



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**HOSPITAL DE CLÍNICAS “DR. MANUEL QUINTELA”  
CENTRO DE TRATAMIENTO INTENSIVO - LABORATORIO EXPLORACIÓN  
FUNCIONAL RESPIRATORIO**

**RELEVAMIENTO DE PARÁMETROS PROTECTIVOS EN  
PACIENTES EN VENTILACIÓN MECÁNICA CON  
ESFUERZO CONSERVADO (HOSPITAL DE CLÍNICAS), 2020**

**CICLO DE METODOLOGÍA CIENTÍFICA II-2020 / GRUPO 18**

**AUTORES:**

Br. Alonso, Facundo

Br. Castelán, Valentina

Br. Ferreira, Karen

Br. Ferreira, Magdalena

Br. Méndez, Valentina

**ORIENTADORES:**

Prof. Agdo. Dr. Cristina Santos.

Asis. Dr. Rodrigo Beltramelli.

## Índice:

1.	Resumen.....	pág. 3
2.	Introducción.....	pág. 4
3.	Marco Teórico y Antecedentes.....	pág. 5
4.	Objetivos.....	pág. 8
5.	Metodología.....	pág. 9
	5.1. Diseño de investigación.....	pág. 9
	5.2. Material y Métodos.....	pág. 9
	5.3. Definición operacional de las variables.....	pág. 10
	5.4. Recolección de datos.....	pág. 11
	5.5. Plan de Análisis.....	pág. 11
6.	Resultados.....	pág. 13
7.	Discusión.....	pág. 17
8.	Conclusión y Recomendaciones.....	pág. 19
9.	Bibliografía.....	pág. 20
10.	Agradecimientos.....	pág. 22
11.	Anexos .....	pág. 23

## **Resumen**

**Objetivo:** Determinar si los pacientes sometidos a soporte ventilatorio invasivo con esfuerzo respiratorio conservado cumplen con los parámetros protectivos de la ventilación mecánica.

**Diseño:** Observacional, Descriptivo, Transversal. **Ámbito:** Centro de tratamiento Intensivo del Hospital de Clínicas. **Pacientes:** Inclusión de 247 registros de parámetros de pacientes con ventilación en sus modalidades espontánea y asistida, muestra centrada en la población del CTI.

**Instrumentos:** El personal de salud a cargo de los pacientes hizo un reclutamiento de los datos de los ventiladores, en esta instancia se realizaron maniobras de rutina como la oclusión de la vía aérea, que complementa la información sobre la mecánica respiratoria. Los datos obtenidos fueron registrados en una planilla reservándose la identidad del paciente. **Variables de interés:** Las variables a medir del monitor fueron volumen corriente, presión de distensión pulmonar, presión meseta y de oclusión.

**Palabras Claves:** Ventilación mecánica, ventilación protectiva, esfuerzo respiratorio conservado.

## **Abstract**

**Objective:** Determine if patients undergoing invasive ventilatory support with preserved respiratory effort comply with the protective parameters of mechanical ventilation. **Design:** Observational, Descriptive, Transversal. **Scope:** Intensive treatment center of the “Hospital de Clínicas”. **Patients:** Inclusion of 247 records of parameters of patients with ventilation in its spontaneous and assisted modalities, a sample centered on the ICU population. **Instruments:** The health personnel in charge of the patients recruited the ventilator data, in this instance routine maneuvers such as airway occlusion were performed, which complements the information on respiratory mechanics. The data obtained were recorded in a spreadsheet, reserving the identity of the patient. **Variables of interest:** The variables to be measured by the monitor were tidal volume, pulmonary distension pressure, plateau pressure and occlusion.

**Key Words:** Mechanical ventilation, protective ventilation, conserved respiratory effort.

## **Introducción**

La fisiopatología respiratoria y la ventilación mecánica (VM) han sido objeto de estudio a nivel mundial con el objetivo de optimizar el intercambio gaseoso y al mismo tiempo generar protocolos que minimicen el daño pulmonar inducido por el ventilador (VILI: Ventilator Induced Lung Injury).

Se ha demostrado que dichos protocolos se logran más fácilmente mediante la sedación, parálisis e intubación, con un estricto control de los parámetros ventilatorios. La evidencia científica actual sugiere el uso de un volumen corriente bajo ajustado al peso ideal (6 a 8 ml/K<sub>pi</sub>), una presión meseta menor a 30 cmH<sub>2</sub>O y una presión de distensión pulmonar (driving pressure o  $\Delta P$ ) menor a 15 cmH<sub>2</sub>O. A su vez, se destaca la necesidad de mantener un volumen pulmonar constante con un nivel adecuado de presión positiva a final de la espiración (PEEP: positive end-expiratory pressure) para evitar el colapso alveolar, aumentar la distensibilidad y reducir el trabajo respiratorio, disminuyendo así la fatiga muscular.

Los parámetros de ventilación protectora en pacientes sedados son fácilmente mensurables y controlables, ya que los músculos respiratorios no ejercen presiones que modifiquen las establecidas en el ventilador. Esto difiere cuando el paciente comienza a recuperar su esfuerzo respiratorio de manera espontánea, donde las condiciones antedichas son más complejas a la hora de controlar, ya que la acción de los músculos respiratorios sumadas a las fuerzas establecidas en el ventilador podrían superar los rangos de seguridad tanto en el volumen como en las presiones.

Basado en lo anterior, pretendemos relevar parámetros de ventilación mecánica en pacientes con esfuerzo respiratorio conservado, con el fin de analizarlos y lograr determinar si cumplen los criterios de ventilación protectora establecidos o no.

## **Marco teórico y Antecedentes**

En la fisiología respiratoria, el intercambio gaseoso eficaz requiere un centro respiratorio íntegro, que permita la transmisión del impulso a los músculos respiratorios con la generación de una fuerza muscular adecuada y la integridad del tejido pulmonar. Cuando existe un compromiso importante de alguno de los elementos anteriormente mencionados, los pacientes pueden necesitar ser tratados con ventilación mecánica. (1)

La ventilación mecánica es entendida como el procedimiento a través del cual se le brinda al paciente soporte respiratorio, sustituyendo de forma parcial o total la función del sistema respiratorio; de manera invasiva o no invasiva. Con esta intervención se busca mejorar el intercambio gaseoso para aumentar la oxigenación de los tejidos, y a su vez reducir el trabajo respiratorio que el paciente pueda presentar. (1)

Durante un ciclo respiratorio intervienen variables que interaccionan para su correcto funcionamiento, como son la presión, el flujo, las resistencias de las vías respiratorias y los volúmenes pulmonares. En la ventilación mecánica se modifica el régimen de las presiones de la ventilación ya que se manejan únicamente presiones positivas incluso en la inspiración, contrastando con la fisiología normal, donde la expansión del tórax debido a la contracción del diafragma y músculos intercostales, genera una presión negativa para lograr el flujo de aire hacia el interior. A esta presión positiva en la fase inspiratoria, se agrega un nivel de presión positiva al final de la espiración PEEP la cual aumenta la capacidad funcional residual y mejora la distensibilidad pulmonar. A su vez como efectos extrapulmonares, conlleva a un menor retorno venoso sistémico, menor gasto cardíaco y disminución del retorno venoso cerebral. (2,3,4)

Las modalidades de la ventilación mecánica están determinadas por la estrategia terapéutica, incluyen a la ventilación controlada, asistida y espontánea según cuánto control se tenga sobre la dinámica respiratoria. Cuando la VM es controlada no hay ningún tipo de esfuerzo por parte del paciente en todo el ciclo respiratorio. En la modalidad asistida el paciente con su esfuerzo es quien da inicio al ciclo ventilatorio y el ventilador regula el resto de las variables a diferencia de la modalidad espontánea en la cual el paciente es quien tiene el control de todo el ciclo ventilatorio. Estos últimos generan menor atrofia muscular del diafragma que los modos controlados. (1)

El modo que se va a emplear dependerá de las necesidades del paciente, variando de acuerdo a qué parámetro se modifica (volumen, presión o flujo). Se requiere un monitoreo estricto de estas variables para mantenerlas dentro de rangos estrictos ya que antiguamente se observó que los pacientes que ingresaban a CTI con pulmones relativamente sanos, presentaban un deterioro

pulmonar apreciable en la evolución. Tras años de investigación se pudo demostrar que era la propia ventilación mecánica lo que generaba el daño pulmonar, al cual se le denominó VILI. (5,1)

Se reconocen cuatro mecanismos principales de VILI: el barotrauma, el volutrauma, el atelectrauma y el biotrauma. El barotrauma se produce por el exceso de presión en la vía aérea; el volutrauma surge por altos volúmenes corrientes que generan sobredistensión alveolar y grandes presiones transpulmonares; el atelectrauma se asocia a la apertura y cierre cíclico de alvéolos inestables; mientras que el biotrauma está determinado por la presencia de mediadores humorales inflamatorios con estrés oxidativo vinculado a los otros tres mecanismos referidos. (3,5,6)

A raíz de estos conocimientos inicialmente experimentales y actualmente confirmados en la clínica es que surge el concepto y estudio de la ventilación mecánica segura, con pautas que permiten conseguir los objetivos terapéuticos requeridos para la buena evolución del paciente, minimizando los efectos adversos de la técnica. Estas pautas están basadas en investigaciones que observaron mayor supervivencia en las estrategias de ventilación que empleaban un bajo volumen corriente (6ml/ kg de peso corporal ideal) en comparación con las de alto volumen (12 ml/kg de peso ideal), con presión meseta menor a 30 cmH<sub>2</sub>O evitando la sobredistensión alveolar y presión transpulmonar (PTP) <15 cmH<sub>2</sub>O. (2,6,7,8)

Las variables descritas se ajustan fácilmente en la modalidad de ventilación controlada, ya que el esfuerzo respiratorio del paciente está ausente y la presión transpulmonar se iguala con la presión de la vía aérea ( $PTP = \Delta P = P_{mes} - PEEP$ ). (7,8)

En cambio, en los pacientes con ventilación asistida o espontánea debido a la presencia de esfuerzo inspiratorio, se modifica la presión intratorácica y alveolar negativa ocasionando o agravando VILI por edema intersticial o alveolar. (9,10) Bajo estas condiciones, la presión transpulmonar (PTP) va a estar determinada por dos variables; la presión positiva de la vía aérea ( $P_{aw}$ ), regulada por el ventilador, y la presión pleural ( $P_{pl}$ ) determinada por el esfuerzo respiratorio del paciente ( $PTP = P_{va} + P_{p}$ ). Además este aumento de presiones intratorácicas genera mayores volúmenes corrientes (11)

Esta última puede ser obtenida tras la medición de la presión esofágica, pero en la práctica clínica es sustituida por una maniobra de oclusión espiratoria. Consiste en una técnica no invasiva de rutina, que cesa brevemente el flujo en la vía aérea cuando el paciente se encuentra en el final de la espiración. Esta maniobra se describe como un medio factible y sensible para detectar un esfuerzo inspiratorio excesivo y un estrés pulmonar dinámico. La desviación de la presión de la

vía aérea generada por el esfuerzo respiratorio del paciente contra la vía aérea ocluida, se correlaciona con la presión generada por los músculos respiratorios y la pared torácica durante respiraciones asistidas mecánicamente. (11)

A través de esta maniobra y aplicando la siguiente fórmula, se puede estimar el valor de la presión transpulmonar:

$$(P_{mes} - PEEP) - \frac{2}{3} * \Delta \text{presión de oclusión. (7,10,11)}$$

En base a la evidencia, en los pacientes que conservan el esfuerzo inspiratorio bajo ventilación mecánica, puede suceder que los parámetros ventilatorios superen los límites de seguridad establecidos como protectivos teniendo como resultado estrés pulmonar dinámico o VILI. (5,8)

Por esta razón, se realizará la siguiente investigación con el objetivo de evaluar los parámetros de la mecánica respiratoria en los pacientes con ventilación asistida y espontánea, teniendo como referencia los que se han propuesto como rangos de seguridad pulmonar: volumen corriente 6-8 ml/kg peso ideal, Presión meseta menor de 30cmH<sub>2</sub>O, ΔP menor de 15 cmH<sub>2</sub>O). (7,8)

A partir de los datos recabados se podría llegar a replantear los protocolos existentes respecto a la ventilación protectora en el CTI del Hospital de Clínicas.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar si los pacientes sometidos a soporte ventilatorio invasivo con esfuerzo respiratorio conservado cumplen con los parámetros protectivos de la ventilación mecánica.

### **Objetivos específicos**

Recabar los datos ventilatorios de pacientes con esfuerzo respiratorio conservado.

Obtener la medida más certera de la presión transpulmonar mediante maniobras de oclusión espiratoria.

Calcular la presión de distensión pulmonar ( $\Delta P = \text{driving pressure}$ ) de cada paciente.

Comparar los datos obtenidos con los valores de referencia de ventilación protectora (volumen corriente 6-8 ml/kg peso ideal, Presión meseta menor de 30 cmH<sub>2</sub>O,  $\Delta P$  menor de 15 cmH<sub>2</sub>O).

## **Metodología**

### **Diseño de investigación:**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal en pacientes con ventilación mecánica invasiva y esfuerzo respiratorio conservado, ingresados al Centro de Tratamiento Intensivo (CTI) del Hospital de Clínicas.

### **Material y Métodos:**

La unidad de observación y de muestreo consistió en los pacientes ingresados en el CTI del Hospital de Clínicas, los cuales se encontraban bajo ventilación mecánica en modalidades no controladas y que tenían esfuerzo inspiratorio conservado. El marco muestral se basó en un muestreo no probabilístico de conveniencia.

El CTI del Hospital de Clínicas cuenta con once camas y el promedio de Ventilados mecánicamente de los ingresados es del 80%. Excluyendo los pacientes ventilados en modalidad controlada, se estimó en la recabación de parámetros de cinco pacientes por día. Dado los 60 días destinados a la obtención de los mismos, se esperaba conseguir una muestra de aproximadamente 160 casos de pacientes con ventilación mecánica.

Los criterios de inclusión en el estudio abarcaron a los pacientes en ventilación mecánica invasiva con esfuerzo respiratorio conservado en modos ‘espontáneos’ o ‘asistidos’.

Los criterios de exclusión englobaron pacientes que poseen drenaje con fístula bronco-pleural ya que generan errores e inconsistencias en la obtención de datos.

El estudio se basó en la recolección diaria de las variables operacionales por lo que cada paciente pudo tener más de un registro dependiendo de los días de ventilación mecánica.

En cuanto a los procedimientos para garantizar los aspectos éticos en las investigaciones con sujetos humanos, se realizó un estudio observacional que cumple con las normas éticas del tratado de Helsinki, sin haber recabado datos patronímicos específicos sensibles, respetando la confidencialidad y privacidad del paciente mediante un registro anonimizado.

### **Definición operacional de las variables:**

**Peso Ideal (PI):** es una variable cuantitativa continua que se define como el peso esperado para un individuo sano normal basado en edad, sexo y altura, y se medirá en kilogramos (Kg).

**Frecuencia Respiratoria (FR):** es una variable cuantitativa, discreta, que se define como el número de respiraciones que una persona realiza por minuto y se medirá en respiraciones por minuto (rpm).

### **Volumen corriente (Vc):**

**Absoluto:** es una variable cuantitativa continua definida como volumen de aire inspirado ( $V_{CI}$ ) y espirado ( $V_{CE}$ ) durante cada ciclo respiratorio normal y se medirá en mililitros.

**Ajustado al peso ideal:** es calculado como la relación entre volumen  $V_{CI}$  y el peso ideal y se medirá en ml /kg <sub>peso ideal</sub>.

### **Presión en vía aérea (Pva):**

**Presión máxima (Pmax):** es una variable cuantitativa continua, que se define como la presión máxima alcanzada durante el ciclo inspiratorio y se expresa en cmH<sub>2</sub>O (centímetros de agua).

**Presión meseta (Pmes):** es una variable de tipo cuantitativa continua, se define como la presión en la vía aérea durante la pausa en el ciclo inspiratorio, y se expresa en cmH<sub>2</sub>O. Se registra en modalidad VCV y en los equipos de VM que permiten realizar pausa inspiratoria en PCV y PSI.

**Presión al final de espiración (PEEP):** es una variable cuantitativa continua y se define como la presión de la vía aérea medida al final del ciclo espiratorio y se expresa en cmH<sub>2</sub>O.

**Presión de oclusión espiratoria ( $\Delta P_{OE}$ ):** es una variable cuantitativa continua, se define como la diferencia de presiones entre la presión al final de la espiración y la menor presión obtenida durante una pausa del ciclo espiratorio. Se expresa en cmH<sub>2</sub>O.

**Driving Pressure ( $\Delta P$ ):** es una variable cuantitativa, continua, que refleja el grado de estiramiento pulmonar durante un ciclo respiratorio y se define como la diferencia entre la presión alveolar al final de la inspiración (presión meseta) y el PEEP. Se expresa en cmH<sub>2</sub>O.

**Presión muscular:** es una variable cuantitativa, continua que cuantifica el esfuerzo muscular inspiratorio y se correlaciona la presión generada por los músculos respiratorios para expandir los

pulmones y la pared torácica en respiraciones asistidas mecánicamente. Se expresa en cmH<sub>2</sub>O. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{mus} = -\frac{3}{4} \times \Delta P_{OE}$$

**Presión transpulmonar:** es una variable cuantitativa continua, se define como la presión de distensión alveolar y se corresponde con la driving pressure (o  $\Delta P$ ). Sin esfuerzo se calcula como la diferencia entre P<sub>mes</sub> y PEEP. Con esfuerzo se calcula:

$$(P_{mes} - PEEP) - \frac{2}{3} \times \Delta P_{OE}$$

**Flujo inspiratorio:** es una variable cuantitativa continua definida como el flujo máximo administrado por el equipo de ventilación mecánica en el ciclo inspiratorio y se medirá en litros/minutos.

#### **Recolección de datos:**

La recabación de datos la realizó el Dr. Rodrigo Beltramelli dadas las circunstancias epidemiológicas por las cuales transitó el país durante el plazo julio-agosto de 2020, respetando las normas de bioseguridad del CTI, mediante la observación del equipo de ventilación mecánica del paciente y el registro de los datos en la planilla anexada.

La recolección de datos se hizo de forma sistemática, diariamente entre las 9:00-10:00 hs con una planilla de excel previamente diseñada. Los datos fueron anonimizados al momento de la recolección, ya que el estudio se basó en observaciones diarias de las variables y no en el seguimiento de los pacientes. Cada paciente pudo tener más de un registro dependiendo de los días de ventilación mecánica.

La calidad de los datos no se vio afectada ya que fueron recabados directamente de los monitores por el equipo de ventilación mecánica del departamento.

#### **Plan de Análisis:**

Se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov para determinar si las variables cumplen con una distribución normal.

Mediante el test T-student se compararon los valores teóricos de los parámetros de ventilación protectora (volumen corriente 6-8 ml/kg peso ideal, Presión meseta menor de 30 cmH<sub>2</sub>O,  $\Delta P$  menor de 15 cmH<sub>2</sub>O) con las medias muestrales observadas. En una segunda parte del análisis, se evaluó

si había relación entre estar en un grupo (según modalidad, sexo, etc.) y el cumplimiento o no de los parámetros de Ventilación protectora, realizando test Chi<sup>2</sup> (para variables categóricas) o ANOVA (para medias).

Los datos fueron analizados con el programa SPSS® versión 25.

## Resultados

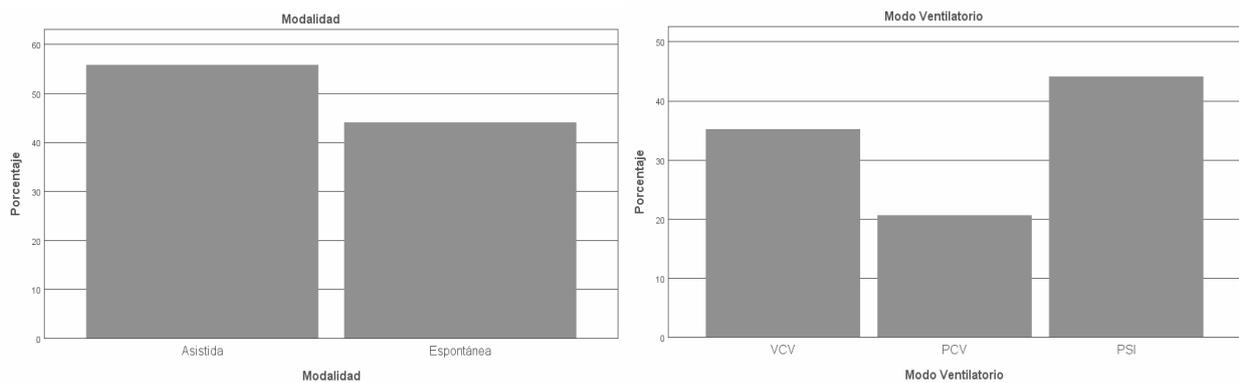
Finalizado el período de recolección de datos, se relevaron 247 registros de parámetros ventilatorios, de los cuales 180 corresponden a pacientes de sexo masculino (72,9%) y 67 de sexo femenino (27,1%). La media de edad entre los participantes fue de 59,53 +/- 16,43 años. La descripción completa de la muestra se encuentra en la tabla 1.

**Tabla 1. Caracterización de la muestra**

Variable	Muestra (n =247)
<b>Edad (años)</b>	59,53 ± 16,43
<b>Sexo</b>	
Femenino	67 (27,1%)
Masculino	180 (72,9%)
<b>Peso ideal (Kgs)</b>	68,30 ± 8,53
<b>Día de internación (días)</b>	7,98 ± 6,86
<b>Día de VM (días)</b>	7,79 ± 6,55

Nota: los datos de edad, peso ideal, día de internación y de VM se presentan como media ± desvío estándar, el sexo como n (%).

Un 55,9% estuvo bajo ventilación mecánica en modalidad asistida, dentro de ella un 35,2% correspondió a modo VCV (volumen controlado) y un 20,6% al modo PCV (control de presión – pressure control ). El restante 44,1%, perteneció al grupo ventilado bajo modalidad espontánea, modo PSI (presión de soporte). (**Gráfico 1**)



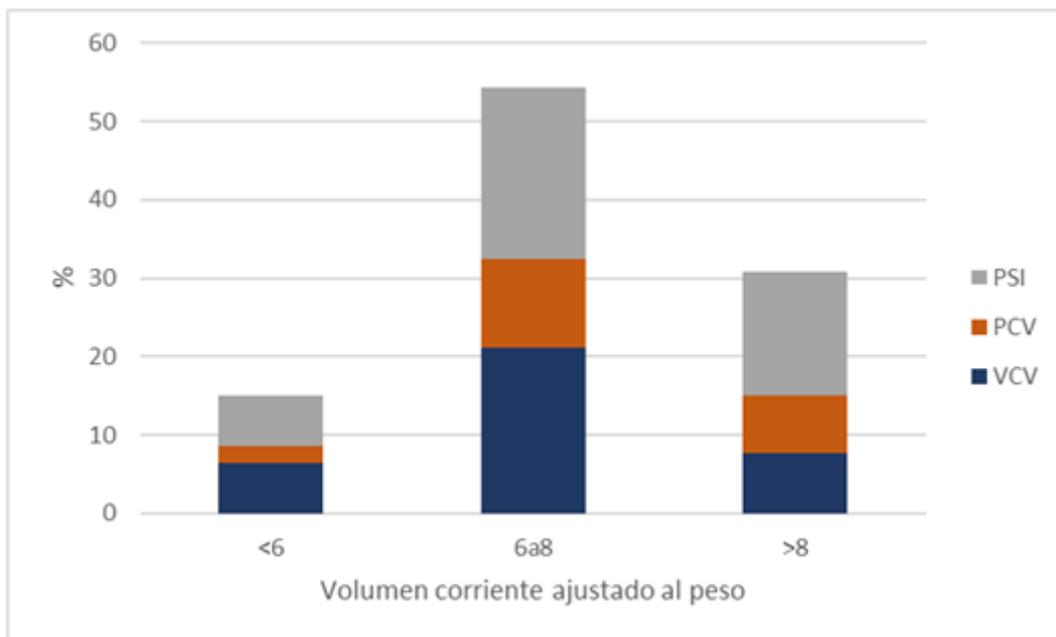
**Gráfico 1. A: Porcentaje de registros en modalidad asistida y espontánea. B: Porcentaje de registros según modo ventilatorio.**

En la siguiente tabla se muestran los valores medidos de las variables ventilatorias estudiadas:

**Tabla 2. Variables ventilatorias**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<i>FiO2</i>	0,49	0,07	0,30	0,60
<i>FR</i>	20,76	4,93	10,0	36,0
<i>Vc (ml/kg)</i>	7,54	1,67	4,54	13,87
<i>Presión máxima</i>	20,57	5,34	11,0	38,0
<i>Presión meseta</i>	19,03	3,94	9,1	34,0
<i>PEEP</i>	8,40	2,26	3,6	22,0
<i>Driving pressure</i>	10,64	2,99	3,6	27,0
<i>Delta oclusión</i>	-7,58	5,26	-41,0	-1,2
<i>Presión muscular</i>	5,69	3,95	0,9	30,8
<i>Presión transpulmonar</i>	15,69	4,55	7,0	36,87

El valor medio del volumen corriente ajustado al peso fue de 7,54 +/- 1,67 ml/kg, su valor mínimo fue de 4,54 ml/kg y el máximo de 13,87 ml/kg. Como se observaron pacientes fuera del rango de seguridad se realizó una estratificación operacional de las variables dependiendo si el Vc ajustado al peso fue <6 ml/kg, entre 6-8 ml/kg , y >8 ml/kg, con el fin de determinar qué porcentaje se encuentra por encima y cuál por debajo del rango de seguridad. **(Gráfico 2)**



**Gráfico 2. Resultado del análisis del volumen corriente ajustado al peso según como modo ventilatorio.**

La media de la presión máxima fue de 20,57 +/- 5,34 cmH<sub>2</sub>O. La presión meseta obtenida a través de la maniobra de oclusión en pausa inspiratoria, tuvo una media de 19,03 +/- 3,94 cmH<sub>2</sub>O. Respecto a la media de Driving pressure, variable calculada como la diferencia entre presión meseta y PEEP, fue de 10,64 +/- 2,99 cmH<sub>2</sub>O. La presión muscular, consecuencia del esfuerzo inspiratorio se presentó con una media de 5,69 +/- 3,95 cmH<sub>2</sub>O. La media calculada de la presión transpulmonar fue de 15,68 +/- 4,55 cmH<sub>2</sub>O.

Se realizaron los siguientes box plot que corresponden a las variables cuyos valores deben mantenerse dentro de la ventilación protectora.

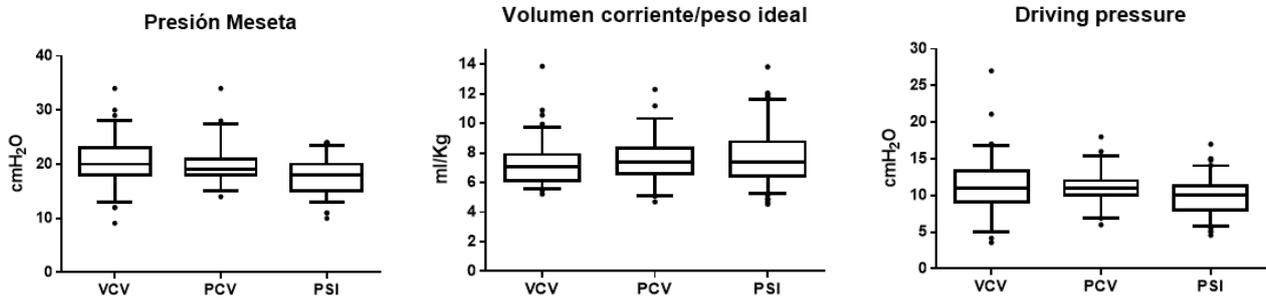


Gráfico 3. Análisis de las variables de ventilación protectora dependiendo del modo ventilatorio utilizado. A: Pmes según cada modo. B: Vc según cada modo. C:  $\Delta P$  según cada modo.

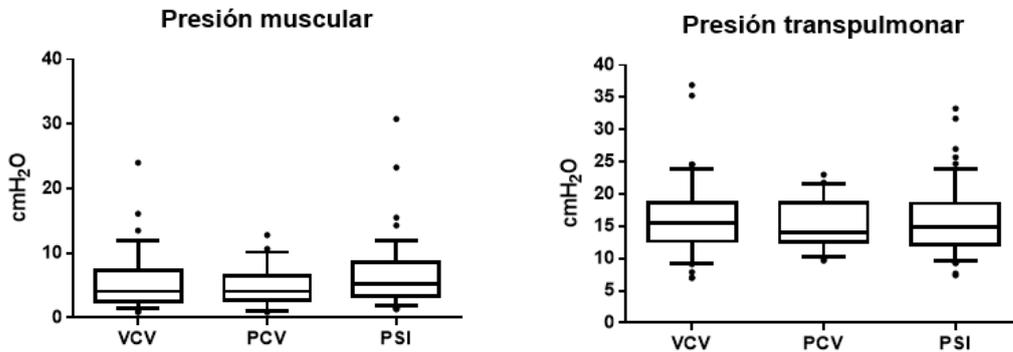


Gráfico 4. Análisis de presión muscular y presión transpulmonar según modo ventilatorio. La presión transpulmonar se mantuvo constante en los tres casos analizados. A: Presión muscular. B: Presión transpulmonar.

## Discusión

La variable  $FiO_2$ , es fijada por el médico tratante de acuerdo a las necesidades que presenta el paciente, se destaca que su valor promedio fue bajo, alrededor de 0,50. La frecuencia respiratoria, con una media de 20,76, lo cual por definición corresponde a una polipnea leve, es esperable y habitual en los pacientes bajo ventilación mecánica.

Cuando se analizan las variables de interés de acuerdo al modo ventilatorio encontramos las siguientes consideraciones. El estudio del volumen corriente según el modo ventilatorio utilizado no arrojó diferencias significativas en el análisis por comparación múltiple. De las modalidades estudiadas solamente en una de ellas se puede controlar la variable volumen corriente, y aun así se observó que en los modos de presión controlada o presión de soporte, donde esa variable es dependiente de la mecánica ventilatoria y del esfuerzo de paciente, el volumen corriente se mantuvo dentro de los parámetros protectivos.

En la estratificación operacional de las variables dependiendo si el Vc ajustado al peso fue  $<6$  ml/kg, entre 6-8 ml/kg, y  $>8$  ml/kg, más de la mitad de los registros (54,7%) cumplían con los parámetros de ventilación protectora. Al analizar los grupos de volumen corriente y los modos ventilatorios, se observó que no hubo un predominio estadísticamente significativo entre un modo u otro tras haber realizado el  $\chi^2$ . La relación entre las dos variables no es lineal, y el coeficiente R Pearson arrojó un valor entre 0-1. Cabe mencionar que se registró una tendencia del grupo de Vc alto de pertenecer al modo de PSI.

La presión máxima está determinada en dos de los modos ventilatorios al determinar la PEEP y la presión de soporte, destacándose que en la modalidad Volumen Control, donde no se tiene control sobre la misma, la presión máxima se presentó con niveles adecuados.

La presión meseta, es reflejo de la presión de distensión alveolar, sus valores estuvieron dentro del rango protectoro con sólo dos registros por encima del mismo (34 cmH<sub>2</sub>O). En uno de los casos se debió a un esfuerzo muscular aumentado (P musc de 11 cmH<sub>2</sub>O) y el otro partía de un nivel de PEEP de 22 cmH<sub>2</sub>O, seguramente por la severidad de la patología que lo llevó a la VM, pero aún así mantenían los parámetros de  $\Delta P$  y VC en rango protectoro.

El ANOVA mediante el cual se analizó la presión meseta detectó una diferencia significativa, teniendo dicha variable un valor menor en el grupo presión de soporte, con respecto a las demás modalidades. Es esperable que se generen menores presiones de distensión en este modo (PSI) por mejor mecánica ventilatoria.

En cuanto a la PEEP, los resultados arrojaron una diferencia significativa, siendo menor en el modo Presión de Soporte (espontánea) que en los modos VC y PC (modalidades asistidas). Este parámetro es seteado por el médico tratante según los requerimientos y las necesidades del paciente, por lo tanto no se analizará en este trabajo, debido a que no depende de la mecánica ventilatoria.

En el análisis ANOVA de driving pressure, se evidenció un comportamiento similar con una diferencia significativa entre el grupo de PSI (9,9 cmH<sub>2</sub>O) y el resto (donde fue de 11 cmH<sub>2</sub>O).

Cuando el paciente ingresa y se recurre a la ventilación mecánica, la disminución de la complacencia por rigidez pulmonar, determina que los requerimientos de presión sean considerablemente mayores y se generen altas presiones en la vía aérea. De esta forma la PEEP y la driving pressure, calculada como la diferencia entre la P<sub>mes</sub> y la PEEP, tendrán un valor mayor. En el caso del modo PS, modalidad espontánea a la que se recurre cuando la patología inicial del paciente mejoró y se pretende desvincularlo del ventilador, o si no existe patología respiratoria de base, el pulmón normaliza su compliance y para movilizar el mismo volumen corriente, necesitará menor presión.

La presión muscular a la inversa que el driving pressure, fue mayor en modalidad de soporte que en modalidad asistida. En presión de soporte cuando el paciente tiene total control sobre la fase inspiratoria, genera más esfuerzo por lo que la presión muscular será mayor. Se observó que en la modalidad asistida la driving pressure tuvo un valor mayor, mientras que la presión muscular un valor menor en comparación con la modalidad espontánea.

Por último en cuanto a la presión transpulmonar, es definida como diferencia de presiones en vía aérea, y calculada a partir de la presión meseta y la PEEP, tuvo una media de 15,69, se mantuvo constante en los tres casos analizados, a expensas de un aumento de la presión muscular.

## **Conclusión y recomendaciones**

Mediante el análisis de los resultados obtenidos se demostró que los pacientes con esfuerzo respiratorio conservado en esta población de pacientes, se encuentran ventilados de forma que los parámetros no difieren de los recomendados en investigaciones previas, con el fin de evitar la lesión pulmonar. Se destaca como excepción a estos hallazgos, que dos registros correspondientes a la variable presión meseta presentaron valores por encima de lo pautado como protectivo, debido a la fisiología respiratoria alterada por la patología de base que presentaban dichos pacientes.

Dada la necesidad de garantizar una ventilación protectiva, se recomienda la realización de una investigación similar en diferentes centros de cuidados intensivos para comprobar que los protocolos existentes cumplen con los rangos de seguridad.

## Bibliografía

1. Terapia Intensiva - Google Libros [Internet]. [cited 2020 Aug 22]. Available from: [https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=t5SfeVivh9gC&oi=fnd&pg=PA1&dq=sati+terapia+intensiva&ots=w5WVh-TJIT&sig=cW-MRrJZwA58\\_AfNnRwSUF5LdHU#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=t5SfeVivh9gC&oi=fnd&pg=PA1&dq=sati+terapia+intensiva&ots=w5WVh-TJIT&sig=cW-MRrJZwA58_AfNnRwSUF5LdHU#v=onepage&q&f=false)
2. Simonis FD, Neto AS, Schultz MJ. The tidal volume fix and more.... J Thorac Dis. 2019;11(8):E117–22.
3. Nieman GF, Andrews P, Satalin J, Wilcox K, Kollisch-Singule M, Madden M, et al. Acute lung injury: How to stabilize a broken lung [Internet]. Vol. 22, Critical Care. BioMed Central Ltd.; 2018 [cited 2020 May 28]. p. 136. Available from: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-018-2051-8>
4. Tomicic F V, Andresen M M, Romero P C, Mercado F M. Impacto hemodinámico de la presión positiva de fin de espiración (PEEP) durante la falla respiratoria grave: Visión actual. Rev Med Chil [Internet]. 2002 Dec [cited 2020 Sep 15];130(12):1419–30. Available from: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872002001200013&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872002001200013&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- 5). Brochard L, Slutsky A, Pesenti A. CRITICAL CARE PERSPECTIVE Mechanical Ventilation to Minimize Progression of Lung Injury in Acute Respiratory Failure. 2017 [cited 2020 Sep 17]; Available from: [www.atsjournals.org](http://www.atsjournals.org)
6. Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2000;342(18):1301–8.
7. Chiumello D, Brochard L, Marini JJ, Slutsky AS, Mancebo J, Ranieri VM, et al. Respiratory support in patients with acute respiratory distress syndrome: An expert opinion. Crit Care. 2017;21(1):1–8.
8. Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2014 Feb 19;372(8):747–55.
9. Putensen C, Zech S, Wrigge H, Zinserling J, Stüber F, Von Spiegel T, et al. Long-term effects of spontaneous breathing during ventilatory support in patients with acute lung injury. Am J

Respir Crit Care Med [Internet]. 2001 Jul 1 [cited 2020 Sep 21];164(1):43–9. Available from: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm.164.1.2001078>

10. Neumann P, Wrigge H, Zinserling J, Hinz J, Maripuu E, Andersson LG, et al. Spontaneous breathing affects the spatial ventilation and perfusion distribution during mechanical ventilatory support. *Crit Care Med*. 2005;33(5):1090–5.

11. Bertoni M, Telias I, Urner M, Long M, Del Sorbo L, Fan E, et al. A novel non-invasive method to detect excessively high respiratory effort and dynamic transpulmonary driving pressure during mechanical ventilation. *Crit Care*. 2019 Nov 6;23(1).

12. Toufen Junior C, De Santis Santiago RR, Hirota AS, Carvalho ARS, Gomes S, Amato MBP, et al. Driving pressure and long-term outcomes in moderate/severe acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care*. 2018 Dec 1;8(1).

## **Agradecimientos**

Los agradecimientos van dirigidos, en primer lugar, al equipo humano del Centro de Cuidados Intensivos del Clínicas, especialmente al Prof. Dr. Alberto Biestro, quienes hicieron posible la realización de esta investigación.

Finalmente, agradecimiento a los tutores Prof. Agda. Dra. Cristina Santos y Asis. Dr. Rodrigo Beltramelli, por la confianza depositada en el equipo y por su asesoría a lo largo del proyecto que ha contribuido con la formación de cada uno de los integrantes del equipo.

## ANEXOS.

### Formato de la plantilla de recolección de datos:

	Registros
Fecha	
Caso	
Sexo (F/M)	
Edad (años)	
Peso ideal (Kg)	
Día Internación	
Día VM	
Modo (V/P/E)	
Modalidad (A/E)	
FiO2	
Vc (ml)	
Vc(ml/kg)	
Pmax (cmH2O)	
Pmes (cmH2O)	
PEEP (cmH2O)	
Pressure (cmH2O)	
Pocl (cmH2O)	
Pmuscular (cmH2O)	
Ptranspulmonar (cmH2O)	
FR (N° respiraciones/min)	