados de este estudio muestran que el VR está más estrechamente asociado con la mortalidad que la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>.

Es de suponerse que los pacientes con insuficiencia en la oxigenación e hipercapnia (insuficiencia respiratoria tipo II) tienen peor resultado que la falla de la oxigenación solamente (insuficiencia respiratoria tipo I). Dado que actualmente existen estrategias de tratamiento como el ECMO y la remoción extracorpórea de CO<sub>2</sub>, el mejor y más temprano reconocimiento del compromiso ventilatorio con hipercapnia podría conducir a la implementación más temprana de otras estrategias de tratamiento<sup>12</sup>.

La medición de la fracción de espacio muerto no se utiliza en la práctica clínica diaria, probablemente porque incrementa los costos debido a las técnicas de medición. Métodos de aproximación para estimar la fracción de espacio muerto no requieren medición directa del CO<sub>2</sub> exhalado, son menos complicados de realizar y más fáciles de calcular a pie de cama<sup>16</sup>. Además se ha visto que la fracción de espacio muerto correlaciona bien con la mortalidad<sup>14</sup>. Es por eso que recientemente el ratio ventilatorio, un método sencillo y práctico ha sido validado para estimar el espacio muerto pulmonar.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la unidad de terapia intensiva es frecuente encontrar pacientes bajo ventilación mecánica invasiva. Debido a la complejidad de su tratamiento se han buscado múltiples estrategias para guiar el manejo ventilatorio de estos pacientes. La medición en la oxigenación es tradicionalmente utilizada para monitorizar la evolución de los pacientes bajo ventilación mecánica. La práctica actual de la UTI se basa en medición de la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> para categorizar la gravedad de la enfermedad pesar de que sus deficiencias como herramienta clínica están bien documentadas. Se necesitan marcadores más sensibles que la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> para predecir el desenlace de los pacientes con compromiso ventilatorio.

Algunos parámetros para medir deterioro ventilatorio como la fracción estimada de espacio muerto y el ratio ventilatorio han mostrado estar asociados independientemente a mortalidad. El análisis fisiológico muestra que el VR está influenciado por el espacio muerto y la producción de CO<sub>2</sub>. La premisa del VR es proporcionar al médico un método fácil para evaluar cambios en la eficiencia ventilatoria a pie de cama.

Pese a lo anterior, al momento no existen estudios que determinen si el ratio ventilatorio tiene utilidad como índice para predecir fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe una relación entre el ratio ventilatorio incrementado y la mayor incidencia de fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva?

¿El ratio ventilatorio tiene utilidad como índice para predecir fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva?

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a la alta prevalencia de pacientes críticamente enfermos bajo ventilación mecánica invasiva en la unidad de terapia intensiva es necesario desarrollar herramientas aplicables a pie de cama para evaluar la gravedad del compromiso ventilatorio y determinar la probabilidad de fracaso una vez que se decida el retiro de la VMI.

Tradicionalmente se utiliza a la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> para categorizar la gravedad de la enfermedad. Aunque la eliminación de CO<sub>2</sub> depende de menos variables, las mediciones de eliminación de CO<sub>2</sub> habitualmente se pasan por alto, excepto cuando se monitoriza a los pacientes que son difíciles de ventilar. En la práctica clínica, los problemas con la eliminación de CO<sub>2</sub> se observan como incremento de la PaCO<sub>2</sub>, incremento de la ventilación minuto, o ambos. Por lo anterior en 2009 Sinha et.al desarrollaron una relación, denominada ratio ventilatorio, que compara mediciones reales y valores predichos de ventilación minuto y PaCO<sub>2</sub>. Se ha descrito al VR como una herramienta simple a pie de cama para medir deterioro ventilatorio del paciente. Su valor refleja la capacidad de los pulmones para eliminar dióxido de carbono adecuadamente.

Si bien en algunos estudios se ha demostrado la utilidad del VR para evaluar compromiso ventilatorio y se ha reportado a este como un predictor independiente de mortalidad en pacientes con SIRA, al momento no existen estudios que avalen su uso como índice predictor de fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva.

El objetivo de este protocolo es evaluar si el VR tiene utilidad como herramienta para predecir fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva ya que en caso de ser así podremos contar con una herramienta más aplicable a pie de cama para evaluar el destete ventilatorio del paciente críticamente enfermo.

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **Objetivo general**

Evaluar la utilidad del ratio ventilatorio como herramienta para predecir fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva en el paciente críticamente enfermo.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar si el ratio ventilatorio incrementado es un predictor independiente de mortalidad hospitalaria.
2. Determinar si el ratio ventilatorio incrementado al inicio de la ventilación mecánica invasiva tiene correlación con un mayor puntaje de las escalas APACHE II, SOFA y SAPS II al ingreso del paciente.
3. Determinar la fracción de espacio muerto incrementada tiene correlación con la mortalidad hospitalaria.
4. Conocer si el ratio ventilatorio incrementado se correlaciona con un menor valor de la relación  $PaO_2/FiO_2$ .
5. Conocer si el ratio ventilatorio incrementado se correlaciona con el incremento de la presión de conducción en los pacientes bajo VMI.
6. Conocer si el ratio ventilatorio incrementado se correlaciona con la disminución de la distensibilidad pulmonar en los pacientes bajo VMI.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula**

El ratio ventilatorio incrementado no tiene utilidad como índice predictor para fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva.

### **Hipótesis alterna:**

El ratio ventilatorio incrementado tiene utilidad como índice predictor para fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Diseño de estudio**

Se trata de un estudio prospectivo, observacional y transversal que se realizará en la Unidad de Terapia Intensiva en el Centro Médico ABC.

Se realizará un estudio prospectivo de bajo costo, donde se utilizarán datos del expediente clínico para calcular el ratio ventilatorio y se determinará su utilidad como índice predictor de éxito/fracaso al retiro de la ventilación mecánica invasiva.

### **Tamaño de muestra**

La muestra será el total de pacientes que cumplan criterios de inclusión y sean ingresados al estudio.

### **Población de estudio**

Pacientes mayores de 18 años que se ingresen a la unidad de terapia intensiva del Centro Médico ABC y que en el curso de su estancia requieran ventilación mecánica invasiva.

### **Criterios de inclusión:**

1. Pacientes mayores de 18 años.
2. Pacientes que se ingresen a la unidad de cuidados intensivos del Centro Médico ABC y que durante su estancia requieran ventilación mecánica invasiva.
3. Pacientes que durante su estancia entren en protocolo de retiro de ventilación mecánica invasiva por mejoría de la causa de la intubación.
4. Pacientes en los que la medición del ratio ventilatorio sea posible en las primeras 24 horas del ingreso y al momento del protocolo de destete de la ventilación mecánica invasiva.
5. Pacientes en los que fuera posible calcular a su ingreso las escalas APACHE II, SOFA y SAPS II.

### **Criterios de exclusión:**

1. Pacientes en los que no sea posible realizar la medición del ratio ventilatorio en las primeras 24 horas de su intubación y al momento del protocolo de destete de la ventilación mecánica invasiva.
2. Pacientes que no den consentimiento para ingreso al estudio.

### **Estrategias del estudio**

Se realizará un estudio prospectivo, observacional, en pacientes que ingresen a la unidad de terapia intensiva del Centro Médico ABC de enero de 2023 a agosto de 2023 y que durante su estancia requieran ventilación mecánica invasiva. Se recabarán datos del expediente clínico físico y electrónico de los pacientes sobre características demográficas, antecedentes, laboratorios y estudios de gabinete.

Tras colocación de capnógrafo se esperarán 10 minutos sin ningún cambio en la programación de la ventilación o ninguna intervención médica o de enfermería para que el paciente alcance su estado de reposo. Tras este periodo de tiempo se tomará gasometría arterial y se calculará ratio ventilatorio. El peso predicho será calculado con la fórmula del grupo ARDS network. Plan de medición y recolección de información de sistema médico Timsa y base de datos hospitalaria Onbase en paciente con criterios inclusión.

### **Definición del plan de procesamiento y presentación de la información.**

Posterior a la aceptación del protocolo por el comité de ética, se iniciará la recolección de datos de las bases de terapia intensiva, así como del sistema electrónico TIMSA y onbase. Los datos serán recolectados por medio de una hoja de cálculo en Excel. Las variables categóricas serán descritas como frecuencia absoluta y porcentaje. Las variables continuas serán sometidas a pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk). Las variables con distribución normal serán descritas en términos de media y desviación estándar; las variables con distribución no paramétrica y las variables ordinales serán descritas como mediana, rango intercuartil mínimo y máximo. La comparación entre variables continuas con distribución normal se realizará con la prueba t de Student; para las variables no paramétricas con una prueba Udmann-Whitney. Los datos se procesarán con el software estadístico SPSS (versión más actualizada en el momento de realizar el análisis), donde se hará la estadística descriptiva y analítica. Los datos se presentarán en tablas y gráficas según conveniencia.

### **Consentimiento informado**

Se obtendrá consentimiento informado para obtención de los datos del expediente clínico y se explicará que no hay riesgos ni inconveniente para la realización de este estudio.

### **Aspectos éticos**

De acuerdo a la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en su título segundo “De los aspectos éticos de la investigación en los seres humanos”, capítulo I, artículo 17 y con la declaración de Helsinki de 1975 enmendada en 1989, códigos y normas Internacionales vigentes de las buenas prácticas de la investigación clínica el estudio fue considerado sin riesgo para el sujeto de investigación; ya que no influye en el tratamiento realizado en los pacientes.

Por tratarse de un estudio con riesgo menor al mínimo, de acuerdo al artículo 23 de la misma Ley y el comité revisor podrá autorizar el estudio sin solicitar consentimiento informado ya que se considera investigación sin riesgo toda vez que se trata de un estudio que emplea técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos, no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio.

Se guardará la privacidad de cada uno de los pacientes y de los datos recolectados que pudieran tener una implicación personal, según la NOM para investigación.

Los datos sólo serán utilizados para fines estadísticos, sin atentar contra la integridad de los pacientes. En caso de advertirse algún riesgo o daño a la salud del sujeto en quien se realice la investigación o el sujeto así lo manifieste, será suspendida la investigación de inmediato, esto apegado al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, publicada en el Diario Oficial de la Federación, publicada el 7 de febrero de 1984 y a la Norma oficial Mexicana NOM- 012-SSA3-2012 que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre del 2012.

### **Conflicto de intereses**

No existe conflicto de interés para la realización de este estudio.

ACTIVIDAD	FECHA
Búsqueda de información	Enero 2023 - agosto 2023
Diseño del proyecto de investigación	Abril 2023- Julio 2023
Evaluación por comités	Julio 2023
Recolección de datos	Agosto 2023
Análisis de resultados	Agosto 2023
Redacción de artículo para publicación	Octubre 2023 - Diciembre 2023

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hospital L. P UL MONARY D EA D -S PAC E FRAC TION IN A R D S IN THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME. 2002;346(17):1281-1286.
2. Mhatre V, Ho, Ji-Ann Lee and KCM, Dien et al. 2013. 基因的改变NIH Public Access. *Bone*. 2008;23(1):1-7. doi:10.4187/respcare.02593.THE
3. Cressoni M, Cadringer P, Chiurazzi C, et al. Lung inhomogeneity in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(2):149-158. doi:10.1164/rccm.201308-1567OC
4. Raurich JM, Vilar M, Colomar A, et al. Prognostic value of the pulmonary dead-space fraction during the early and intermediate phases of acute respiratory distress syndrome. *Respir Care*. 2010;55(3):282-287.
5. Sinha P, Fauvel NJ, Singh S, Soni N. Ventilatory ratio: A simple bedside measure of ventilation. *Br J Anaesth*. 2009;102(5):692-697. doi:10.1093/bja/aep054
6. Sinha P, Calfee CS, Beitler JR, et al. Physiologic analysis and clinical performance of the ventilatory ratio in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;199(3):333-341. doi:10.1164/rccm.201804-0692OC
7. Sinha P, Singh S, Hardman JG, Bersten AD, Soni N. Evaluation of the physiological properties of ventilatory ratio in a computational cardiopulmonary model and its clinical application in an acute respiratory distress syndrome population. *Br J Anaesth*. 2014;112(1):96-101. doi:10.1093/bja/aet283
8. Sinha P, Sanders RD, Soni N, Vukoja MK, Gajic O. Acute respiratory distress syndrome: The prognostic value of ventilatory ratio - A simple bedside tool to monitor ventilatory efficiency. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(10):1150-1153. doi:10.1164/rccm.201211-2037LE
9. NUNN JF. Ventilation nomograms during anaesthesia. *Anaesthesia*. 1960;15(1):65-65. doi:10.1111/j.1365-2044.1960.tb13898.x
10. Kenny S. The adelaide ventilation guide. *Br J Anaesth*. 1967;39(1):21-23. doi:10.1093/bja/39.1.21
11. &NA; Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. *Surv Anesthesiol*. 2001;45(1):19-20. doi:10.1097/00132586-200102000-00017
12. Sinha P, Fauvel NJ, Singh P, Soni N. Analysis of ventilatory ratio as a novel method to monitor ventilatory adequacy at the bedside. *Crit Care*. 2013;17(1):R34. doi:10.1186/cc12541
13. Kallet RH, Alonso JA, Pittet JF, Matthay MA. Prognostic value of the pulmonary dead-space fraction during the first 6 days of acute respiratory distress syndrome. *Respir Care*. 2004;49(9):1008-1014.
14. Siddiki H, Kojicic M, Li G, et al. Bedside quantification of dead-space fraction using routine clinical data in patients with acute lung injury: Secondary analysis of two prospective trials. *Crit Care*. 2010;14(4). doi:10.1186/cc9206
15. Ferguson ND, Kacmarek RM, Chiche JD, et al. Screening of ARDS patients using standardized ventilator settings: Influence on enrollment in a clinical trial. *Intensive Care Med*. 2004;30(6):1111-1116. doi:10.1007/s00134-004-2163-2
16. Witts LJ. Clinical Trials. *Br Med J*. 1963;1(5336):1015. doi:10.1136/bmj.1.5336.1015-a