

PASO A PASO

Cálculo de la presión transpulmonar a través del monitoreo con balón esofágico durante la fase de soporte total de la ventilación mecánica invasiva

[Calculation of transpulmonary pressure through esophageal balloon monitoring during the full support phase of invasive mechanical ventilation]

Romina Belén Mattei^{1,2*}

Resumen

La presión transpulmonar (Ptp) es la diferencia entre la presión en la vía aérea y la presión pleural (Ppl). La medición de la presión esofágica, como sustituto de la Ppl, permite calcular la Ptp y diferenciar entre la mecánica pulmonar y la mecánica de la caja torácica. Para ello, existen dos métodos: el método de Talmor y el método de Gattinoni. Ambos aportan información útil, particularmente en sujetos con síndrome de distrés respiratorio agudo, para individualizar la estrategia de protección pulmonar. El objetivo del siguiente paso a paso es describir el cálculo de la Ptp con ambos métodos durante la fase de soporte total de la ventilación mecánica invasiva.

Palabras clave: mecánica respiratoria, respiración artificial, manometría esofágica, síndrome de distrés respiratorio agudo.

Abstract

Transpulmonary pressure (Ptp) is the difference between airway pressure and pleural pressure (Ppl). Measurement of esophageal pressure, as a surrogate for Ppl, allows for the calculation of Ptp and differentiation between respiratory mechanics and chest wall mechanics. For this purpose, there are two methods: the Talmor method and the Gattinoni method. Both provide useful information, particularly in subjects with acute respiratory distress syndrome, to individualize the lung protective ventilation strategy. The objective of this study is to describe the calculation of Ptp using both methods during the full support phase of invasive mechanical ventilation.

Keywords: respiratory mechanics, artificial respiration, esophageal manometry, acute respiratory distress syndrome.

* **Correspondencia:** rominabelenmattei@gmail.com

¹ Hospital General de Agudos Donación Francisco Santojanni.
CABA. Argentina.

² CMPFA Churruca-Visca. CABA. Argentina.

Fuentes de financiamiento: La autora declara no tener ninguna afiliación financiera ni participación en ninguna organización comercial que tenga un interés financiero directo en cualquier asunto incluido en este manuscrito.

Conflicto de intereses: La autora declara no tener ningún conflicto de intereses.

Introducción

La presión transpulmonar (Ptp) representa la presión que distiende al pulmón y se calcula como la diferencia entre la presión en la vía aérea (Pva) y la presión pleural (Ppl). Cuando la elastancia de la caja torácica (Ect) y la elastancia pulmonar (Ep) son similares, la Pva medida en sujetos sin esfuerzo ventilatorio representa adecuadamente la impedancia del sistema respiratorio en su conjunto.^{1,2} Sin embargo, si la Ect está aumentada, ajustar la configuración del ventilador solo en función de la Pva podría ser inadecuado.³ La medición de la presión esofágica (Pes), como sustituto de la Ppl, permite calcular la Ptp y diferenciar entre la mecánica pulmonar y la mecánica de la caja torácica.¹

Se han descrito dos métodos de medición de la Ptp mediante el uso de la Pes: el método de Talmor y el método de Gattinoni.^{4,5} Se evidenció que ambos aportan información útil, particularmente en sujetos con síndrome de distrés respiratorio agudo, para individualizar la estrategia de protección pulmonar.⁶ El propósito de esta estrategia es prevenir la lesión pulmonar causada por la ventilación, limitando la sobredistensión a través de la restricción de la Ptp inspiratoria y minimizando el colapso alveolar a través de la reducción de apertura y cierre cíclicos. Si bien esta estrategia disminuye la mortalidad, su implementación continúa siendo un desafío. La medición de la Ptp permite la estimación de la distensión alveolar inspiratoria y el colapso alveolar espiratorio.⁷

El objetivo del siguiente paso a paso es describir el cálculo de la Ptp con ambos métodos durante la fase de soporte total de la ventilación mecánica invasiva.

Materiales

La medición de la Ptp requiere de una manometría esofágica. Los materiales necesarios, así como la colocación del catéter esofágico con balón y la validación de la medición de la Pes, se describen en un estudio previamente publicado.⁸ El catéter del balón esofágico se puede conectar a diferentes dispositivos de monitorización:

- Monitor (Flux-Med GrE - MBMed®) y software (FluxView - MBMed®).
- Monitor multiparamétrico mediante el uso de la señal de presión arterial invasiva. El valor de la Pes es medido en mmHg, por lo cual debemos convertirlo a cmH₂O (1 mmHg = 1,3595 cmH₂O).

- Ventiladores mecánicos que cuenten con puertos de presión accesorios.

Procedimiento

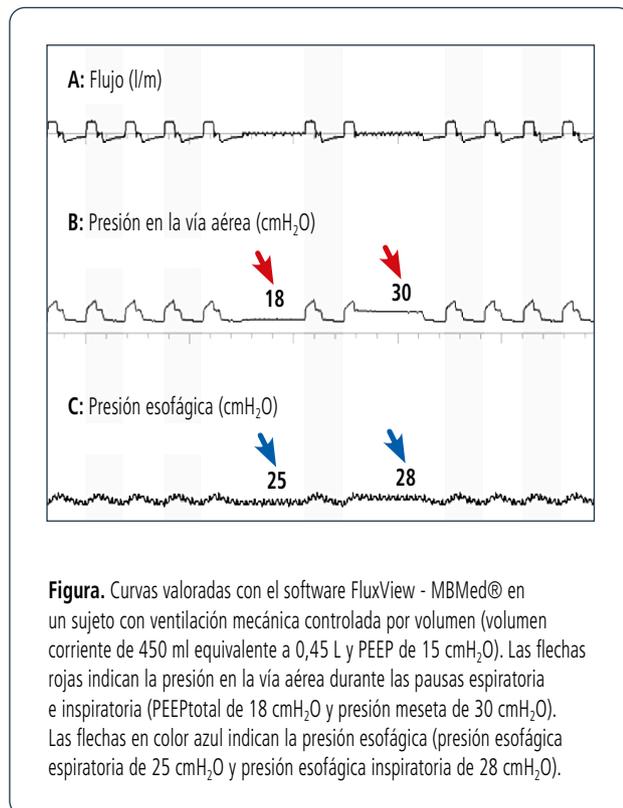
Antes de comenzar con los cálculos, debe asegurarse de que el balón esofágico esté correctamente posicionado.⁸ Luego, conecte el catéter del balón esofágico a un transductor de presión. Para calcular la Ptp, debe establecer la diferencia entre el valor de la Pva y la Ppl. En sujetos bajo ventilación mecánica invasiva en condiciones pasivas, en los que la ganancia de volumen pulmonar depende de la interacción entre la presión ejercida por el ventilador y las propiedades mecánicas del sistema respiratorio (elastancia y resistencia), se debe calcular la Pva en ausencia de flujo. En esta condición, se mide únicamente el componente elástico. Para ello, se debe realizar una pausa de 2 a 3 segundos al final de la inspiración para obtener la presión meseta y otra pausa al final de la espiración para medir la presión positiva total al final de la espiración (PEEP_{total}) en condiciones estáticas. En el mismo momento en que se realizan las pausas inspiratoria y espiratoria, se debe registrar el valor de la Pes inspiratoria y espiratoria, con el objeto de utilizarlo como sustituto de la Ppl y calcular la Ptp inspiratoria y espiratoria, respectivamente. La elastancia del sistema respiratorio (Esr) se calcula como la suma de la Ep y la Ect. La Ep representa la relación entre la variación en la presión transpulmonar (ΔP_{tp}) y el cambio de volumen, y la Ect representa la relación entre la variación en la presión esofágica (ΔP_{es}) y el cambio de volumen.

Métodos para el cálculo de la Ptp

El método de Talmor sustituye la Ppl por la Pes y calcula la Ptp como la diferencia entre la Pva y la Pes. Se demostró que, de esta manera, el cálculo de Ptp espiratoria evalúa las zonas dependientes del pulmón.^{4,6,7}

El método de Gattinoni calcula la Ptp a partir de una derivación de la elastancia y establece que la Ppl depende de la presión aplicada en la vía aérea y de la relación entre la Ect y la Esr. Se evidenció que la Ptp inspiratoria, calculada con este método, evalúa las zonas no dependientes del pulmón.^{5,6}

A modo de ejemplo, podemos observar las curvas y los valores de la Pva y la Pes de un sujeto con ventilación mecánica controlada por volumen (Figura), y se detallan los cálculos de la Ptp, según Talmor y Gattinoni.



Cálculo de la Ptp con el método de Talmor:

$$P_{tp} = P_{va} - P_{es}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} P_{tp} \text{ inspiratoria} &= \text{presión meseta} - P_{es} \text{ inspiratoria} \\ &= 30 \text{ cmH}_2\text{O} - 28 \text{ cmH}_2\text{O} \\ &= \mathbf{2 \text{ cmH}_2\text{O}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{tp} \text{ espiratoria} &= PEEP_{total} - P_{es} \text{ espiratoria} \\ &= 18 \text{ cmH}_2\text{O} - 25 \text{ cmH}_2\text{O} \\ &= \mathbf{- 7 \text{ cmH}_2\text{O}} \end{aligned}$$

Cálculo de la Ptp con el método de Gattinoni:

$$P_{tp} = P_{va} - (P_{va} \times Ect / Esr)$$

Se debe calcular primero la Esr y la Ect:

$$\begin{aligned} E_{sr} &= (\text{presión meseta} - PEEP_{total}) / \text{volumen corriente} \\ &= (30 \text{ cmH}_2\text{O} - 18 \text{ cmH}_2\text{O}) / 0,45 \text{ L} \\ &= \mathbf{27 \text{ cmH}_2\text{O/L}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{ct} &= \Delta P_{es} / \text{volumen corriente} \\ &= (28 \text{ cmH}_2\text{O} - 25 \text{ cmH}_2\text{O}) / 0,45 \text{ L} \\ &= 3 \text{ cmH}_2\text{O} / 0,45 \text{ L} \\ &= \mathbf{7 \text{ cmH}_2\text{O/L}} \end{aligned}$$

Entonces:

$$P_{tp} \text{ inspiratoria} = \text{presión meseta} - [\text{presión meseta} \times (Ect / Esr)]$$

$$\begin{aligned} &= 30 \text{ cmH}_2\text{O} - [30 \text{ cmH}_2\text{O} \\ &\quad \times (7 \text{ cmH}_2\text{O/L} / 20 \text{ cmH}_2\text{O/L})] \\ &= \mathbf{19 \text{ cmH}_2\text{O}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{tp} \text{ espiratoria} &= PEEP_{total} - [PEEP_{total} \\ &\quad \times (Ect / Esr)] \\ &= 18 \text{ cmH}_2\text{O} - [18 \text{ cmH}_2\text{O} \\ &\quad \times (7 \text{ cmH}_2\text{O/L} / 20 \text{ cmH}_2\text{O/L})] \\ &= \mathbf{12 \text{ cmH}_2\text{O}} \end{aligned}$$

Yoshida et al. han demostrado que una estrategia ventilatoria podría incluir el ajuste de la PEEP para que la Ptp espiratoria, calculada según Talmor, sea ligeramente positiva. Esto permite optimizar el reclutamiento de las zonas dependientes.^{1,6,7} Por otro lado, es importante mantener la Ptp inspiratoria, calculada según Gattinoni, por debajo de 20–25 cmH₂O, con el fin de minimizar la sobredistensión de las zonas no dependientes del pulmón.^{1,6}

Conclusión

Durante la fase de soporte total de la ventilación mecánica invasiva, el cálculo de la Ptp a través de los valores de la Pes, con el método de Talmor y Gattinoni, es una herramienta sencilla que se puede realizar al borde de la cama del sujeto. Esto permite diferenciar el comportamiento pulmonar y el de la caja torácica con el fin de optimizar la configuración de los parámetros ventilatorios.

Referencias

1. Pham T, Telias I, Beitler JR. Esophageal Manometry. *Respir Care*. 2020;65(6):772-792. doi: 10.4187/respcare.07425
2. Mauri T, Yoshida T, Bellani G, Goligher EC, Carreaux G, Rittayamai N, et al. Esophageal and transpulmonary pressure in the clinical setting: meaning, usefulness and perspectives. *Intensive Care Med*. 2016p;42(9):1360-73. doi: 10.1007/s00134-016-4400-x
3. Akoumianaki E, Maggiore SM, Valenza F, Bellani G, Jubran A, Loring SH, et al. The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(5):520-31. doi: 10.1164/rccm.201312-2193CI
4. Talmor D, Sarge T, O'Donnell CR, Ritz R, Malhotra A, Lisbon A, Loring SH. Esophageal and transpulmonary pressures in acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2006;34(5):1389-1394. doi: 10.1097/01.CCM.0000215515.49001.A2
5. Gattinoni L, Chiumello D, Carlesso E, Valenza F. Bench-to bedside review: chest wall elastance in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients. *Crit Care* 2004;8(5):350-35. doi: 10.1186/cc2854

6. Yoshida T, Amato MBP, Grieco DL, Chen L, Lima CAS, Roldan R, et al. Esophageal Manometry and Regional Transpulmonary Pressure in Lung Injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018;197(8):1018-1026. doi: 10.1164/rccm.201709-1806OC
7. Talmor D, Sarge T, Malhotra A, O'Donnell CR, Ritz R, Lisbon A, et al. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N Engl J Med.* 2008; 359:2095–2104. doi: 10.1056/NEJMoa0708638
8. Dorado JH. Instrumentación y adquisición válida de la presión esofágica. *AJRPT.* 2020;2(3):50-55. doi: 10.58172/ajrpt.v2i3.143



Argentinian Journal of Respiratory and Physical Therapy by AJRPT is licensed under a **Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional License**. Creado a partir de la obra en www.ajrpt.com. Puede hallar permisos más allá de los concedidos con esta licencia en www.ajrpt.com

Citar este artículo como: Mattei RB. Cálculo de la presión transpulmonar a través del monitoreo con balón esofágico durante la fase de soporte total de la ventilación mecánica invasiva. *AJRPT.* 2023;5(3):54-57.

Participe en nuestra revista



Lo invitamos a visitar e interactuar a través de la página
www.ajrpt.com

Envíenos sus manuscritos