



## Pulmones estresados

Manuel Baz <sup>ORCID</sup>

Hospital de Clínicas y Hospital Británico. Montevideo, Uruguay

Director, Departamento de Medicina Crítica ALAT

Mail de contacto: [medicinacritica@alatorax.org](mailto:medicinacritica@alatorax.org) | [mbaz2007@gmail.com](mailto:mbaz2007@gmail.com)

Orcid: [0000-0003-0226-1653](https://orcid.org/0000-0003-0226-1653)

Los pacientes críticos respiratorios parecen requerir una medicina personalizada, más que una medicina basada en la evidencia. O, dicho de otro modo, existe una evidencia creciente de la necesidad de una medicina ajustada a cada paciente, más específicamente ajustada a las individualidades fisiológicas de cada paciente, o al menos subgrupos de pacientes – fenotipos, con características en común.<sup>1-4</sup>

En ventilación mecánica, el paradigma en este tiempo es la ventilación mecánica protectora, es decir, aquella que evita el daño pulmonar inducido por la ventilación mecánica (*ventilation induced lung injury*, VILI). Para ello se monitorizan las variables de la mecánica respiratoria, particularmente, aquellas que se han encontrado asociadas a un aumento de los desenlaces negativos, como la mortalidad, entre otros.<sup>5,6</sup>

Entonces, un conocimiento profundo de cada variable o herramienta de monitoreo es imprescindible para realizar un ejercicio crítico de la práctica clínica cotidiana.<sup>7,8</sup>

En este número de **Respirar**, los autores Gallardo y Ballesteros proponen un trabajo fisiológico en seres humanos sobre una variable de monitoreo respiratorio de sumo interés, como lo es el índice de estrés.<sup>9</sup>

Para repasar el significado del índice de estrés, primero debemos recordar la curva presión-volumen (P-V) y la diferencia de comportamiento en la rama inspiratoria y espiratoria, histéresis, con su sector inferior e izquierdo, donde se encuentra el punto de inflexión inferior (área de 'baby lung, o punto por encima del cual se comienzan a abrir las unidades pulmonares colapsadas), y su sector superior y derecho donde se encuentra el punto de inflexión superior, a partir del cual se observa una sobredistensión de las unidades pulmonares.

El volumen corriente programado en el ventilador debería darse idealmente, en este modelo, por encima del punto de inflexión inferior, evitar el colapso y, sin sobrepasar el punto de inflexión superior, evitar la sobredistensión.

Luego, debemos recordar la curva de presión-tiempo (P-t) en vía aérea en ventilación controlada por volumen (VCV) y, asumiendo una curva de flujo cuadrada, se distinguen dos puntos en esa curva, el t0 y el t1. El índice de estrés (b) se desprende de la siguiente fórmula:  $P_{ao} = a \cdot (t_0 - t_1)b + c$ . (\*)

En este contexto, la presión de apertura de la vía aérea es una función del tiempo inspiratorio y, en la ecuación, el coeficiente 'a' representa el valor de la pendiente de la curva, 'c' es el valor de presión a tiempo 0, y el coeficiente 'b' es un número sin dimensión que describe la forma de la curva P-t y puede identificar y cuantificar el estrés mecánico y se le llama el índice de estrés (SI).

El valor de SI = 1 significa que la curva P-t es lineal y que la complacencia del sistema respiratorio permanece constante a lo largo de la insuflación;

un valor de SI < 1 significa que la curva P-t presenta una concavidad inferior y la complacencia del sistema respiratorio aumenta durante la insuflación e identifica estrés debido a reclutamiento; y un a SI > 1 indica que la curva P-t presenta una concavidad superior y representa una reducción en la complacencia e identifica estrés debido a sobreinsuflación durante la insuflación.

El valor del índice de estrés identifica el promedio de los cambios en la complacencia del sistema respiratorio. En condiciones de un compromiso anatómico homogéneo del parénquima pulmonar, el valor promedio es calculado por la línea recta P/t de la rama inspiratoria. En condiciones de una afectación anatómica no homogénea, se determina una insuflación no lineal en la curva P-t como se describiera anteriormente.

La importancia de evaluar las propiedades elásticas del pulmón, al lado de la cama del paciente, son importantes para optimizar la ventilación mecánica. Estas medidas requieren ser obtenidas también durante la parálisis muscular, construyendo las respectivas curvas P-V a flujo 0 es decir (curva P-V estática). De esta manera se puede, por un lado, aproximarse a la heterogeneidad de la patología pulmonar, y por otro aproximarse a la PEEP óptima para lograr reclutar de manera máxima las unidades pulmonares.

Entonces, resaltamos que el índice de estrés con valores menores a 1 se corresponde con una curva de presión con convexidad superior y que el paciente se encuentra en el sector inferior e izquierdo de la curva P-V (colapso o desreclutamiento y hay que aumentar la PEEP). Por otro lado, valores de índice de estrés mayores a 1 se corresponden con curvas de presión que muestran una concavidad superior, y que el paciente se encuentra en un sector superior y a la derecha de la curva PV (sobre distensión y hay que disminuir el Vt).<sup>10</sup>

El trabajo de los autores tiene como objetivo conocer mejor el comportamiento de la variable de monitoreo, el índice de estrés y se proponen estudiar el índice de estrés en diferentes posiciones de la cama del paciente. Los autores generan un conjunto de datos y unas muy interesantes y útiles conclusiones para la práctica clínica. Los autores encuentran que el índice de estrés varía con las posiciones de la cama del paciente y que el decúbito en torno a los 30 grados es el que logra los mejores valores de índice de estrés (cerca de 1). Sus resultados, entonces, apoyan el concepto de posicionar la cabecera a 30 grados en los pacientes críticos respiratorios para mejorar las con-

diciones de la mecánica ventilatoria. Asimismo, sus resultados permiten recordar la importancia de la estandarización de las medidas de la mecánica respiratoria para que los resultados sean comparables.

Trabajos fisiológicos como el de los autores generan herramientas o reflexión sobre las nuevas herramientas de evaluación de la mecánica respiratoria, y permiten el objetivo de brindar una medicina crítica respiratoria individualizada a los pacientes que asistimos.

Sería muy bueno seguir investigando y reflexionando sobre el alcance y el comportamiento de variables o medidas de la mecánica respiratoria como los flujos, volúmenes y presiones, como la presión de apertura de la vía aérea, la presión esofágica, el "driving pressure" y variables compuestas como el poder mecánico de la ventilación, los fenómenos de histéresis, o de Pendelluft, entre otros.

#### Conflictos de interés:

El autor declara no tener conflictos de intereses relacionados con el tema de esta publicación.

#### Referencias

1. Gattinoni L, Carlesso E, Santini A. Physiology versus evidence-based guidance for critical care practice. *Crit Care* 2015; 19: S7. doi: 10.1186/cc14725.
2. He H, Chi Y, Yang Y et al. Early individualized positive end-expiratory pressure guided by electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled clinical trial. *Crit Care* 2021; 25: 230. doi: 10.1186/s13054-021-03645-y.
3. Spinelli E, Grieco DL, Mauri T. A personalized approach to the acute respiratory distress syndrome: recent advances and future challenges. *J Thorac Dis*. 2019; 11: 5619–5625. doi: 10.21037/jtd.2019.11.61
4. Brochard L, Martin GS, Blanch L, et al. Clinical review: Respiratory monitoring in the ICU—a consensus of 16. *Crit Care* 2012; 16: 219.
5. Jonkman AH, Rauseo M, Carteaux G et al. Proportional modes of ventilation: technology to assist physiology. *Intensive Care Med* 2020; 46: 2301-2313. doi: 10.1007/s00134-020-06206-z.
6. Radosevich MA, Wanta BT, Meyer TJ et al. Implementation of a Goal-Directed Mechanical Ventilation Order Set Driven by Respiratory Therapists Improves Compliance With Best Practices for Mechanical Ventilation *J Intensive Care Med* 2019; 34:550-556. doi: 10.1177/0885066617746089.
7. Terragni PP, Rosboch GL, Lisi A, Viale AG, Ranieri VM. How respiratory system mechanics may help in minimising ventilator-induced lung injury in ARDS patients. *Eur Respir J Suppl* 2003; 42:15s-21s. doi: 10.1183/09031936.03.00420303.
8. Sun X-M, Chen G-Q, Chen K et al. Stress Index Can Be Accurately and Reliably Assessed by Visually Inspecting Ventilator Waveforms. *Respiratory Care* 2018, 63: 1094-1101. DOI: <https://doi.org/10.4187/respcare.06151>
9. Gallardo A, Ballesteros AAL. Variación del índice de stress ante cambios en la cabecera de cama en pacientes con asistencia respiratoria mecánica. *Respirar* 2021; 13: 109-116.
10. Terragni PP, Bussone G, Mascia L. Dynamic airway pressure-time curve profile (Stress Index): a systematic review. *Minerva Anestesiol* 2016; 82: 58-68.