



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE MEDICINA  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO  
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS



170 años  
1847 2017

**CORRELACIÓN ENTRE MORTALIDAD Y DELTA DE RATIO  
VENTILATORIO EN PACIENTES CON SINDROME DE DIFICULTAD  
RESPIRATORIA AGUDA MANEJADOS EN VENTILACIÓN PRONO.**

PROYECTO DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA  
EN:

**MEDICINA CRÍTICA**

PRESENTA

DRA. ANGELICA RODRIGUEZ PEREDO

**DIRECTOR DE TESIS**

DR. LUIS ANTONIO GORORDO DELSOL

Esp. Urgencias Médico Quirúrgicas, Esp. Medicina Crítica

**NÚMERO DE PROTOCOLO HJM 0702/19-R**

Ciudad de México, Julio de 2020.



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.

## **TUTOR DE TESIS**

DR. LUIS ANTONIO GORORDO DELSOL (1)

## **TESISTA**

DRA. ANGELICA RODRIGUEZ PEREDO (2)

## **CO-INVESTIGADOR**

DR. JORGE ALBERTO CASTAÑÓN GONZÁLEZ (3)

- (1) Especialista en Urgencias Médico Quirúrgicas, especialista en Medicina Crítica, Médico adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos del Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [luis.gorordodelsol@icloud.com](mailto:luis.gorordodelsol@icloud.com)
- (2) Especialista en Medicina de Urgencias, residente de Medicina Crítica en el Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [angelica.rp.0108@gmail.com](mailto:angelica.rp.0108@gmail.com)
- (3) Especialista en Medicina Interna, especialista en Medicina del Enfermo en Estado Crítico, Jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos del Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [jorge.castanong@gmail.com](mailto:jorge.castanong@gmail.com)

## **AUTORIZACIONES**

Este trabajo de tesis con título: “**Correlación entre mortalidad y delta de ratio ventilatorio en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda manejados en ventilación prono**”. Con número de registro **HJM 0702/19-R** presentada por **Dra. Angelica Rodriguez Peredo** se presenta en forma y con visto bueno por el tutor principal de la tesis **Dr. Luis Antonio Gorordo delsol** con fecha de 28 de Julio del 2020 para su impresión final.

### **Dr. Jaime Mellado Ábrego**

Titular de la Unidad de Enseñanza  
Hospital Juárez de México  
Secretaría de Salud

### **Dr. Victor Manuel Flores Méndez**

Jefe de Posgrado  
Hospital Juárez de México  
Secretaría de Salud

### **Dr. Jorge Alberto Castañón González**

Profesor Titular del Curso Universitario de Medicina Crítica  
Hospital Juárez de México

### **Dr. Luis Antonio Gorordo Delsol**

Médico Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos - Tutor de Tesis  
Hospital Juárez de México

### **Dra. Angelica Rodriguez Peredo**

Médico Residente de la especialidad de Medicina Crítica – Tesista  
Hospital Juárez de México

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia, amigos y grandes maestros por apoyarme y orientarme en cada decisión y proyecto que me han acompañado durante en este camino y por creer en mi, gracias infinitas.

## RESUMEN

**Introducción:** Las herramientas para la predicción del pronóstico para pacientes con SDRA (Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda) que son sometidos a ventilación prono es limitado. El espacio muerto estimado sirve para evaluar la efectividad potencial de ventilación prono y representa el indicador más sensible del reclutamiento pulmonar. La medición del espacio muerto es el sustituto preciso para evaluar la eficiencia ventilatoria desarrollándose un índice fácil de calcular y monitorear la eficiencia ventilatoria denominado “ratio ventilatorio” (VR) marcador de eficiencia de aclaramiento de CO<sub>2</sub> o adecuación para satisfacer las demandas ventilatorias que está influenciada por la fracción fisiológica del espacio muerto y producción de CO<sub>2</sub>. El valor normal de VR: normal 0.89 (rango 0.63–1.35), moderado 1.37 (rango 0,98–1,84) y grave 1,76 (rango 1,2–2,64). A mayor VR mayor espacio muerto, VR <1 grado de seguridad y VR >2 incapacidad del pulmón para eliminar el CO<sub>2</sub> y asociado a mayor mortalidad.

**Objetivo:** Describir la asociación entre mortalidad y el delta de ratio ventilatorio (VR) en pacientes en ventilación prono en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México.

**Material y Métodos:** Se incluyeron pacientes del Hospital Juárez de México (HJM), admitidos a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), que ingresaron en el periodo de enero a diciembre de 2019, incluidos pacientes adultos admitidos a la UCI en el periodo de 1 de enero de 2019 al 31 de diciembre de 2019 en sus primeras 24 horas de estancia en UCI, mayores de 18 años con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda grave en ventilación prono. Fueron excluidos pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda grave que requieren ventilación prono después de 24 horas de estancia en UCI. Se realizó estadística descriptiva en las variables de importancia, que incluyeron promedios, porcentajes, rangos, y desviaciones estándar. El análisis metodológico se realizó calculando el ratio ventilatorio antes del prono, durante el prono y en supino sacando un delta de ratio ventilatorio. Se utilizó la prueba de

Wilcoxon para el análisis de las medias de muestras relacionadas y la correlación biserial de puntos (CBP) para determinar relación con mortalidad a 30 días

**Resultados:** Se revisaron 57 casos consecutivos de 2019, se eliminó un expediente por falta de datos. Se analizaron los expedientes de 34 hombres y 22 mujeres, con edad promedio de 49.33 años de edad, la media de APACHE II fue de 20.63 puntos, de SOFA fue de 11.12 puntos. La patología principal fue síndrome de distrés respiratorio agudo grave secundario a neumonía adquirida en la comunidad. El promedio de días de estancia fue de 9.39 días, con 9.79 días los sobrevivientes y 9.11 los que fallecieron ( $p = 0.662523$ ). No hubo diferencia en los días de estancia entre RV alta, baja ni delta de RV en ningún momento, hay una débil correlación inversa entre el aumento del RV cuando se coloca en prono y la mortalidad es decir, cuando se pronó y el RV aumenta en lugar de disminuir se asocia más a mayor riesgo de mortalidad, hubo una débil correlación inversa entre el aumento del RV cuando se suspende el prono y la mortalidad es decir, si cuando se coloca en posición supino al final de la maniobra y el RV aumenta al también tienen alto riesgo de mortalidad. No hay correlación en RV en supino, ni los deltas de RV preprono-prono ni prono-supino sin embargo cuando el RV aumenta cuando se pronó, se asocia con mayor mortalidad, y el RV que aumenta cuando se supina se asocia a mayor mortalidad.

**Conclusiones:** En este estudio concluimos que no hubo diferencia en los días de estancia entre RV alta, baja ni delta de RV en ningún momento. No hay correlación en RV en supino, ni los deltas de RV preprono-prono ni prono-supino sin embargo por lo tanto se determinó que cuando el RV aumenta o se mantiene cuando se pronó, se asocia con una mayor mortalidad así como el RV que aumenta al colocar nuevamente en supino. Por lo tanto la medición del delta de ratio ventilatorio en paciente con SDRA grave que requiere ventilación prono determina la no respuesta al prono de manera temprana y con ello el pronóstico y mortalidad a 30 días.

## ÍNDICE

### Resumen

I.	Generalidades	8
II.	Marco teórico	10
III.	Variables de ratio ventilatorio	12
	a) Ratio ventilatorio o eficiencia ventilatoria	
	b) Ventilación alveolar	12
	c) Respuesta fisiológica de ventilación prono	12
	d) Dióxido de Carbono	13
	e) Espacio muerto y su clasificación	14
IV.	Justificación	15
V.	Planteamiento del problema	16
VI.	Objetivos	17
	VI.1 Objetivo general	17
	VI.2 Objetivo específico	17
VII.	Hipótesis	18
	VII.1 Hipótesis del trabajo (Hi)	18
	VII.2 Hipótesis Nula (Ho)	18
VIII.	Metodología	19
	VIII.1 Características del estudio	19
	VIII.2 Criterios de inclusión	19
	VIII.3 Criterios de exclusión	20
	VIII.4 Criterios de eliminación	20
IX.	Variables	21
X.	Cuadro de concentración de variables	22
XI	Cuadro de recolección de datos	23
XII.	Recursos y procesamiento de Datos	23
XIII.	Resultados	24
XIV.	Discusión	26
XV.	Conclusiones	27
XVI.	Bibliografía	28



## I. GENERALIDADES

Las herramientas para la predicción del pronóstico para pacientes con SDRA (Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda) que son sometidos a ventilación prono es limitado. El espacio muerto estimado sirve para evaluar la efectividad potencial de ventilación prono y representa el indicador más sensible del reclutamiento pulmonar. (1-3)

La medición del espacio muerto es el sustituto preciso para evaluar la eficiencia ventilatoria desarrollándose un índice fácil de calcular y monitorear la eficiencia ventilatoria denominado “ratio ventilatorio” (VR) marcador de eficiencia de aclaramiento de CO<sub>2</sub> o adecuación para satisfacer las demandas ventilatorias que está influenciada por la fracción fisiológica del espacio muerto y producción de CO<sub>2</sub>. El valor normal de VR: normal 0.89 (rango 0.63–1.35), moderado 1.37 (rango 0,98–1,84) y grave 1,76 (rango 1,2–2,64). A mayor VR mayor espacio muerto, VR <1 grado de seguridad y VR >2 incapacidad del pulmón para eliminar el CO<sub>2</sub> y asociado a mayor mortalidad. (3-5)

En el estudio de P. Sinha y cols el rango de valores de espacio muerto y ratio ventilatorio en modelos simulados fueron los siguientes: paciente normal VD / VT 0.24–0.44, moderado VD / VT 0.49–0.59, y grave VD / VT 0.60–0.71, donde los valores medios y el rango de VR en los tres grupos fueron como sigue: normal 0.89 (0.63–1.35), moderado 1.37 (rango 0,98–1,84) y grave 1,76 (rango 1,2–2,64). El VR era más alto a medida que aumentaba el espacio muerto(5).

Por lo que pacientes con ARDS moderado y severo tuvo una VR media significativamente más alta en comparación con aquellos con SDRA leve. En pacientes con ventilación mecánica por ARDS, el espacio muerto (Vd / Vt) puede estimarse a partir de datos clínicos (análisis de gases en sangre arterial y volumen minuto) por lo tanto el Vd / Vt estimado elevado augura un mal pronóstico en pacientes con ALI y SDRA.(1)

El estándar de oro para mediciones de espacio muerto requiere de gasometría arterial comparada con la que se produce simultáneamente con el CO<sub>2</sub> expirado mixto (capnografía) donde el CO<sub>2</sub> expirado mixto puede fluctuar por 3 a 9 mm Hg lo que podría introducir un error de medición de entre 10% y 20% (2).

## II. MARCO TEÓRICO

La mortalidad hospitalaria por SDRA sigue siendo alta a pesar de las recientes mejoras en los cuidados y medidas de ventilación protectora, las herramientas para la predicción del pronóstico para pacientes con SDRA que son sometidos a posición prono es limitado ya que hay pocas variables respiratorias que han demostrado predecir el resultado, los mismos asociados a un aumento en el espacio muerto fisiológico y que contribuyen a elevaciones en la resistencia vascular pulmonar.(1)

El espacio muerto estimado a partir de datos clínicos de rutina es un predictor independiente de mortalidad hospitalaria en pacientes con ALI y ARDS ya que no solo está asociada con aumento de la mortalidad sino también con la progresión de la enfermedad en pacientes SDRA, sin embargo en pacientes con SDRA y que se someten a posición prono se desconoce el comportamiento del mismo con la maniobra y si de alguna manera se puede predecir o como se relaciona con días de estancia en UCI y por lo tanto mortalidad.

Aumento de la fracción de espacio muerto pulmonar ( $V_d / V_t$ ) demostró ser un poderoso predictor de mortalidad en pacientes con ARDS. Medir el espacio muerto parece ser particularmente conveniente para evaluar la efectividad potencial de posición prono.

La medición del espacio muerto es el indicador más sensible del reclutamiento pulmonar ya que reflejar el hecho de que el CO<sub>2</sub> es mucho más difusible a través de las membranas tisulares que el oxígeno (1). La fracción de espacio muerto también puede ser estimado simultáneamente usando dos métodos diferentes y sistemas de medida. Los dos métodos: Douglas Bag y la capnografía volumétrica.

Debido a la creciente evidencia que respalda la medición espacio muerto en pacientes con SDRA y usando como un indicador de respuesta a la terapia con posición prono, que induce una disminución de PaCO<sub>2</sub> y V<sub>D</sub>alv (espacio muerto) y que fisiológicamente es más relevante para los cambios de PaCO<sub>2</sub> y de PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub>. (3)

El cálculo simple de la fracción de espacio muerto esta basado en: ventilación minuto (VE), presión parcial de carbono arterial dióxido (PaCO<sub>2</sub>) y tasa metabólica estimada Producción de CO<sub>2</sub> VCO. Donde los hallazgos de Nuckton y colegas que demostraron un 45% más de probabilidades de muerte por cada 5% de aumento en el espacio muerto (Vd / Vt) medido [4].

La ventilación alveolar es la porción del volumen corriente que participa en el intercambio de gases y define la eficiencia ventilatoria. La medición del espacio muerto es el sustituto preciso para evaluar la ineficiencia ventilatoria.

No existe un índice de eficiencia ventilatoria es de uso común, por lo tanto, se desarrolla un índice fácil de calcular y monitorea la eficiencia ventilatoria al lado de la cama denominado ratio ventilatorio (VR) descrito recientemente, es una relación sin unidades, está influenciada por la fracción fisiológica del espacio muerto y producción de CO<sub>2</sub>. Delta y mortalidad.

El VR muestra que es un marcador de eficiencia de aclaramiento de CO<sub>2</sub> o adecuación para satisfacer las demandas ventilatorias. VR de 1 es probable que represente los pulmones funcionando con un grado de seguridad independientemente del espacio muerto o  $\dot{V}_{CO_2}$ . Mientras que un VR de 2 la incapacidad del pulmón para eliminar el CO<sub>2</sub> de manera adecuada ya sea por mayor espacio muerto o  $\dot{V}_{CO_2}$  (tasa de producción de CO<sub>2</sub> )(5).

### **III. VARIABLES DE RATIO VENTILATORIO**

#### **1) Ratio ventilatorio**

También llamado eficiencia ventilatoria es una relación sin unidades, y un valor aproximado de 1 representa una ventilación pulmonar normal está influenciada tanto por la fracción de espacio muerto anatómico y sobre todo alveolar como por la producción constante de CO<sub>2</sub>. Un VR elevado representa un aumento del espacio muerto pulmonar, un aumento en las concentraciones de CO<sub>2</sub> o un aumento de ambos. Esta medición esta descrita como un predictor independiente de mortalidad pacientes con SDRA sometido a ventilación mecánica pero no en paciente en ventilación pronó. (7)

#### **2) Ventilación alveolar**

La ventilación alveolar es la porción del volumen corriente que participa en el intercambio de gases y define la eficiencia ventilatoria de los pulmones, por lo mismo considerada de vital importancia su medición en el manejo de pacientes con ventilaciones mecánicas con (SDRA).

Sin embargo, no todo el aire que pasa por los labios llega al alveolo lugar donde ocurre el intercambio de gases como ejemplo esta descrito en libros de fisiología por cada 500 ml de aire inhalado quedan 150 ml en el espacio muerto anatómico o de 2.2 ml/kg por lo que gas fresco que ingresa a la zona respiratoria cada minuto es  $(500 - 150) \times 15$  o 5.250 ml x min a esto se llama ventilación alveolar o volumen minuto total que representa la cantidad de aire fresco neto inspirado disponible para el intercambio. (9)

#### **3) Respuesta fisiológica de ventilación pronó**

En pacientes con SDRA grave, la posición pronó mejora la supervivencia descrita y demostrada hasta la actualidad ya que en ventilación pronó por realizar la simple maniobra se produce reclutamiento de los alveolos en las áreas dorsales de manera que se recupera los alveolos para el intercambio de

gases y aumenta de manera considerable la superficie de intercambio gaseoso conservando los alveolos de zona ventral o no dependiente y la distribución de la perfusión permanece casi constante en ambas áreas con la maniobra de ventilación prono generalmente mejora la oxigenación y esta asociado también con una disminución en PaCO<sub>2</sub> con un reflejo indirecto de la reducción en VD alveolar (11).

Gattinoni et al describieron criterios de respuesta a prono como en quienes PaCO<sub>2</sub> disminuida en una sesión inicial de posición prono mas que el aumento del índice de oxigenación. Donde el descenso de CO<sub>2</sub> en prono parecía más relevante cuando PaCO<sub>2</sub> en lugar de PaO<sub>2</sub> / FIO<sub>2</sub> así mismo considerado como parámetro de valorar la capacidad de reclutamiento alveolar.(10)

#### **4) Dióxido de Carbono**

La producción de CO<sub>2</sub> es parámetro que representa la actividad metabólica como producto de metabolismo celular en la microcirculación.(8) Esta producción esta influenciada por situaciones como sepsis, ejercicio, intervenciones de rutina en la UCI, alteración de los niveles de sedación, o temperatura, tipo y cantidad de nutrición, administración de múltiples fármacos.

La manera de regular las concentraciones de CO<sub>2</sub> en pacientes con ventilación espontanea es aumentando la ventilación alveolar es decir el volumen minuto como una forma de regular en cambio en paciente con VMI con un V<sub>min</sub> fijo observaremos un aumento notable en las concentraciones de CO<sub>2</sub> en ambas situaciones esta involucrada de manera directa el espacio muerto anatomico, mecánico y alveolar. (7)

En un paciente sano sin patología o lesión pulmonar se puede afirmar que la eficiencia ventilatoria sin embargo en pacientes con ventilación mecánica Su tasa de producción metabólica de CO<sub>2</sub> sigue constante o aumenta por los

diversos factores mencionados aunado a la lesión que tienen y lo veremos en las mediciones de CO<sub>2</sub> elevados en estos pacientes lo que nos indica un capacidad disminuida de ventilación pulmonar o eficiencia ventilatoria.

## **5) Espacio muerto y su clasificación**

El concepto de espacio muerto explica esas áreas pulmonares que están ventilados pero no perfundidos. El VD es la suma de 2 componentes uno es la nariz faringe y vías aéreas de conducción, que no contribuyen al intercambio de gases y a menudo se los conoce como anatómicos o de vía aérea (VD). El volumen medio de la VD de la vía aérea en adultos es de 2.2 mL / kg, pero la cantidad medida varía con el cuerpo y posición cuello / mandíbula. El otro componente consiste de alvéolos bien ventilados que reciben un flujo sanguíneo mínimo, que se conoce como VD alveolar. En pacientes con ventilación mecánica el tubo endotraqueal del ventilador, dispositivos de humidificación y conectores agregan aun mas el espacio muerto denominado VD mecánico, que se considera parte de la vía aérea. El VD fisiológica consiste de VD de vía aérea (mecánica y anatómica) y alveolar(10).

El VD fisiológica suele ser definido como la superficie alveolar que no participa en intercambio de gases ya sea por aumento en ventilación o una disminución en la perfusión es decir alveolos que son no son perfundidos son áreas desperdiciadas para el intercambio de gases o alveolos con ventilación desproporcionada a su perfusión también con áreas perdidas o muertas.

De allí la importancia de realizar mediciones de espacio muerto que es la más precisa para evaluar la ineficiencia ventilatoria. Aumento de espacio muerto se ha demostrado que está constantemente asociada con aumento de la mortalidad y progresión de la enfermedad en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda.

#### **IV. JUSTIFICACIÓN.**

Pacientes que ingresan en la UCI del HJM, con diagnóstico de SDRA grave y que los mismos requerirán ventilación prono se cuenta con algunos predictores de respuesta a prono y de aquellos que no responden tienen una alta mortalidad, así mismo estos pacientes se caracterizan por hipoxemia grave, hipercapnia, con ACP score mayor a 1, por lo que a su ingreso a la UCI los pacientes presentan todos estos datos y se encuentran fuera de las metas de protección pulmonar. Con la maniobra de ventilación prono, se puede realizar el análisis de variables de delta de ratio ventilatorio, ACP score, poder mecánico antes y después de ventilación prono y su relación con mortalidad, días de estancia en UCI y de otras variables comportamiento e CO<sub>2</sub>, Delta e presión, Presión pico, Volumen minuto.

Tanto la hipoxemia grave y como el aumento del ratio ventilatorio han demostrado relación directa de no respuesta a ventilación prono y relación directa con mortalidad, por lo que un adecuado análisis de dichas variables, así como intervenciones farmacológicas y no farmacológicas óptimas, pueden reducir la mortalidad, días de VMI, así como estancia en UCI.

El siguiente proyecto de investigación es necesario debido a que nos ayuda a conocer la relación que existe entre el aumento de RV y mortalidad posterior al prono como otro parámetro de respuesta a la maniobra de ventilación a fin de iniciar precoz y dirigida mente el tratamiento en los pacientes con SDRA grave, con lo cual podamos tomarlo con parámetro independiente de mortalidad en paciente con SDRA grave sometidos a ventilación prono determinar el pronóstico y supervivencia del paciente de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México.



## V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las herramientas para la predicción del pronóstico para pacientes con SDRA (Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda) que son sometidos a ventilación prono es limitado. El espacio muerto estimado sirve para evaluar la efectividad potencial de ventilación prono y representa el indicador más sensible del reclutamiento pulmonar. La medición del espacio muerto es el sustituto preciso para evaluar la eficiencia ventilatoria desarrollándose un índice fácil de calcular y monitorear la eficiencia ventilatoria denominado “ratio ventilatorio” (VR) marcador de eficiencia de aclaramiento de CO<sub>2</sub> o adecuación para satisfacer las demandas ventilatorias que está influenciada por la fracción fisiológica del espacio muerto y producción de CO<sub>2</sub>

De esta forma la pregunta que emerge es: ¿Existe asociación entre mortalidad y el delta de ratio ventilatorio (VR) en pacientes en ventilación prono en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México?

## **VI. OBJETIVOS**

### **V.1 OBJETIVO GENERAL**

Describir la asociación entre mortalidad y el delta de ratio ventilatorio (VR) en pacientes en ventilación prono en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México.

### **V.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Describir la asociación entre delta de ratio ventilatorio (VR) y días de ventilación mecánica.
- Describir la asociación entre delta de ratio ventilatorio (VR) y días de estancia en UCI
- Describir la asociación entre delta de ratio ventilatorio (VR) y mortalidad

## **VII. HIPÓTESIS DEL TRABAJO**

### VI.1 Hipótesis de trabajo (Hi)

Existe relación o asociación entre mortalidad y ratio ventilatorio en pacientes con SDRA grave sometidos a ventilación pronó para predecir la respuesta a la maniobra en los pacientes ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México.

### VI.2 Hipótesis nula (Ho)

No existe relación o asociación entre mortalidad y ratio ventilatorio en pacientes con SDRA grave sometidos a ventilación pronó para predecir la respuesta a la maniobra en los pacientes ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México.

## VIII. METODOLOGÍA

### VIII.1 Características del Estudio

Tipo de Estudio:

Estudio de cohorte, longitudinal, prospectiva, descriptivo, unicentrico realizado en una Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCIA) de 3º nivel de la Ciudad de México; se ingresaron a pacientes  $\geq 18$  años, con menos de 24 horas de estancia en UCIA, con diagnóstico de SDRA grave según la clasificación de Berlín, que fueron manejados en ventilación en posición prono. Se utilizó estadística descriptiva para la caracterización de la muestra, se utilizó la prueba de Wilcoxon para el análisis de las medias de muestras relacionadas y la correlación biserial de puntos (CBP) para determinar relación con mortalidad a 30 días.

### VIII.2 Operacionalización del universo de trabajo

Población Fuente: Se incluyó la totalidad de pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México con SDRA grave mayores de 18 años de edad, entre el periodo doce meses de tiempo de enero a diciembre de 2019.



Población Elegible: Se incluyó la totalidad de pacientes mayores de 18 años de edad, evaluados y con diagnóstico de SDRA grave con una estancia de menos de 24 horas y que requieran ventilación prono, de enero a diciembre de 2019.

### **VIII.3 Criterios de Inclusión:**

- Pacientes adultos admitidos a la UCI en el periodo de 1 de enero de 2019 al 31 de diciembre de 2019.
- Pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda grave en sus primeras 24 horas de estancia en UCI.
- Pacientes con mayores de 18 años con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda grave en ventilación pronó.

### **VIII.4 Criterios de Exclusión:**

- Pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda grave que requieren ventilación pronó después de 24 horas de estancia en UCI.
- Pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda grave con maniobras de ventilación pronó previo a ingreso a UCI

### **VIII.5 Criterios de Eliminación**

Expedientes con falta de registro de datos

## IX. VARIABLES

- 1) Edad [L]  
[SEP]
- 2) Género [L]  
[SEP]
- 3) Volumen minuto
- 4) Frecuencia respiratoria
- 5) Volumen tidal inspiratorio
- 6) Diferencial de presión
- 7) Presión pico o máxima
- 8) Dióxido de carbono
- 9) ACP score
- 10) Ratio ventilatorio pre-prono
- 11) Ratio ventilatorio pronos
- 12) Ratio ventilatorio supino (después de pronos)
- 13) Apache II
- 14) Sofa
- 15) Días de estancia en UCI
- 16) Mortalidad

## X. 1 CUADRO DE CONCENTRACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición	Unidad	Tipo
Edad	Años cumplidos a la fecha de ingreso	Años	Cuantitativa continua
Género	Sexo fenotípico observado durante la exploración física	Femenino / Masculino	Cualitativa
Volume minute	Cantidad de aire fresco medible que llega a los alveolos por minuto	Litros por minuto	Cuantitativa
Frecuencia respiratoria	Parametro con el que se mide el numero de veces con el se ventila el alveolo	Respiraciones por minuto	Cuantitativa
Volume tidal inspiratorio	Cantidad de volume o aire fresco que ingresa a la via aerea	Litros	Cuantitativa
Delta de presión	Diferencial de presiones en via aerea de conduction	cmH2O	Cuantitativa
Presión pico	Presion inspiratoria maxima en la via area de conduccion	cmH2O	Cuantitativa
CO2	Gas medible producido metabolicamente de forma constante	mmHg	Cuantitativa
ACP score	Escala de prediction alto riesgo de cor pulmonar	Puntos	Cuantitativa
Ratio ventilatorio	Relacion sin unidades que habla de eficiencia ventilatoria	Sin unidad	Cuantitativa
APCHE II y SOFA score	Escalas pronosticas de moratlidad a ingreso a UCI	Puntos	Cuantitativa
Dias de Estancia en UCI	Duración de estancia hospitalaria en la Unidad de Cuidados Intensivos	Días	Cuantitativa
Mortalidad	Pacientes que fallecen durante su estancia hospitalaria	No Aplica	Cualitativa

## XI. 2 CUADRO DE RECOLECCION DE DATOS

Iniciales	Expediente		Género		Edad		Vmin		FR	
	Vti		DP		CO2		ACP score		RV pre prono	
Mortalidad	RV pronó		RV supino		Apache II		SOFA		Días estancia	

## XII. RECURSOS

- **INFRAESTRUCTURA**

Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México  
Expedientes de los pacientes y sabanas de registro de enfermería.

- **RECURSOS HUMANOS**

Personal médico

- **ASPECTOS ETICOS Y LEGALES**

En este estudio no se manejarán datos de identificación personal, sin embargo cualquier información tomada de los expedientes a analizar se registra bajo las siguientes normas y reglamentos, tanto de carácter institucional como de índole federal, fundamentado en los artículos 6° Base A y 16 segundo párrafo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 3°, fracción XXXIII, 4°, 16, 17 y 18 de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados; 1° y 37, fracción XXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; Primero, Tercero y Décimo Tercero del Decreto por el que se establece la Ventanilla Única Nacional para los Trámites e Información del Gobierno; las disposiciones Tercera, Cuarta, fracciones I y II las Disposiciones Generales para la implementación, operación y funcionamiento de la Ventanilla Única Nacional, y el artículo 34, fracción XVI del Reglamento Interior de la Secretaría de la Función Pública.



### XIII. RESULTADOS

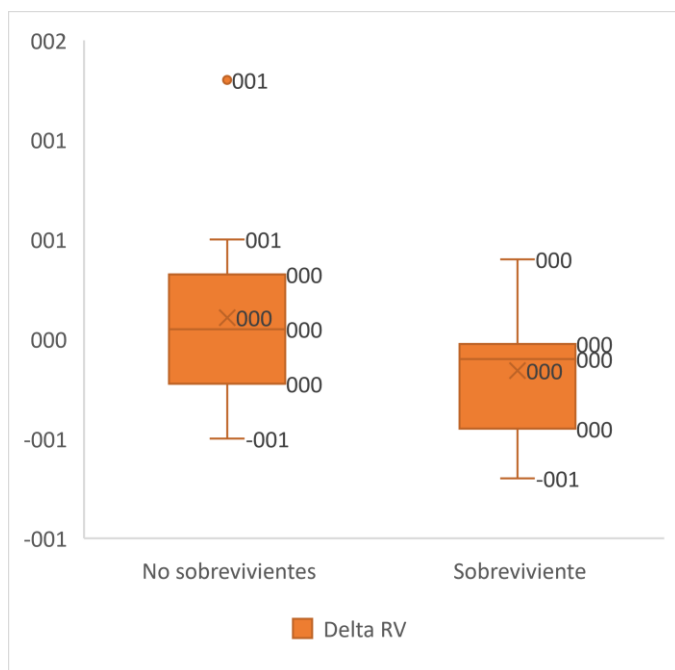
Se revisaron 57 casos consecutivos de 2019, se eliminó un expediente por falta de datos. Se analizaron los expedientes de 34 hombres y 22 mujeres, con edad promedio 49.3 años de edad, la media de APACHE II fue de 20.63 puntos, de SOFA fue de 11.12 puntos. La patología principal fue síndrome de distrés respiratorio agudo grave secundario a neumonía adquirida en la comunidad. El promedio de días de estancia fue de 9.39 días, con 9.79 días los sobrevivientes y 9.11 los que fallecieron ( $p = 0.662523$ ).

Se obtuvo  $z = -0.3482$  ( $p=0.72634$ ) por prueba de Wilcoxon entre los valores de RV antes y después del pronóstico. Se calculó la correlación biserial por puntos entre RV prepronóstico y mortalidad con  $r = -0.2482$  ( $p = 0.065$ ), entre RV en pronóstico y mortalidad con  $r = -0.30648$  ( $p = 0.0216$ ) y RV en supino (después de pronóstico) y mortalidad con  $r = -0.40765$  ( $p = 0.00602$ ).

Se calculó CBP para VR prepronóstico-pronóstico (Delta VR<sub>p-p</sub>) con mortalidad obteniendo  $r = 0.00219$  ( $p = 0.98724$ ), así como la VR pronóstico-supino (después del pronóstico) con mortalidad obteniendo  $r = -0.24427$  ( $p = 0.11004$ ). El incremento del Delta VR<sub>p-p</sub> se asoció con incremento de la mortalidad con RR 1.2660 (IC 95%, de 0.8107 a 1.9769,  $p = 0.2997$ ), mientras que el incremento del Delta VR pronóstico-supino (después del pronóstico) se asoció con incremento de la mortalidad con RR 1.2857 (IC 95%, de 0.6416 a 2.5763,  $p = 0.4788$ ).

VARIABLES	SOBREVIVIENTES (n=24)	NO SOBREVIVIENTES (n= 32)	P
EDAD	49.34375	42.333	0.0718
GENERO			
Masculino	18	16	
Femenino	14	8	
ACP score	2,4	3	0.1118
Ratio ventilatorio preprono	1,4875	1,9875	0.9840
Vmin preprono	9,3125	9,9143	
CO2 preprono	39,25	43,0156	
Ratio ventilatorio prono	1,454	1,654	0.7794
Vmin prono	9.4125	10.0187	
CO2 prono	37,5625	43,7031	
Ratio ventilatorio supino	1,54	2,144	
Vmin supine	9,32	11,16	
CO2 supino	34,987	39,7	
Delta de ratio ventilatorio preprono-prono	0.033	0.3	0.04538
Delta de ratio ventilatorio prono-supino	-0.086	-0,49	
SOFA	8,83333333	13,4285714	0.00544
APACHE II	15,5833333	26,6428571	0.00053
ESTANCIA EN UCI	8,91666667	11,4545455	0.9760

Cuadro 1. Características de la población.



Grafica 1. Se calculó CBP para VR preprono-prono (Delta VRp-p) con mortalidad obteniendo  $r = 0.00219$  ( $p = 0.98724$ ), así como la VR prono-supino (después del prono) con mortalidad obteniendo  $r = -0.24427$  ( $p = 0.11004$ ). El incremento del Delta VRp-p se asoció con incremento de la mortalidad con RR 1.2660 (IC 95%, de 0.8107 a 1.9769,  $p = 0.2997$ ), mientras que el incremento del Delta VR prono-supino (después del prono) se asoció con incremento de la mortalidad con RR 1.2857 (IC 95%, de 0.6416 a 2.5763,  $p = 0.4788$ ).

#### **XIV. DISCUSIÓN**

El ratio ventilatorio también llamado eficiencia ventilatoria es una relación sin unidades, y un valor aproximado de 1 representa una ventilación pulmonar normal está influenciada por el espacio muerto anatómico y sobre todo alveolar como por la producción constante de CO<sub>2</sub> producido metabólicamente (9).

Un VR elevado representa un aumento del espacio muerto pulmonar o aumento en las concentraciones de CO<sub>2</sub> o un aumento de ambos. Esta medición esta descrita como un predictor independiente de mortalidad pacientes con SDRA sometido a ventilación mecánica (5); pero no en paciente en ventilación prono en este estudio en la cual son pacientes con SDRA grave que requieren ventilación prono se evalúa el ratio ventilatorio pre-prono en prono y en supino y se obtiene un delta del ratio ventilatorio pre-prono y prono y si con ello se podría evaluar la respuesta a la maniobra.

Ya que fisiológicamente esta descrito que en ventilación prono las concentraciones de CO<sub>2</sub> disminuyen por disminución en el espacio muerto alveolar (10) ya que se recluta alveolos colapsados y por ende se recupera mayor superficie de intercambio gaseosos la mismas que se encuentran en mayor cantidad en las áreas dependientes o región dorsal de los pulmones y al invertir esta región se obtiene un ganancia de mayor cantidad de alveolos y por lo tanto disminución del espacio muerto (11).

Por lo que es esperado que al implementar la maniobra de ventilación prono las concentraciones de CO<sub>2</sub> disminuyan y el ratio ventilatorio sea menor o no aumente y con ello determinar la capacidad de eliminación de CO<sub>2</sub> por los pulmones, además se observó que al realizar las mediciones mencionadas en prono la tendencia de elevación de ratio ventilatorio estuvo asociado a peor pronóstico ya que todos los paciente en quienes el delta del ratio ventilatorio incremento o no disminuyo se asoció a mayor mortalidad considerándolo como otro parámetro de respuesta al prono de manera temprana y determinar pronostico en paciente con SDRA grave y considerar en el mejor de los casos otras maniobras o medidas de proporcionar soporte respiratorio más sofisticado.

## **XV. CONCLUSIONES**

En este estudio concluimos que no hubo diferencia en los días de estancia entre RV alta, baja ni delta de RV en ningún momento, con una débil correlación inversa entre el aumento del RV cuando se coloca en prono y la mortalidad significativa es decir, cuando se prona y el RV aumenta en lugar de disminuir se asocia a mayor riesgo de mortalidad, hubo una débil correlación inversa entre el aumento del RV cuando se suspende el prono y la sobrevida es decir; si cuando se coloca en posición supino al final de la maniobra y el RV aumenta al también tienen alto riesgo de mortalidad.

No hay correlación en RV en supino, ni los deltas de RV preprono-prono ni prono-supino sin embargo se determinó que cuando el RV aumenta o se mantiene cuando se prona, se asocia con una mayor mortalidad así como el RV que aumenta al colocar nuevamente en supino. Por lo tanto la medición del delta de ratio ventilatorio en paciente con SDRA grave que requiere ventilación prono determina la no respuesta al prono de manera temprana y con ello el pronóstico y mortalidad a 30 días.

## XVI. BIBLIOGRAFIA

1. Siddiki et al. Bedside quantification of dead-space fraction using routine clinical data in patients with acute lung injury: secondary analysis of two prospective trials *Critical Care* 2010, 14:R141
2. Matthay and Kallet. Prognostic value of pulmonary dead space in patients with the acute respiratory distress syndrome. *Critical Care* 2011, 15:185
3. Charron et al. PaCO<sub>2</sub> and alveolar dead space are more relevant than PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio in monitoring the respiratory response to prone position in ARDS patients: a physiological study. *Critical Care* 2011, 15:R175.
4. Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH, Daniel BM, Pittet JF, Eisner MD, Matthay MA: Pulmonary dead-space fraction as a risk factor for death in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2002, 346:1281-1286.
5. P. Sinha. Evaluation of the physiological properties of ventilatory ratio in a computational cardiopulmonary model and its clinical application in an acute respiratory distress syndrome population. *British Journal of Anaesthesia* 112 (1): 96–101 (2014)
6. Sinha et al. Analysis of ventilatory ratio as a novel method to monitor ventilatory adequacy at the bedside. *Critical Care* 2013, 17:R34.
7. Pratik Sinha et al. Physiological Analysis and Clinical Performance of the Ventilatory Ratio in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Critical Care* 2018
8. Taskar V, John J, Larsson A, Wetterberg T, Jonson B. Dynamics of carbon dioxide elimination following ventilator resetting. *Chest* 1995; 108: 196–202
9. West, John B. (John Burnard), *West's respiratory physiology : the essentials* / John B. West, Andrew M. Luks. — Tenth edition
10. Gaston Murias MD, Lluís Blanch MD PhD, and Umberto Lucangelo MD, *The Physiology of Ventilation*. 2014, DOI: 10.4187/respcare.03377
11. Koulouras V et al . Pathophysiology of prone position in ARDS, *World J Crit Care Med* 2016 May 4; 5(2): 121-136 May 4, 2016|Volume 5|Issue 2|