



<https://doi.org/10.24245/mim.v38i1.4875>

## Monitoreo básico en ventilación mecánica de pacientes con COVID-19; replanteando lo que conocemos

### Basic monitoring mechanical ventilation in patients with COVID-19; rethinking what we know.

Gustavo Inzunza-Cervantes,<sup>1</sup> Miguel Omar López Chiquete,<sup>2</sup> Rocío Milagro López-López,<sup>1</sup> José Manuel Ornelas-Aguirre,<sup>3</sup> Saaib Jacobo-Ochoa,<sup>1</sup> Jesús Espinoza-Oviedo<sup>1</sup>

#### Resumen

Durante la pandemia por COVID-19 el 15% de los pacientes hospitalizados han requerido ventilación mecánica y debido a la reorganización de los servicios de salud a centros COVID-19 un amplio porcentaje del personal de salud ha tenido que asumir nuevas funciones en el cuidado del paciente crítico, situación que hace evidente la necesidad de analizar las diferentes técnicas, maniobras y cálculos para una adecuada valoración y toma de decisiones. Se realizó una revisión bibliográfica del tema buscando referencias en Elsevier, Pubmed, SciELO, Medline, Nature, New England Journal of Medicine utilizando los términos ventilación mecánica, COVID-19, síndrome de dificultad respiratoria aguda, protección pulmonar, presiones de vía aérea y mecánica pulmonar publicadas de 2010 a 2019 en idiomas inglés y español. La ventilación mecánica ha constituido un procedimiento fundamental en el manejo del síndrome de dificultad respiratoria aguda severo por SARS-CoV-2, por lo que es indispensable que el personal de salud que labora en áreas COVID-19 conozca y entienda las diferentes técnicas, maniobras y cálculos utilizados para determinar el estado del sistema respiratorio del paciente ventilado y aplicar tratamientos en consecuencia.

**PALABRAS CLAVE:** Ventilación mecánica; COVID 19; SARS-CoV-2; síndrome de dificultad respiratoria aguda.

#### Abstract

During the COVID-19 pandemic, 15% of hospitalized patients have required mechanical ventilation and because of the reorganization of health services at COVID-19 centers, a large percentage of health personnel have assumed new functions in the care of the critical patient; situation that makes evident the need to analyze the different techniques, maneuvers and calculations for an adequate assessment and decision-making. A bibliographic review of the topic was made searching for references in Elsevier, Pubmed, SciELO, Medline, Nature, New England Journal of Medicine using the words mechanical ventilation, COVID-19, acute respiratory distress syndrome, lung protection strategy, airway pressures, pulmonary mechanics, published from 2010 to 2019 in English and Spanish. During the COVID-19 pandemic, mechanical ventilation has been a fundamental procedure in the management of severe acute respiratory distress syndrome, becoming indispensable that health personnel who work in COVID-19 areas know and understand the different techniques, maneuvers and calculations used to determine the state of the respiratory system in the ventilated patient and apply treatments accordingly.

**KEYWORDS:** Mechanical ventilation; COVID-19; SARS-CoV-2; Acute respiratory distress syndrome.

<sup>1</sup> Servicio de Medicina Interna.

<sup>2</sup> Servicio de Anestesiología.

Hospital de Especialidades núm. 2, Centro Médico Nacional del Noroeste, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

**Recibido:** 29 de octubre 2020

**Aceptado:** 4 de mayo 2021

#### Correspondencia

Gustavo Inzunza Cervantes  
gusinzunza@live.com.mx

#### Este artículo debe citarse como:

Inzunza-Cervantes G, López Chiquete MO, López-López RM, Ornelas-Aguirre JM, Jacobo-Ochoa S, Espinoza-Oviedo J. Monitoreo básico en ventilación mecánica de pacientes con COVID-19; replanteando lo que conocemos. Med Int Méx 2022; 38 (1): 141-149.

## ANTECEDENTES

La infección por COVID-19, al condicionar síndrome de dificultad respiratoria aguda ha planteado dos problemas a los sistemas de salud: por un lado el incremento de pacientes con ventilación mecánica y, por otro, la reorganización de los servicios de salud a centros COVID-19, originando que personal de salud que previamente no desempeñaba funciones asociadas con el cuidado del paciente crítico, como la ventilación mecánica, lo tenga que hacer.<sup>1,2,3</sup> Por tanto, se requieren protocolos prácticos que permitan la adecuada valoración y toma de decisiones.<sup>4</sup> Se estima que del 5 al 15% de los pacientes con COVID-19 requieren ventilación mecánica.<sup>5,6,7</sup>

La ventilación mecánica está constituida por tres momentos esenciales: el inicio o indicación, el monitoreo y vigilancia del paciente ventilado y la retirada (*weaning*) del soporte ventilatorio. El monitoreo de los parámetros ventilatorios y sus variables es de vital importancia en la vigilancia y supervisión de las propiedades mecánicas del pulmón, al momento de realizar ajustes de la pauta ventilatoria, en la detección de complicaciones, durante la evaluación de los efectos farmacológicos, en la interpretación del recambio de gases y en la decisión de iniciar el retiro, lo que tiene gran repercusión en el pronóstico y supervivencia del paciente.<sup>8</sup> **Figura 1**

## METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda bibliohemerográfica acerca de los términos ventilación mecánica, COVID-19, síndrome de dificultad respiratoria aguda, protección pulmonar, presiones de vía aérea y mecánica pulmonar en las bases de datos como Elsevier, Pubmed, SciELO, Medline, nature, New England Journal of Medicine, entre otras, entre 2010 y 2020 en los idiomas inglés y español. El método de selección de artículos se basó en una minuciosa lectura de los títulos,

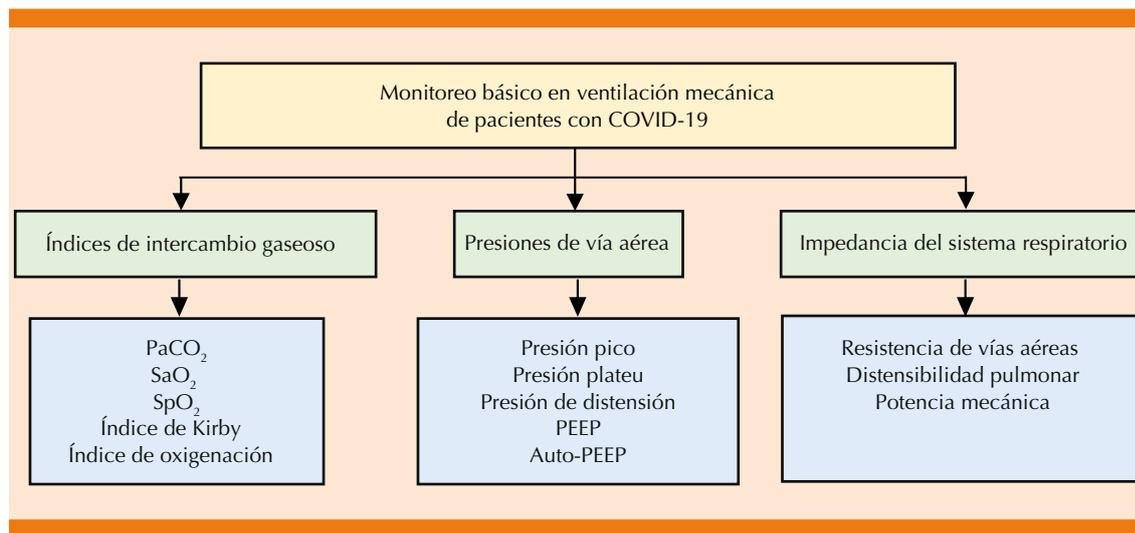
resúmenes y textos completos de los documentos. Adicionalmente se revisaron las referencias bibliográficas de los artículos para identificar los que no se hubieran encontrado en las bases de datos consultadas. Se consideró significación estadística cuando los estudios reportaban un valor de  $p < 0.05$ .

## DISCUSIÓN

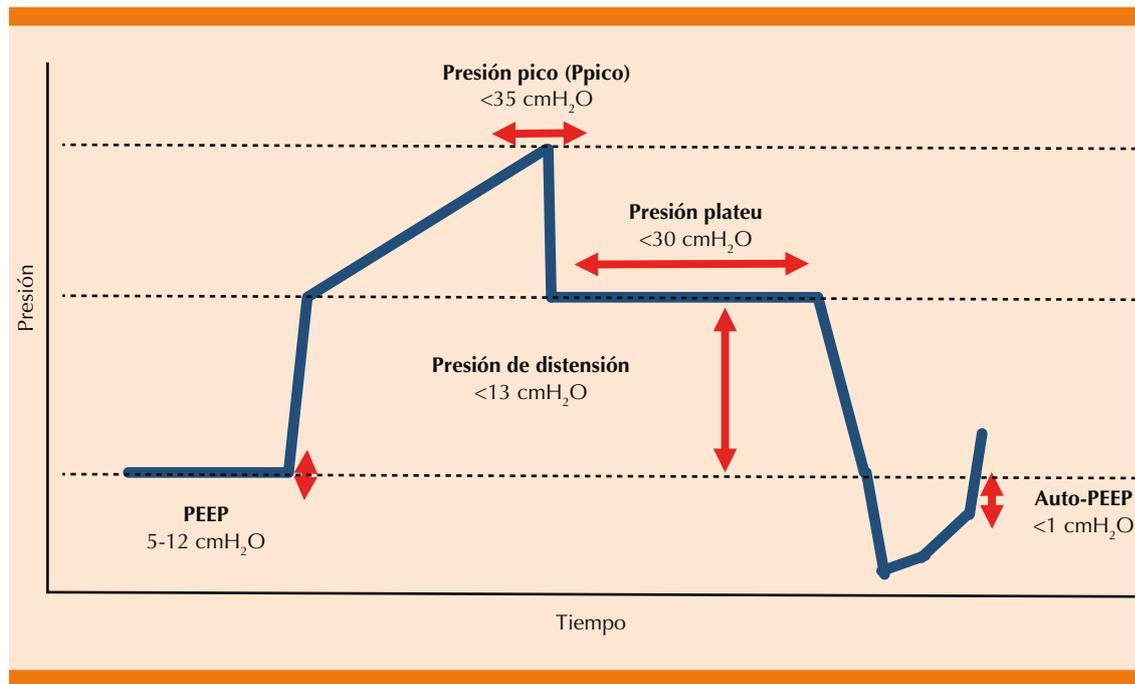
La ventilación mecánica es un procedimiento de respiración artificial que sustituye o ayuda temporalmente a la función ventilatoria; durante su implementación debe mantenerse monitoreo y vigilancia de diversos parámetros que permitan determinar el estado del sistema respiratorio, con la finalidad de conducir a un óptimo manejo y evitar complicaciones. En los pacientes con COVID-19 el monitoreo de ventilación mecánica se basa en la vigilancia y cálculo de los índices de intercambio gaseoso, las presiones de vía aérea y la impedancia del sistema respiratorio.<sup>9</sup> **Figura 2**

El intercambio gaseoso puede monitorearse mediante el análisis intermitente de gasometrías, o por pulsioximetría y capnografía, los parámetros de interés son:  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{SpO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ , el pH, el índice de Kirby y el índice de oxigenación.<sup>10</sup>

La presión parcial de dióxido de carbono ( $\text{PaCO}_2$ ) refleja el equilibrio entre la producción de  $\text{CO}_2$  y la ventilación alveolar (VA), su valor normal es de 35 a 45 mmHg; si el pH es igual o mayor de 7.3 o la  $\text{PCO}_2$  es menor de 60 mmHg (o ambas situaciones) deben mantenerse parámetros y revalorar en la siguiente hora, si el pH es menor de 7.3 y la  $\text{PCO}_2$  mayor de 60 mmHg, deberá aumentarse la frecuencia respiratoria 4 respiraciones respecto del basal hasta lograr la meta de pH igual a 7.3 o llegar a 30 de frecuencia respiratoria. Si no se logra esta meta, se sugiere incrementar el volumen corriente de 25 mL o el volumen que mantenga una presión pico en 30  $\text{cmH}_2\text{O}$ .<sup>11</sup>



**Figura 1.** Principales parámetros ventilatorios y variables monitoreadas en la ventilación mecánica de pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda severo por COVID-19.



**Figura 2.** Presiones de vía aérea monitoreadas en la ventilación mecánica de pacientes con COVID-19 vista mediante la curva presión tiempo.

- *La presión arterial de  $O_2$  ( $PO_2$ )* medida por gasometría o pulsioximetría continua permite la detección temprana de hipoxemia, su meta es  $SpO_2$  mayor de 88%; si la  $SpO_2$  es menor de 88% con una  $FiO_2$  superior al 60%, deberá realizarse una prueba aumentando el PEEP a 15 cmH<sub>2</sub>O, si continúa menor del 88%, realizar una maniobra de reclutamiento alveolar leve, si persiste fuera de metas tratarlo como una hipoxemia resistente;<sup>11,12,13</sup> asimismo, deberá considerarse ventilación en decúbito prono para mejorar la oxigenación.<sup>14,15</sup>
- *La saturación arterial de oxígeno ( $SaO_2$ )* es el principal indicador de la captación de oxígeno en los pulmones, su valor normal está entre 80 y 100 mmHg, siendo aceptable entre 60 y 80 mmHg, mientras que entre 45 y 60 mmHg la hipoxemia es crítica.

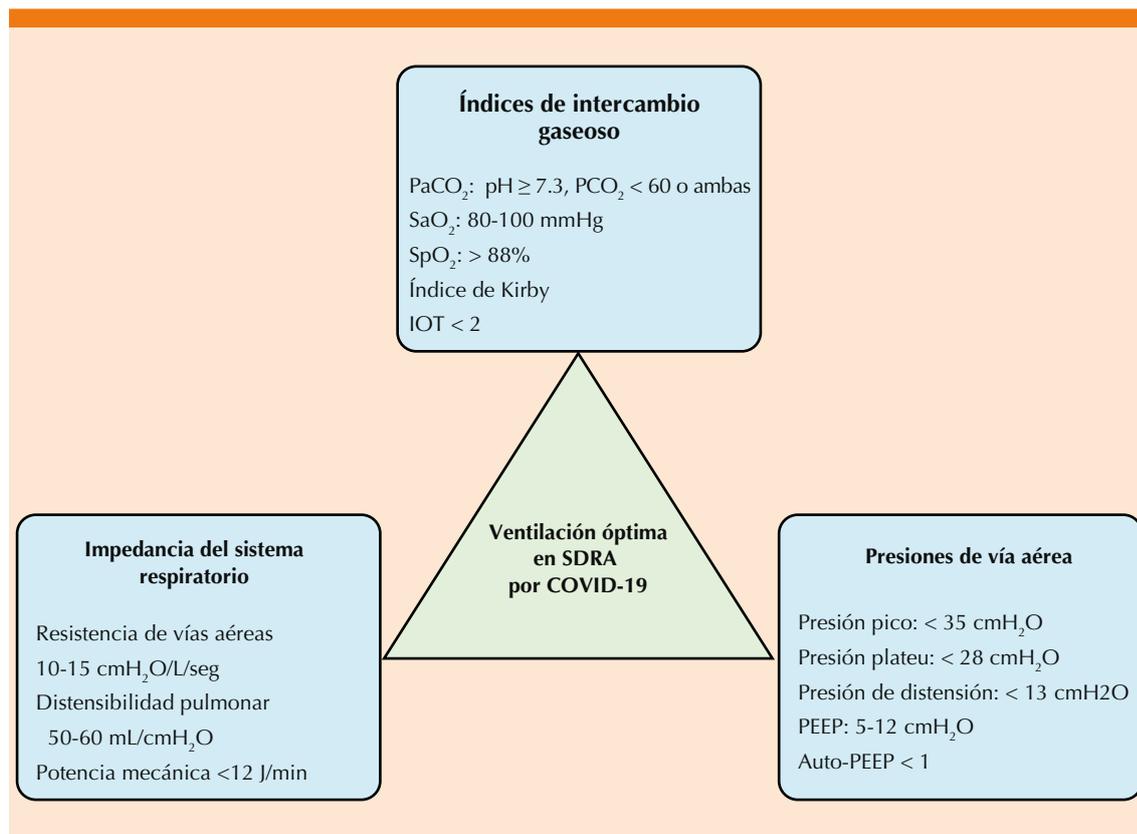
El índice de oxigenación tisular (IOT) mide el intercambio gaseoso y cuantifica la magnitud de la hipoxemia.<sup>16</sup> Se calcula a partir de la fórmula presión arterial de oxígeno arterial entre fracción inspirada de oxígeno ( $PaO_2/FiO_2$ ), su valor normal es  $> 350$  mmHg, si su valor es menor de 300 mmHg existe hipoxemia.<sup>17</sup>

- *El índice de oxigenación (IOX)* valora la oxigenación en relación con el grado de asistencia, informando la gravedad de la enfermedad respiratoria y la respuesta a la terapia. Se calcula a partir de la fórmula presión media de la vía aérea por fracción inspirada de oxígeno por 100 entre la presión arterial de oxígeno ( $IOX = Pmva \times FiO_2 \times 100 / PaO_2$ ), lo normal es  $< 2$  pulmón,  $IOx < 5$  pensar en destete,  $IOx > 5$  trastorno moderado de oxigenación,  $IOx > 10$  trastorno grave de oxigenación.<sup>18,19</sup>

Las presiones de vía aérea de interés son la presión pico, la presión meseta, la presión de

distensión, el PEEP (presión al final de la espiración), el auto-PEEP y la presión media.<sup>20</sup> **Figura 3**

- *Presión inspiratoria máxima o presión pico ( $Ppico$ ):* presión necesaria para vencer las resistencias friccionales al flujo que oponen las vías aéreas y el tubo endotraqueal, y las resistencias elásticas del sistema respiratorio. Corresponde a la presión máxima registrada al final de la inspiración, varios factores pueden modificar la  $Ppico$ , como el diámetro del tubo endotraqueal, taponamiento o broncoespasmo. Cuando las  $Ppico$  sean demasiado elevadas pueden disminuirse aumentando la frecuencia respiratoria que generará un menor volumen tidal en cada insuflación disminuyendo la presión, disminuyendo el flujo inspiratorio o alargando la relación inspiración:expiración (I:E).<sup>21</sup>
- *Presión meseta o plateau ( $Pplat$ ):* presión medida al final de la fase inspiratoria, tras la realización de un tiempo de pausa, refleja la presión aplicada a las vías respiratorias pequeñas y los alvéolos.<sup>22</sup> Se recomienda como metas  $Pplat < 30$  cmH<sub>2</sub>O.<sup>23,24</sup> diversos estudios sugieren idealmente  $Pplat < 25$  cm H<sub>2</sub>O.<sup>25</sup> Cuando se requiera obtener  $Pplat$  más baja, debe disminuirse el VT y aumentar la frecuencia respiratoria generando menor volumen insuflado y con ello menor presión de distensión.<sup>26</sup>
- *Presión de distensión ( $driving\ pressure$ ):* idealmente debe buscarse que no exceda los 13 cmH<sub>2</sub>O, la máxima recomendada es de 15 cmH<sub>2</sub>O; por cada 7 cmH<sub>2</sub>O de incremento de la presión de distensión se asocia con aumento del 41% en la mortalidad;<sup>27</sup> su cálculo se obtiene de presión de distensión =  $Pplateau - PEEP$ .<sup>28</sup> En casos de presión de distensión mayor de 13 cmH<sub>2</sub>O debe considerarse disminuir VT según el



**Figura 3.** Valores óptimos durante el monitoreo ventilatorio en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) por COVID-19.

peso teórico, optimizar PEEP o colocar en posición prono.<sup>28,29</sup>

- *Presión al final de la espiración (PEEP):* presión más baja medida en la fase espiratoria, es un componente de la ventilación con protección pulmonar que aumenta la capacidad residual pulmonar y evita el colapso pulmonar durante el final de la espiración.<sup>30</sup> Se sugieren niveles de 5 a 12 cmH<sub>2</sub>O.<sup>31,32</sup>
- *El auto-PEEP o PEEP intrínseca:* volumen atrapado por el vaciamiento incompleto de los pulmones, que predispone a hiperinsuflación dinámica, barotrauma

y asincronía.<sup>33</sup> Existen dos tipos de auto-PEEP: la hiperinsuflación dinámica con obstrucción intrínseca del flujo espiratorio (inflamación de las vías respiratorias, atrapamiento de aire en pacientes con EPOC y los tapones de moco) y la hiperinsuflación dinámica sin obstrucción del flujo de aire producida por un tiempo de exhalación corto. Puede revertirse al generar mayor tiempo de exhalación incrementando la frecuencia respiratoria o disminuyendo el volumen corriente.<sup>34</sup>

- Las propiedades mecánicas de los pulmones o impedancia del sistema respiratorio están constituidas por la resistencia de las

vías aéreas, la distensibilidad pulmonar y la potencia mecánica.

- *Resistencia de las vías aéreas (Rva)*: fuerza friccional que oponen las vías aéreas al flujo de gas circulante ya sea en la inspiración o expiración.<sup>35</sup> La resistencia inspiratoria se calcula a partir del gradiente de presión entre presión pico y presión plateau, dividido por el flujo inspiratorio ( $Rva = P_{pico} - P_{plt}/Vi$ ). Su valor normal es de 2 cmH<sub>2</sub>O/L/seg y de 10-15 cmH<sub>2</sub>O/L/seg en caso de ventilación mecánica. Se ve incrementada debido a obstrucción de intrínseca o extrínseca, secreciones y broncoespasmo.<sup>36,37</sup>
- *Distensibilidad (Csr) pulmonar*: es la capacidad del pulmón de dejarse distender: comprende la distensibilidad efectiva, estática y dinámica.<sup>38,39</sup> Diversas enfermedades restrictivas pueden generar su disminución. Normalmente el valor de la C<sub>rs</sub> es de 100 mL/cmH<sub>2</sub>O, disminuye a 75 mL/cmH<sub>2</sub>O en los pacientes acostados y a 50 mL/cmH<sub>2</sub>O o menos en los pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda.<sup>40</sup>
- *Distensibilidad efectiva (Cef)*: se obtiene dividiendo el volumen corriente (VT) por la presión plateau (Pplt) ( $Cef = VT/P_{plat}$ ).
  - Distensibilidad dinámica: refleja el aporte de la resistencia de la vía aérea al flujo de aire. Se mide justo después de la finalización de la insuflación.  $Cd = VT/P_{pico} - PEEP$ .<sup>41</sup>
  - Distensibilidad estática: proporciona una estimación de la distensibilidad total del sistema pulmonar, se calcula dividiendo el volumen corriente entre la presión de distensión:  $Ce = VT / P_{plt} - PEEP$ .<sup>41</sup>
- *Potencia mecánica (PMrs)*: variable resumen que expresa la energía suministrada por el ventilador al tejido pulmonar, estima la contribución de las diferentes causas de lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica (VILI) y de sus variaciones;<sup>42</sup> se ha establecido que un poder mecánico de 12 J/min es el umbral en el que se podría evitar provocar lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica.<sup>43</sup> Los principales componentes que aumentan el poder son el volumen corriente, la presión de distensión, la frecuencia respiratoria y la PEEP; existen diferentes fórmulas para su cálculo como la de Gattinoni y colaboradores versión original y modificadas [ $PMrs = (0.098) \cdot (FR \cdot \Delta V) \cdot (P_{pico} - \frac{1}{2} \cdot \Delta P)$ ].<sup>44</sup> Para evitar estas complicaciones debe buscarse una ventilación mecánica protectora optimizando cada uno de los componentes del PMrs, una de las primeras medidas es la posición prono, y la segunda, la titulación de la PEEP.<sup>45</sup>

## CONCLUSIONES

Durante la pandemia por COVID-19 la ventilación mecánica ha constituido un procedimiento fundamental en el manejo del síndrome de dificultad respiratoria aguda severo, por lo que es indispensable que el personal de salud que labora en áreas COVID conozca y entienda las diferentes técnicas, maniobras y cálculos utilizados para determinar el estado del sistema respiratorio del paciente ventilado y aplicar tratamientos en consecuencia. A partir de abril de 2020 nuestra unidad médica, por decreto y como parte de la contingencia nacional, llevó a cabo reconversión hospitalaria para convertirse en centro COVID-19 de referencia, lo que implicó necesidad de mayor personal de salud capacitado en el manejo del paciente crítico, en especial del paciente con soporte ventilatorio.



De manera general, el monitoreo del intercambio gaseoso, las presiones pulmonares y la impedancia pulmonar son mediciones esenciales dentro del monitoreo ventilatorio, resultando evidente los beneficios y el efecto en la supervivencia del paciente; orientando sobre las estrategias de ventilación y los ajustes de

parámetros requeridos. Por lo que se requieren investigaciones para establecer mejores pautas y algoritmos terapéuticos en el paciente bajo ventilación mecánica, debido a la poca información del paciente mexicano con síndrome de dificultad respiratoria aguda severo por COVID-19. **Cuadro 1**

**Cuadro 1.** Parámetros a monitorear durante la ventilación mecánica, fórmulas para su cálculo y posibles técnicas o maniobras de optimización.

	Meta	Fórmula	Ajustes ventilatorios
<b>Índices de intercambio gaseoso</b>			
PaCO <sub>2</sub>	35-45 mmHg	Fórmula para corrección de Co <sub>2</sub> : Fr actual x Co <sub>2</sub> actual/ Co <sub>2</sub> esperado	Si pH ≥ 7.3 y/o PCO <sub>2</sub> < 60, mantener parámetros y revalorar en la siguiente hora Si el pH < 7.3 y la PCO <sub>2</sub> > 60 mmHg, aumentar la frecuencia respiratoria 4 respiraciones respecto del basal o incrementar el volumen corriente
SaO <sub>2</sub> SpO <sub>2</sub>	80-100 mmHg > 88%		Incrementar el PEEP a 15 cmH <sub>2</sub> O Aumentar el porcentaje de FiO <sub>2</sub> Realizar una maniobra de reclutamiento alveolar Considerar ventilación en decúbito prono
Índice de Kirby		(PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> ) (100)	Optimización del PEEP y FiO <sub>2</sub> Considerar ventilación en decúbito prono
Índice de oxigenación (IOX):	< 2 pulmón normal	IOX = Pmva x FiO <sub>2</sub> x 100/PaO <sub>2</sub>	< 5 pensar en destete > 5 trastorno de oxigenación grave
<b>Presiones de vía aérea</b>			
Presión pico (Ppico)	< 35 cmH <sub>2</sub> O		Aumentar la frecuencia respiratoria Disminuir el flujo inspiratorio Alargar la relación I:E.
Presión plateau (Pplat)	< 30 cmH <sub>2</sub> O	Aplicar una pausa al final de la inspiración de 2 s	Disminuir el volumen tidal Aumentar la frecuencia respiratoria
Presión de distensión (DP)	< 13 cmH <sub>2</sub> O	DP = plateau-PEEP	Disminuir el volumen tidal Optimizar PEEP Considerar ventilación en decúbito prono
Auto-PEEP	< 1 cmH <sub>2</sub> O		Incrementar la frecuencia respiratoria Disminuir el volumen corriente
<b>Impedancia del sistema respiratorio</b>			
Resistencia de vías aéreas (Rva)	10-15 cmH <sub>2</sub> O/L/seg	Rva = Ppico-Pplt/ Vi	Optimizar tratamiento con relajantes neuromusculares y sedación Valorar administración de broncodilatadores
Distensibilidad pulmonar	50-60 mL/cmH <sub>2</sub> O	Cd = VT/Ppico-PEEP Ce = VT/Pplt- PEEP	Optimizar tratamiento con relajantes neuromusculares y sedación Considerar ventilación en prono
Potencia mecánica	< 12 J/min	PMrs = (0.098). (FR. ΔV) (Ppico - 1/2. ΔP)	Buscar una ventilación mecánica protectora: considerar ventilación en posición prono, titulación del PEEP

## REFERENCIAS

1. Hernández H, Belenguer A, Zaragoza R. Ventilación mecánica no invasiva y COVID-19. Minimizando la dispersión. *Medicina Intensiva* 2020; online(xx):10-2.
2. Aranda F, Aliste J, Altermatt F, Alvarez J, Bernucci F, Bruhn A, et al. Recomendaciones para el manejo de pacientes con COVID-19 con indicación terapéutica de ventilación mecánica que eventualmente son conectados a máquinas de anestesia. *Revista Chilena de Anestesia* 2020; 49 (3). <https://doi.org/10.25237/revchilanestv49n03.09>.
3. Wunsch H. Mechanical ventilation in COVID-19: Interpreting the current epidemiology. *Am J Respir Crit Care Med* 2020; 202 (1): 1-4. doi: 10.1164/rccm.202004-1385ED.
4. Almeshari M, Alobaidi N, Al Asmri M, Alhuthail E, Alshehri Z, Alenezi F, et al. Mechanical ventilation utilization in COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *medRxiv* 2020; online version 2020.06.04.20122069.
5. Tobin M, Laghi F, Jubran A. Caution about early intubation and mechanical ventilation in COVID-19. *Ann Intensive Care* 2020; 10 (1): 4-6. doi: 10.1186/s13613-020-00692-6.
6. Alhazzani W, Møller M, Arabi Y, Loeb M, Gong M, Fan E, et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Med* 2020; 46 (5): 854-887. doi: 10.1007/s00134-020-06022-5.
7. Möhlenkamp S, Thiele H. Ventilation of COVID-19 patients in intensive care units. *Herz* 2020; 45 (4): 329-331. doi: 10.1007/s00059-020-04923-1.
8. Chen L, Chen G, Shore K, Shklar O, Martins C, Devenyi B, et al. Implementing a bedside assessment of respiratory mechanics in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care* 2017; 21 (84): 1-11. doi: 10.1186/s13054-017-1671-8.
9. Abarca B, Vargas J, García GJ. Características de la ventilación mecánica invasiva en COVID-19 para médicos no especialistas. *Revista Chilena de Anestesia* 2020; 49 (4): 504-513. <https://doi.org/10.25237/revchilanestv49n04-06>
10. Barbas C, Ísola AM, De Carvalho Farias A, Cavalcanti A, Gama A, Duarte A, et al. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte I. *Rev Bras Ter Intensiva* 2014; 26 (2): 89-121. doi: 10.5935/0103-507x.20140017.
11. Monares E, Guerrero M, Meneses C, Palacios A. Recommendations: Mechanical ventilation in anesthesia. what an intensivist has to tell to an anesthesiologist. *Rev Mex Anest* 2020;43(2):130-135. doi:10.35366/92871.
12. Goligher E, Kavanagh B, Rubenfeld G, Adhikari N, Pinto R, Fan E, et al. Oxygenation response to positive end-expiratory pressure predicts mortality in acute respiratory distress syndrome: A secondary analysis of the LOVS and express trials. *Am J Respir Crit Care Med* 2014; 190 (1): 70-76. doi: 10.1164/rccm.201404-0688OC.
13. Mosier J, Hypes C, Joshi R, Whitmore S, Parthasarathy S, Cairns C. Ventilator strategies and rescue therapies for management of acute respiratory failure in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2015; 66 (5): 529-541. doi: 10.1016/j.annemergmed.2015.04.030.
14. Sud S, Friedrich JO, Taccone P, Polli F, Adhikari N, Latini R, et al. Prone ventilation reduces mortality in patients with acute respiratory failure and severe hypoxemia: Systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2010; 36 (4): 585-599. doi: 10.1007/s00134-009-1748-1.
15. Berlin D, Gulick R, Martinez F. Severe Covid-19. *N Engl J Med* 2020; 1-10. doi: 10.1056/NEJMcp2009575.
16. Sandoval J. A 40 años de la descripción del índice de Kirby (PaO2/FiO2). *Med Intensiva* 2015; 39 (8): 521. doi: 10.1016/j.medin.2015.06.003.
17. Rodríguez O, Rodríguez O, Malberty J. Índice de oxigenación arterial en pacientes con sepsis respiratoria ventilados. *Medisan* 2010; 14 (2): 225-231.
18. Donoso A, Arriagada D, Contreras D, Ulloa D, Neumann M. Monitorización respiratoria del paciente pediátrico en la Unidad de Cuidados Intensivos. *Boletín médico del Hospital Infantil de México* 2016; 73 (3): 149-165. <https://doi.org/10.1016/j.bmhimx.2016.02.006>
19. Macías G, Muñoz R. Índice de oxigenación como predictor de mortalidad en pacientes adultos con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda en la unidad de cuidados intensivos. *Rev Cub Med Int Emerg* 2012; 11 (4): 2576-2585.
20. Giani M, Bronco A, Bellani G. How to measure respiratory mechanics during controlled mechanical ventilation. *AboutOpen* 2019; 6 (1): 86-9. <https://doi.org/10.33393/abtprn.2019.300>.
21. Silva P, Rocco P. The basics of respiratory mechanics: ventilator-derived parameters. *Ann Transl Med* 2018; 6 (19): 376-376. doi: 10.21037/atm.2018.06.06.
22. Bellani G, Sosio S. Plateau pressure during pressure control ventilation. *AboutOpen* 2019; 6 (1): 76-77. DOI:10.33393/abtprn.2019.297.
23. Dries D, Marini J. Mechanical ventilation. *Critical Care Nephrology* 2019; 3: 10-21.e2 p.
24. Fan E, Del Sorbo L, Goligher E, Hodgson C, Munshi L, Walkey AJ, et al. An official American Thoracic Society/European Society of intensive care medicine/society of critical care medicine clinical practice guideline: Mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2017; 195 (9): 1253-1263. doi: 10.1164/rccm.201703-0548ST.
25. Terragni P, Filippini C, Slutsky A, Birocco A, Tenaglia T, Grasso S, et al. Accuracy of plateau pressure and stress index to identify injurious ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2013; 119 (4): 880-889. doi: 10.1097/ALN.0b013e3182a05bb8.
26. Yasuda H, Nishimura T, Kamo T, Sanui M, Nango E, Abe T, et al. Optimal plateau pressure for patients with acute respiratory distress syndrome: A protocol for a systematic review and meta-analysis with meta-regression. *BMJ Open* 2017; 7 (5): 1-6. doi: 10.1136/bmjopen-2016-015091.



27. Sajjad H, Schmidt G, Brower R, Eberlein M. Can the plateau be higher than the peak pressure? *Ann Am Thorac Soc* 2018; 15 (6): 754-759. doi: 10.1513/AnnalsATS.201707-553CC.
28. Pérez O, Deloya E, Lomelí J, Pozos K, Monares E, Poblano M. Presión de distensión (driving pressure): Principal objetivo para la protección alveolar. *Neumología y Cirugía de Tórax* 2018; 77 (3): 222-227.
29. Gattinoni L, Pesenti A, Carlesso E. Body position changes redistribute lung computed-tomographic density in patients with acute respiratory failure: Impact and clinical fallout through the following 20 years. *Intensive Care Med* 2013; 39 (11): 1909-1915. doi: 10.1007/s00134-013-3066-x.
30. Futier E, Constantin J, Paugam C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med* 2013; 369 (5): 428-437. doi: 10.1056/NEJMoa1301082.
31. Briel M, Meade M, Mercat A, Brower R, Talmor D, Walter S, et al. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *J Am Med Assoc* 2010; 303 (9): 865. doi: 10.1001/jama.2010.218.
32. Claesson J, Freundlich M, Gunnarsson I, Laake J, Vandvik P, Varpula T, et al. Scandinavian clinical practice guideline on mechanical ventilation in adults with the acute respiratory distress syndrome. *Acta Anaesthesiol Scand* 2015; 59 (3): 286-297. doi: 10.1111/aas.12449.
33. Marini J. Dynamic hyperinflation and auto-positive end-expiratory pressure lessons learned over 30 years. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 184 (7): 756-762. doi: 10.1164/rccm.201102-0226PP.
34. Laghi F, Goyal A. Auto-PEEP in respiratory failure. *Minerva Anesthesiol* 2012; 78 (2): 201-221.
35. Cordioli R, Brochard L. Respiratory system compliance and resistance in the critically ill. *Oxford University Press* 2016; 1: 2-3. DOI:10.1093/med/9780199600830.003.0074.
36. Scott J, Dubosky M, Vines D, Sulaiman A, Jendral K, Singh G, et al. Evaluation of endotracheal tube scraping on airway resistance. *Respir Care* 2017; 62 (11): 1423-1427. doi: 10.4187/respcare.05391.
37. Roth A. Mechanical Ventilation: Lung mechanics of resistance and compliance measurement (respiratory therapy). Elsevier 2020;1-4.
38. Shevade M. Time constant: What do we need to know to use it? *Indian Journal of Respiratory Care* 2019; 8 (1): 4. DOI: 10.4103/ijrc.ijrc\_7\_18.
39. García E, Amado L, Albaiceta G. Monitorization of respiratory mechanics in the ventilated patient. *Med Intensiva* 2014; 38 (1): 49-55. doi: 10.1016/j.medin.2013.09.003.
40. Hess DR. Respiratory mechanics in mechanically ventilated patients. *Respir Care* 2014; 59 (11): 1773-94. doi: 10.4187/respcare.03410.
41. Castillo MA. Ventilación mecánica invasiva en el paciente pediátrico. *Neumol Pediatr* 2017; 12 (1): 15-22.
42. Gattinoni L, Tonetti T, Cressoni M, Cadringher P, Herrmann P, Moerer O, et al. Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. *Intensive Care Med* 2016; 42 (10): 1567-75. doi: 10.1007/s00134-016-4505-2.
43. Cressoni M, Gotti M, Chiurazzi C, Massari D, Algieri I, Amini M, et al. Mechanical power and development of ventilator-induced lung injury. *Anesthesiology* 2016; 124 (5): 1100-1108. doi: 10.1097/ALN.0000000000001056.
44. Gómez RJ, Monares ZE, González CBG, Camarena AG, et al. Determinación del poder mecánico en pacientes en ventilación mecánica invasiva en modalidad espontánea. *Med Crit.* 2018; 32 (1): 20-26.
45. Guérin C, Reignier J, Richard JC, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2013; 368 (23): 2159-2168. doi: 10.1056/NEJMoa1214103.

### AVISO PARA LOS AUTORES

*Medicina Interna de México* tiene una nueva plataforma de gestión para envío de artículos. En: [www.revisionporpares.com/index.php/MIM/login](http://www.revisionporpares.com/index.php/MIM/login) podrá inscribirse en nuestra base de datos administrada por el sistema *Open Journal Systems* (OJS) que ofrece las siguientes ventajas para los autores:

- Subir sus artículos directamente al sistema.
- Conocer, en cualquier momento, el estado de los artículos enviados, es decir, si ya fueron asignados a un revisor, aceptados con o sin cambios, o rechazados.
- Participar en el proceso editorial corrigiendo y modificando sus artículos hasta su aceptación final.