



Balón esofágico: su utilidad en el monitoreo del paciente obeso con ventilación mecánica

Esophageal balloon: use in monitoring in the mechanically ventilated obese patient

Balão esofágico: sua utilidade no monitoramento do paciente obeso com ventilação mecânica

Viridiana Segura Llamas,* Karen Itzel González Martínez,* Jonathan David Morales Ramírez,* Abraham Velázquez Crespo*

RESUMEN

La monitorización del paciente obeso representa grandes retos para el médico intensivista debido a las alteraciones fisiológicas que presentan y al marcado incremento poblacional de pacientes con obesidad en las unidades de cuidados críticos, secundario a las barreras que imponen la fisiología del paciente obeso, la medición de la presión pleural resultaría ideal en este tipo de pacientes; sin embargo, dada la imposibilidad práctica de medirla de manera directa, la presión esofágica como variable indirecta toma un papel fundamental. La medición indirecta de la presión pleural a través de la presión esofágica permite el cálculo de la presión transpulmonar, la cual se vuelve fundamental para la comprensión y el análisis de la mecánica respiratoria en estos pacientes. La titulación segura de presión positiva al final de la espiración (PEEP) en el paciente obeso, la cual debe ser guiada por balón esofágico con el objetivo de obtener un patrón respiratorio óptimo, y con la presión transpulmonar (PTP) más baja que permita un volumen tidal de protección constante y una mejor oxigenación. En el transcurso del presente trabajo abordaremos la fisiología de la presión esofágica y así como la importancia que tiene en el paciente obeso con ventilación mecánica, y finalizaremos con un resumen de la literatura correspondiente, con los aspectos técnicos asociados con su uso.

Palabras clave: obesidad, presión esofágica, ventilación mecánica, balón esofágico.

ABSTRACT

The monitoring of obese patients represents great challenges for the intensive care physician, due to the physiological alterations presented by these patients and the marked increase in the population of patients with obesity in critical care units, secondary to the barriers imposed by the physiology of obese patients, the measurement of pleural pressure, which is a fundamental physiological measurement in each breath, would be ideal in this type of patient. Given the practical impossibility of measuring it directly, esophageal pressure as an indirect variable takes on a fundamental role. The indirect measurement of pleural pressure through esophageal pressure allows the calculation of transpulmonary pressure, which becomes fundamental for the understanding and analysis of respiratory mechanics in these patients. The secure degree of positive end-expiratory pressure (PEEP) in the obese patient, which must be guided by an esophageal balloon in order to obtain a pattern optimal respiratory rate, and with the lowest transpulmonary pressure (PTP) that allows a constant protective tidal volume and better oxygenation. In the course of this paper we will discuss the physiology of esophageal pressure and its importance in the obese patient on mechanical ventilation, and we will conclude with a summary of the corresponding literature, with the technical aspects associated with its use.

Keywords: obesity, esophageal pressure, mechanical ventilation, esophageal balloon.

RESUMO

O acompanhamento de pacientes obesos representa grandes desafios para o médico intensivista devido às alterações fisiológicas que apresentam e ao aumento acentuado da população de pacientes com obesidade em unidades de cuidados intensivos, secundário às barreiras impostas pela fisiologia do paciente obeso, a medição da pressão pleural seria ideal neste tipo de paciente; porém, dada a impossibilidade prática de medi-la diretamente, a pressão esofágica como variável indireta desempenha um papel fundamental. A medição indireta da pressão pleural através da pressão esofágica permite o cálculo da pressão transpulmonar, o que se torna essencial para a compreensão e

análise da mecânica respiratória nesses pacientes. Titulação segura da pressão positiva expiratória final (PEEP) em pacientes obesos, que deve ser guiada por balão esofágico com o objetivo de obter um padrão respiratório ideal, e com a menor pressão transpulmonar (PTP) que permita um volume corrente protetor constante e melhor oxigenação. No decorrer deste trabalho abordaremos a fisiologia da pressão esofágica e a importância que esta tem nos pacientes obesos em ventilação mecânica, e concluiremos com um resumo da literatura correspondente, com os aspectos técnicos associados à sua utilização.

Palavras-chave: obesidade, pressão esofágica, ventilação mecânica, balão esofágico.

Abreviaturas:

Palv = presión alveolar.

Pao = presión de apertura de la vía aérea.

PEEP = presión positiva al final de la espiración.

Pes = presión esofágica.

Ppl = presión pleural.

Pva = presión de la vía aérea.

PTP = presión transpulmonar.

SDRA = síndrome de distrés respiratorio agudo.

TR = trabajo respiratorio.

INTRODUCCIÓN

El proceso de la respiración, tanto espontánea como en ventilación mecánica, conduce a un incremento en la presión transpulmonar (PTP). Durante la respiración espontánea, la PTP incrementa por una disminución de la presión pleural (Ppl) producida por la contracción de los músculos inspiratorios y durante la ventilación mecánica la PTP aumenta por un incremento en la presión alveolar (Palv) producido por el empuje de la columna de aire proveniente del ventilador.¹ Dicha relación se puede expresar por medio de la siguiente ecuación: $PTP = Palv - Ppl$ (Figura 1); aunque realizar dichas mediciones permitiría dilucidar de forma inmediata la PTP, hasta el momento resulta imposible medir la Ppl, es en este punto que se ha empleado la presión esofágica (Pes) como variable que puede emular el valor aproximado de la Ppl. A lo largo de esta revisión valoraremos el uso de esta herramienta en el paciente obeso, ya que consideramos de suma importancia saber que la finalidad de la ventilación mecánica tiene como objetivo ganar tiempo suficiente para solucionar la causa que llevó al paciente a depender del ventilador, esto se logra por medio del restablecimiento del intercambio gaseoso y reducción del trabajo respiratorio (TR).²

Una vez que se conocen los componentes del TR podremos programar de manera eficiente la ventilación

* Centro Médico Naval, Secretaría de Marina. México.

Recibido: 29/08/2023. Aceptado: 02/02/2024.

Citar como: Segura LV, González MKI, Morales RJD, Velázquez CA. Balón esofágico: su utilidad en el monitoreo del paciente obeso con ventilación mecánica. Med Crit. 2024;38(3):198-202. <https://dx.doi.org/10.35366/117784>

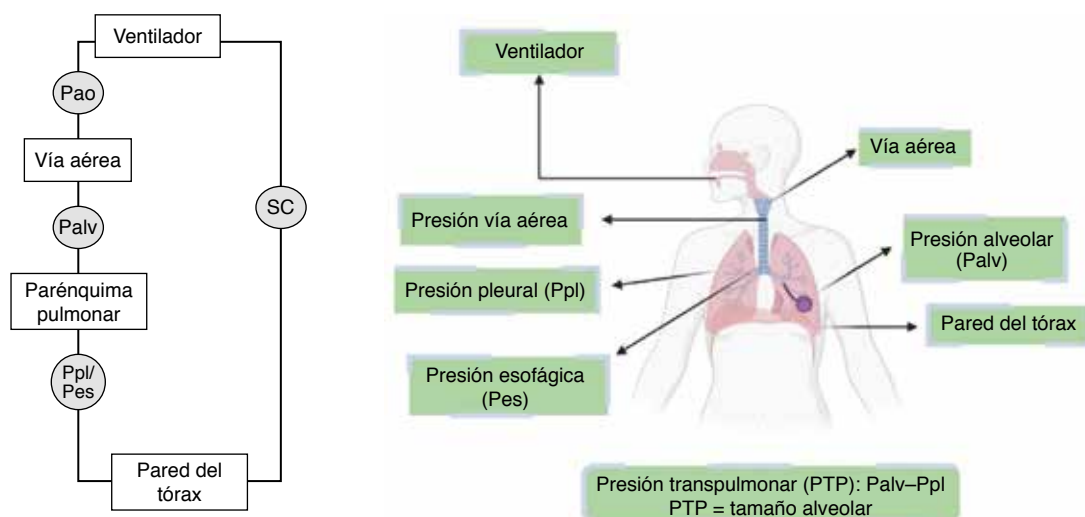


Figura 1: Muestra a la derecha las principales estructuras respiratorias y las ubicaciones en las que las presiones tendrían posibilidad de ser medidas. Por convención, las presiones se miden en relación con la presión atmosférica (barométrica), equivalente a la presión en la superficie corporal, así es como la presión pleural es negativa con respecto a la presión barométrica. Los deltas (ΔP) o diferencias de presión causan desplazamientos de volumen de las estructuras elásticas y el flujo de aire en las vías respiratorias.

Palv = presión alveolar. Pao = presión de apertura en la vía aérea. Pes = presión esofágica. Fórmula: $PTP = Palv - Ppl$. PTP = presión transpulmonar. Ppl = presión en el espacio pleural. SC = superficie corporal.

Imagen tomada y modificada de: Ortiz-Ruiz G, et al.²¹

mecánica; y dilucidar el momento correcto para la liberación de ésta. En la mecánica ventilatoria al momento de la respiración espontánea, la contracción activa de los músculos respiratorios logra que el compartimento torácico se expanda, lo cual induce una disminución de la Ppl con respecto a la presión atmosférica, esta Ppl subatmosférica tiene fuerza negativa, lo que ocasiona que se reduzca la Palv, logrando que el aire ingrese por gradiente de presión hacia los pulmones.³ Sin embargo, en condiciones de soporte ventilatorio, la ganancia de volumen pulmonar durante la inspiración puede generarse por medio de tres mecanismos: por fuerza aislada del ventilador, lo que sucede como presión positiva en la vía aérea durante la insuflación pasiva en la ventilación mecánica en modo controlado; el segundo mecanismo surge de acción exclusiva de los músculos respiratorios del paciente durante la respiración espontánea no asistida y el tercer mecanismo es una combinación de las anteriores que sucede durante la ventilación mecánica asistida.⁴

ASPECTOS IMPORTANTES DEL BALÓN ESOFÁGICO EN PACIENTES OBESOS

Presión esofágica como sustituto de la presión pleural: la medición del TR es útil para calcular el gasto total de energía efectuado por los músculos respiratorios y en general la Pes, que se mide sin grandes dificultades, suele tomarse como un sustituto de la Ppl. La relación dinámica entre la Ppl y el volumen pulmonar durante la

respiración permite que las oscilaciones de la Pes durante la inspiración generen una fuerza suficientemente grande que sea capaz de vencer dos fuerzas en sentido contrario que son: las fuerzas elásticas del parénquima pulmonar y de la pared torácica; y las fuerzas de resistencia generadas por el movimiento del gas en las vías aéreas.⁵ Relaciones que se pueden explicar por medio de la relación dinámica entre la Ppl y el volumen pulmonar durante la respiración que se grafica en el diagrama de Campbell (Figura 2).

TÓPICOS IMPORTANTES EN LA UTILIZACIÓN DEL BALÓN ESOFÁGICO EN EL PACIENTE OBESO

Técnica de colocación: no hay diferencias en la colocación del balón esofágico entre el paciente obeso y el paciente no obeso, debido a que las longitudes del esófago no se ven alteradas con la obesidad, el balón esofágico se implanta vía transnasal (55 cm aproximadamente) o vía oral (± 40 cm) hasta la cavidad gástrica, posterior a lo cual se insufla con un volumen adecuado. Se retira el balón hasta la aparición de oscilaciones cardíacas en el trazado de presión, lo que indica que la medición de la presión se encuentra en el tercio inferior del esófago.⁶

Una vez realizada la colocación del balón esofágico, la posición se valida utilizando una compresión de tórax (maniobra pasiva) o una maniobra de esfuerzo inspiratorio (paciente con respiración espontánea) pidiendo al paciente que inhale mientras se realiza una oclusión al

final de la espiración. Esta maniobra consiste en que sin un cambio neto en la PTP (condiciones de flujo cero) dado por la oclusión, los cambios en la presión de la vía aérea (Pva) deben reflejar los cambios en la Ppl medida por el balón esofágico localmente, lo cual se expresa en la siguiente ecuación, ($\Delta P_{es}/\Delta P_{va} = 1.0 \pm 0.2$).⁷

Correlación de la presión esofágica local con la presión pleural: la pregunta que se ha planteado en la medición de la Pes es si la medición local refleja realmente el comportamiento dinámico y heterogéneo de la Ppl, este paradigma existe debido a que la Ppl estática aumenta de regiones no dependientes a regiones dependientes a lo largo de un gradiente de presión y no es homogéneo como lo representa la colocación de balón esofágico. Por lo tanto, es incierto en qué regiones la medición de la Pes refleja realmente la Ppl. Yoshida y colaboradores⁸ realizaron un estudio que validó el uso de la medición de la Ppl. En este trabajo la PTP calculada de manera directa con el balón esofágico como reflejo de la Ppl mostró con precisión que en las regiones pulmonares adyacentes al balón del catéter esofágico durante las fases de inspiración y espiración eran similares.

Xia Y, Victor M⁹ en un estudio de validación de 2021 sobre la Pes, utilizando un sensor directo de Ppl, reveló que si se calibra de forma adecuada (volumen mínimo no estresado), la Pes refleja con precisión la Ppl en las regiones pulmonares medianas, lógicamente sólo aplicado al área donde se localiza el esófago, independientemente de las estructuras mediastínicas.

Forma de evaluar la sobredistensión con balón esofágico: la sobredistensión en el paciente obeso es un tema cotidiano debido al uso excesivo de PEEP ante la creencia de la pérdida de la tracción radial de los alveolos secundario al peso de la pared torácica. La manometría esofágica permite calcular la presión de disten-

sión o estrés pulmonar, es decir, la PTP = Pao (presión de apertura de la vía aérea) – Ppl al final de la inspiración. La medición de la Ppl mediante la cuantificación de la Pes sugiere que la Pes refleja con precisión la Ppl en las regiones pulmonares dependientes que se encuentran adyacentes al balón del catéter esofágico; por lo tanto, establecer la PEEP suficiente para mantener la PTP mayor que cero basando esa decisión en el valor de Pes tiene sentido si ésta es la región donde el pulmón requiere apertura alveolar.¹⁰

La irrelevancia de la presión de la conducción en el paciente obeso: algunas publicaciones han planteado la utilidad de la presión de conducción (*Driving pressure*) que se representa por la siguiente ecuación ($\Delta P = P_{meseta} - PEEP$) como variable sustituta de la PTP en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), siempre y cuando no haya hipertensión abdominal.¹¹ Esta premisa se basa en un estudio con 362 pacientes de los cuales 100 de ellos eran obesos, demostró que la presión de conducción no se asociaba con mortalidad en los obesos con SDRA. En pacientes obesos o con hipertensión abdominal la presión de conducción no tendría la utilidad pronóstica o guía de monitorización y, por tanto, habría que considerar la PTP para estos fines.¹² En un estudio retrospectivo en 150 pacientes con SDRA, demostraron que la presión de conducción transpulmonar permitía establecer más fácilmente el estrés pulmonar en especial en los pacientes obesos, por lo cual la presión de conducción transpulmonar refleja mejor el estrés pulmonar y puede ser una forma más segura de monitorizar la ventilación mecánica, especialmente en pacientes obesos o en hipertensión abdominal.¹³ A la hora de definir el mejor método de titulación de PEEP, recientes publicaciones han planteado que incrementos de PEEP, relativamente pequeños, titulados mediante la presión esofágica para

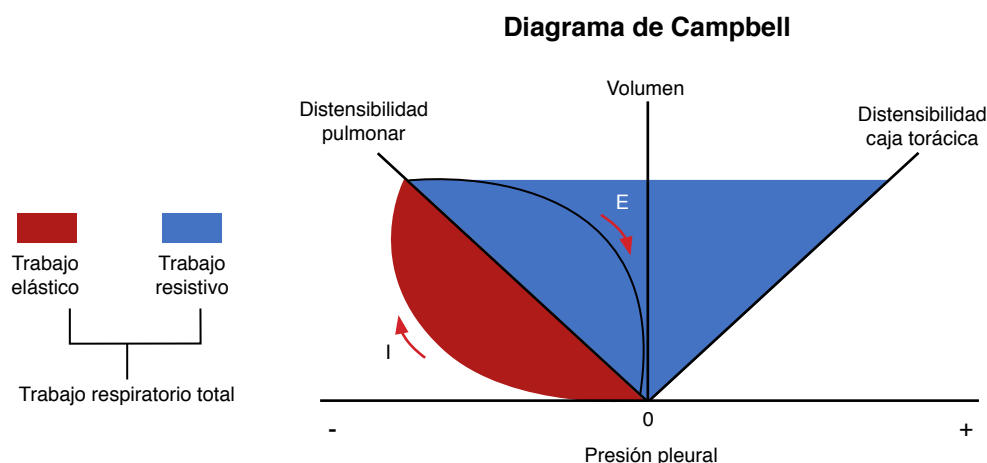


Figura 2: Diagrama de Campbell que muestra el trabajo respiratorio medido por la presión esofágica: trabajo resistivo y trabajo elástico, trabajo relacionado con la actividad muscular y la elasticidad de la pared torácica. Imagen tomada y modificada de: Ortiz-Ruiz G, et al.²¹

Tabla 1: Principales artículos de uso de la presión esofágica en pacientes obesos.

Autor	Año	Diseño	Pacientes	Intervención	Conclusiones
Pirrone, et al.	2016	De intervención, prospectivo, no aleatorizado	14 pacientes críticos, en ventilación mecánica, índice de masa corporal > 35 kg/m ²	Grupo con titulación convencional de PEEP vs titulación con balón esofágico	La titulación de PEEP comúnmente utilizada por los médicos es inadecuada para la ventilación mecánica óptima de los pacientes con obesidad mórbida. El uso de una maniobra de reclutamiento guiada por balón esofágico mejora significativamente los volúmenes pulmonares, la elastancia del sistema respiratorio y la oxigenación
Jong, et al.	2018	Estudio observacional prospectivo	Se incluyeron 362 pacientes con SDRA, 262 (72%) no obesos y 100 (28%) obesos	Se midió la presión de conducción al día número 1 en ambos grupos y se comparó con la mortalidad al día 90	A diferencia de los pacientes no obesos con SIRA, la presión de conducción no se asoció con la mortalidad en los pacientes obesos con SIRA
Mezidi, et al.	2020	Estudio observacional prospectivo	15 pacientes incluyendo ocho pacientes obesos, IMC de 34 en promedio y siete en el grupo de no obesos	Se midieron las presiones de conducción y la PTP durante un ensayo de reclutamiento de PEEP decreciente de 20 a 6 cm H ₂ O en una cohorte de pacientes con SDRA con COVID-19	La presión de conducción en pacientes obesos durante las maniobras de reclutamiento pulmonar no puede discriminar la sobredistensión pulmonar
Liou, et al.	2022	Cohorte, retrospectivo	29 pacientes críticos, en ventilación mecánica, índice de masa corporal de 45.8 kg/m ² en promedio	Titulación individual de PEEP por balón esofágico para obtener la PTP	La titulación de PEEP guiada por PTP en los pacientes obesos puede ser usada de forma segura para disminuir la presión transpleural, lo que resulta en una mejor oxigenación.

COVID-19 = Coronavirus Disease 2019. IMC = índice de masa corporal. PEEP = Positive End-Expiratory Pressure. PTP = presión transpulmonar. SDRA = síndrome de distrés respiratorio agudo. SIRA = síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

calcular la presión de conducción transpulmonar pueden ser la opción más lógica y menos dañina en los pacientes con obesidad.^{14,15}

Titulación de PEEP: en el paciente la titulación de PEEP tiene como objetivo evitar una presión de conducción excesiva, sin embargo, el cumplimiento óptimo de esta premisa no se ha demostrado adecuadamente en el paciente obeso. Por tanto, si se requiere titulación de PEEP es factible que sea guiada por balón esofágico cumpliendo un patrón respiratorio óptimo y con la PTP más baja que permita un volumen tidal de protección constante. Es en estas situaciones que la presión esofágica guiada es una alternativa razonable.¹⁶

En la [Tabla 1](#) resumimos algunos estudios actualizados sobre el uso del balón esofágico en pacientes obesos.¹⁷⁻¹⁹

CONCLUSIONES

El uso de la presión esofágica es un método de monitorización actualmente validado en el paciente obeso, a pesar de esto, se usa en menos de 1% de los pacientes en ventilación mecánica a nivel mundial.²⁰ Durante el desarrollo del presente texto hacemos énfasis en que se trata de una tecnología mínimamente invasiva, se han planteado varias razones fundamentales que pueden explicar su poco uso en el paciente obeso, por ejemplo: se puede sobreestimar o subestimar los valores de presión esofágica por los volúmenes con los cuales se

infla el balón; su uso en posición supina (presión más baja a nivel ventral), lo cual puede dificultar saber qué región pulmonar representa mejor la presión esofágica o la Ppl y la posibilidad de que el peso del mediastino en el paciente obeso pueda elevar falsamente la presión esofágica.^{4,5,12}

Pese a estos inconvenientes, ha sido validada con el suficiente rigor científico para poder ser utilizada como un apoyo médico adecuado y actualizado; su bajo costo, fácil instalación, amplia disponibilidad, mínima invasión y el no tener efectos deletéreos sobre el paciente convierte a la Pes en una adecuada herramienta emuladora directa de la Ppl.⁹ Por lo cual su uso puede evitar el daño pulmonar causado por la sobredistensión y establecer la PEEP adecuada para mantener la PTP más aproximada a la ideal.¹⁰

Sin duda alguna, el valor más importante del uso de balón esofágico en el paciente obeso radica en contradecir el dogma de la utilidad de la presión de conducción (*Driving pressure*) que se presentaba como variable sustituta de la PTP, sin embargo, la evidencia actual postula que en pacientes obesos la presión de conducción no tendría la utilidad pronóstica ni de guía de monitorización y, por tanto, debemos postular la medición de la PTP por balón esofágico como referencia para este fin.^{12,17,18}

Por última conclusión, pero no menos importante, es la titulación segura de PEEP en el paciente obeso, la cual debe ser guiada por balón esofágico con el objetivo

de obtener un patrón respiratorio óptimo, y con la PTP más baja que permita un volumen tidal de protección constante y una mejor oxigenación.¹⁹

REFERENCIAS

1. 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.
2. Bigatello L, Pesenti A. Respiratory physiology for the anesthesiologist. *Anesthesiology*. 2019;130(6):1064-1077. Available in: http://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/130/6/1064/455191/20190600_0-00035.pdf
3. Jubran A, Tobin MJ. Pathophysiologic basis of acute respiratory distress in patients who fail a trial of weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155(3):906-915.
4. Cavalcanti AB, Suzumura ÉA, Laranjeira LN, Paisani DM, Damiani LP, Guimaraes HP, et al. Effect of lung recruitment and titrated positive end-expiratory pressure (PEEP) vs low PEEP on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2017;318(14):1335-1345.
5. Baedorf Kassis E, Loring SH, Talmor D. Osophagusdruck: Forschungswerkzeug oder klinisches Instrument? Vol. 113, Medizinische Klinik-Intensivmedizin und Notfallmedizin. Springer-Verlag; 2018,p. 13-20.
6. Baedorf Kassis E, Loring SH, Talmor D. Recruitment maneuvers: using transpulmonary pressure to help Goldilocks. *Intensive Care Med*. 2017;43(8):1162-1163.
7. Duque DJ, Jimenez LD, Correa LS, Rivera A. False positives in determining the proper location of the esophageal pressure catheter during occlusion test. *Rev Colomb Anesthesiol*. 2010;38(1):125-131.
8. 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.
9. Xia YHW, Victor MH. Correcting esophageal pressure measurements for patients undergoing mechanical ventilation. In: IFAC-PapersOnLine. Elsevier B.V.; 2021. p. 156-161.
10. Mauri T, Yoshida T, Bellani G, Goligher EC, Carteaux G, Rittayamai N, et al. Esophageal and transpulmonary pressure in the clinical setting: meaning, usefulness and perspectives. *Intensive Care Med*. 2016;42(9):1360-1373.
11. Regli A, Pelosi P, Malbrain MLNG. Ventilation in patients with intra-abdominal hypertension: what every critical care physician needs to know. *Ann Intensive Care*. 2019;9(1):52.
12. De Jong A, Cossic J, Verzilli D, Monet C, Carr J, Conseil M, et al. Impact of the driving pressure on mortality in obese and non-obese ARDS patients: a retrospective study of 362 cases. *Intensive Care Med*. 2018;44(7):1106-1114.
13. Behazin N, Jones SB, Cohen RI, Loring SH. Respiratory restriction and elevated pleural and esophageal pressures in morbid obesity. *J Appl Physiol (1985)*. 2010;108(1):212-218. doi: 10.1152/japplphysiol.91356.2008.
14. Williams EC, Motta-Ribeiro GC, Vidal Melo MF. Driving pressure and transpulmonary pressure: how do we guide safe mechanical ventilation? *Anesthesiology*. 2019;131(1):155-163.
15. Bugedo G, Retamal J, Bruhn A. Driving pressure: a marker of severity, a safety limit, or a goal for mechanical ventilation? *Crit Care*. 2017;21(1):199.
16. Bime C, Fiero M, Lu Z, Oren E, Berry CE, Parthasarathy S, et al. High Positive End-Expiratory Pressure Is Associated with Improved Survival in Obese Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Med*. 2017;130(2):207-213. doi: 10.1016/j.amjmed.2016.09.029.
17. Pirrone M, Fisher D, Chipman D, Imber DA, Corona J, Mietto C, Kacmarek RM, Berra L. Recruitment maneuvers and positive end-expiratory pressure titration in morbidly obese ICU patients. *Crit Care Med*. 2016;44(2):300-307.
18. Mezidi M, Daviet F, Chabert P, Hraiech S, Bitker L, Forel JM, et al. Transpulmonary pressures in obese and non-obese COVID-19 ARDS. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):129.
19. Liou J, Doherty D, Gillin T, Emberger J, Yi Y, Cardenas L, et al. Retrospective review of transpulmonary pressure guided positive end-expiratory pressure titration for mechanical ventilation in class II and III obesity. *Crit Care Explor*. 2022;4(5):e0690.
20. Fumagalli J, Santiago RRS, Teggia Droghi M, Zhang C, Fintelmann FJ, Troschel FM, et al. Lung recruitment in obese patients with acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*. 2019;130(5):791-803.
21. Ortiz-Ruiz G, Dueñas-Castel C, Garay-Fernández M. Utilidad de la medición de presión esofágica en la ventilación mecánica: individualizando las variables fisiológicas. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. 2022;22(3):200-208.

Correspondencia:

Viridiana Segura Llamas

E-mail: v.ir.is@hotmail.com