

RECIBIDO:  
5 julio 2023  
ACEPTADO:  
18 agosto 2023

# Cambios en el índice de stress y presión inspiratoria pico posterior a neumoperitoneo en colecistectomía laparoscópica

*Changes in Stress Index and Peak Inspiratory Pressure after Pneumoperitoneum in Laparoscopic Cholecystectomy*

José Manuel Araiza Sánchez<sup>1</sup>, Juan José Espinoza Espinosa<sup>1</sup>,  
Héctor Nova Félix<sup>1</sup>, Eulalia Fernández Vallín<sup>2</sup>

José Manuel Araiza Sánchez  
<https://orcid.org/0009-0003-9574-7667>  
Juan José Espinoza Espinosa  
<https://orcid.org/0009-0004-4144-8407>  
Héctor Nova Félix  
<https://orcid.org/0009-0005-5290-1382>  
Eulalia Fernández Vallín  
<https://orcid.org/0009-0004-5902-5314>

1. Hospital General "Dr. Darío Fernández Fierro", ISSSTE, Anestesiología, Ciudad de México, México
2. Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Farmacología, Ciudad de México, México

AUTOR CORRESPONSAL:

José Manuel Araiza Sánchez, [manuelmangore@gmail.com](mailto:manuelmangore@gmail.com)

## Resumen

**Introducción:** es bien sabido que el neumoperitoneo en cirugía laparoscópica afecta tanto al sistema cardiovascular como al sistema respiratorio, pero no se entiende por completo el grado en el que debemos modificar los parámetros ventilatorios para minimizar las complicaciones debido a la insuflación del neumoperitoneo. Estos cambios incluyen disminución de la distensibilidad y mayores presiones inspiratorias pico.

**Metodología:** tomamos los datos de 18 pacientes que fueron sometidos a colecistectomía laparoscópica y documentamos los cambios en las presiones de la vía aérea e índice de stress (IS) antes y después del inicio del neumoperitoneo; iniciando con un IS = 1, posteriormente usando Prism y SPSS, procesamos los datos a través de una Prueba T para un intervalo de confianza (IC) del 95%.

**Resultados:** los 18 pacientes reportaron un cambio significativo en la presión de la vía aérea ( $p < 0.005$ ) cuando se compararon antes y después del neumoperitoneo con los mismos parámetros ventilatorios al inicio de la anestesia.

**Palabras clave:** stress index, presión inspiratoria pico, neumoperitoneo, laparoscópica, ventilación protectora.

## Abstract

**Background:** it is well known that pneumoperitoneum in laparoscopic surgery affects both cardiovascular and respiratory system, but it is not fully understood yet the degree in which we have to make changes in the ventilatory settings to minimize the complications due to insufflation of peritoneum, changes including impaired compliance and higher peak inspiratory pressures.

**Methods:** we collected data from 18 patients who underwent laparoscopic cholecystectomy and recorded changes in the airway peak inspiratory pressure and stress index before and after the beginning of pneumoperitoneum, starting at a Stress Index =1, then using Prism and SPSS, we ran the data through a T. Test for confidence intervals (CI) 95%.

**Results:** all 18 patients reported a significant shift in the airway pressures ( $p < 0.005$ ) and stress index when comparing them before and after pneumoperitoneum, with the same ventilatory settings.

**Key words:** stress index, peak inspiratory pressure, pneumoperitoneum, laparoscopic, protective ventilation.

## Introducción

Cuando nos referimos a ventilación protectora, inicialmente pensamos en los parámetros tradicionales de  $P_{plat} < 25$  mmHg y un  $V_t$  6 ml/kg por peso predicho (PBW).<sup>1</sup> Sin embargo, a través de los años, ha surgido nueva evidencia que apunta a que estos factores no son lo suficientemente precisos para acertadamente mejorar la mortalidad en el paciente que es sometido a ventilación por presión positiva (VPP). Por lo tanto, se han desarrollado nuevos indicadores, incluyendo la driving pressure (DP), poder mecánico (MP) y el índice de stress (IS).

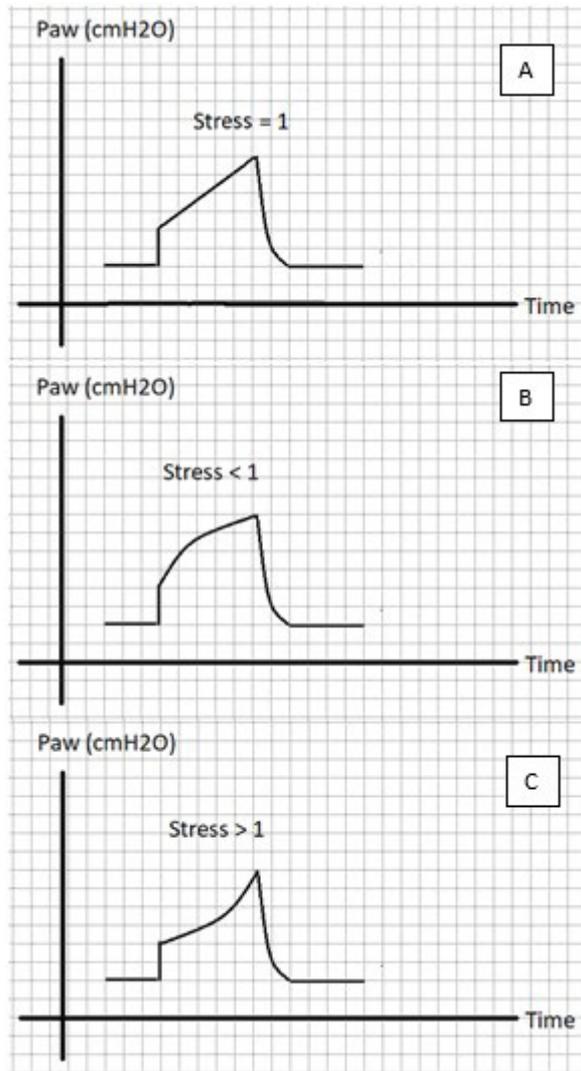
El índice de stress puede ser valorado de forma confiable analizando visualmente la curva de presión-tiempo en el ventilador, traduciendo la morfología de la curva a un número, ya sea  $< 1$ ,  $1$  o  $> 1$ , indicando colapso alveolar, reclutamiento alveolar adecuado o sobredistensión, respectivamente (Figura 1). Un IS adecuado puede mostrar mejoría en la dinámica ventilatoria y reducir el daño pulmonar asociado al ventilador (VILI por sus siglas en inglés) en pacientes con síndrome de distress respiratorio agudo (ARDS por sus siglas en inglés).<sup>1</sup> Por lo tanto, podemos tratar de alcanzar un PEEP y  $V_t$  para conseguir una ventilación no deletérea para un valor de  $IS = 1$ .<sup>2</sup>

En el caso de los pacientes que son sometidos a neumoperitoneo, las presiones pulmonares se afectan de manera que se disminuye la distensibilidad, lo que aumenta la resistencia de la caja torácica y promueve el colapso alveolar.<sup>3</sup> Por lo tanto, los cambios en la  $P_{peak}$  e IS pueden verse después del neumoperitoneo, lo que hace necesario el ajustar de los parámetros ventilatorios para recobrar la ventilación protectora.

Escogimos como procedimiento la colecistectomía laparoscópica debido a que la posición durante el procedimiento suele ser menos deletérea hacia la función pulmonar comparado con la cirugía laparoscópica pélvica, aunque se ha reportado que la posición de Trendelenburg no afecta significativamente la dinámica ventilatoria durante cirugía laparoscópica.<sup>4</sup>

**Figura 1.**

Representación de las diferentes morfologías de la curva de Paw según su Stress Index, donde: A muestra un SI = 1 como una curva rectificadora ascendente; B muestra un SI < 1 como una curva cóncava ascendente; y C representa un SI > 1 como una curva convexa descendente.



## Material y métodos

Este estudio observacional se presentó y aprobó por el Comité de Enseñanza e Investigación del Hospital General “Dr. Darío Fernández Fierro” en octubre de 2022, los datos fueron recolectados desde noviembre de 2022 a febrero de 2023.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes bajo anestesia general e intubados, pacientes de 18 a 60 años de edad, pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica, previo consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron: pacientes pediátricos, pacientes con enfermedad pulmonar preexistente (p.ej. EPOC, asma, fibrosis pulmonar).

La mayoría de los pacientes estudiados fueron de sexo femenino (17, 94,44% femenino; 1, 5,55% masculino). Un paciente (5,55%) contaba con antecedente de tabaquismo intenso, sin diagnóstico de enfermedad pulmonar y con una espirometría en rangos normales, por lo tanto, fue incluido en el estudio. La edad promedio fue de 55 años (25 – 85 años).

## Anestesia y manejo del ventilador

Se realizó inducción anestésica con fentanil a una dosis de 4 mcg/kg, lidocaína intravenosa a dosis de 1 mg/kg, propofol a dosis 2 mg/kg y como bloqueador neuromuscular se usaron besilato de cisatracurio a dosis 0,1 mg/kg o bromuro de rocuronio a dosis 0,8 mg/kg dependiendo de las características y antecedentes de los pacientes o del criterio del adscrito en anestesiología; no se reportaron complicaciones o incidentes durante el procedimiento de intubación en ninguno de los pacientes incluidos en el estudio.

Posteriormente, se conectó al paciente a la máquina de anestesia (Dräger Fabius® Plus e Infinity® Empowered; Dräger Medical, Lübeck, Germany) y se programaron parámetros ventilatorios de protección a Vt 6 ml/kg PBW, frecuencia respiratoria de 16 a 18 rpm dependiendo de los niveles de EtCO<sub>2</sub>, I:E 1:2 – 1:2.5, tiempo inspiratorio >1 s, PEEP para mantener un IS = 1 en la curva presión-tiempo antes del inicio del neumoperitoneo.<sup>4-7</sup>

Se usó sevoflurano para el mantenimiento de la anestesia con un CAM 0,9 a 1,1. En todos los casos, sin complicaciones reportadas en el transanestésico, sin uso de maniobras de reclutamiento reportadas ni uso de aminas para mantener presión perfusoria en ninguno de los casos; todos los pacientes fueron extubados posterior a la cirugía sin complicaciones reportadas en el área de recuperación.

## Análisis estadístico

Los valores usados en el estudio fueron índice de stress antes y después del neumoperitoneo, y Ppeak antes y después del neumoperitoneo. La información fue recopilada en Excel (Microsoft Office® 2016), para posteriormente ser analizada en Prisma y SPSS, para luego ser analizada por una Prueba T para un IC 95%.

## Resultados

Al final de la recolección, fueron seleccionados 18 pacientes (n = 18).

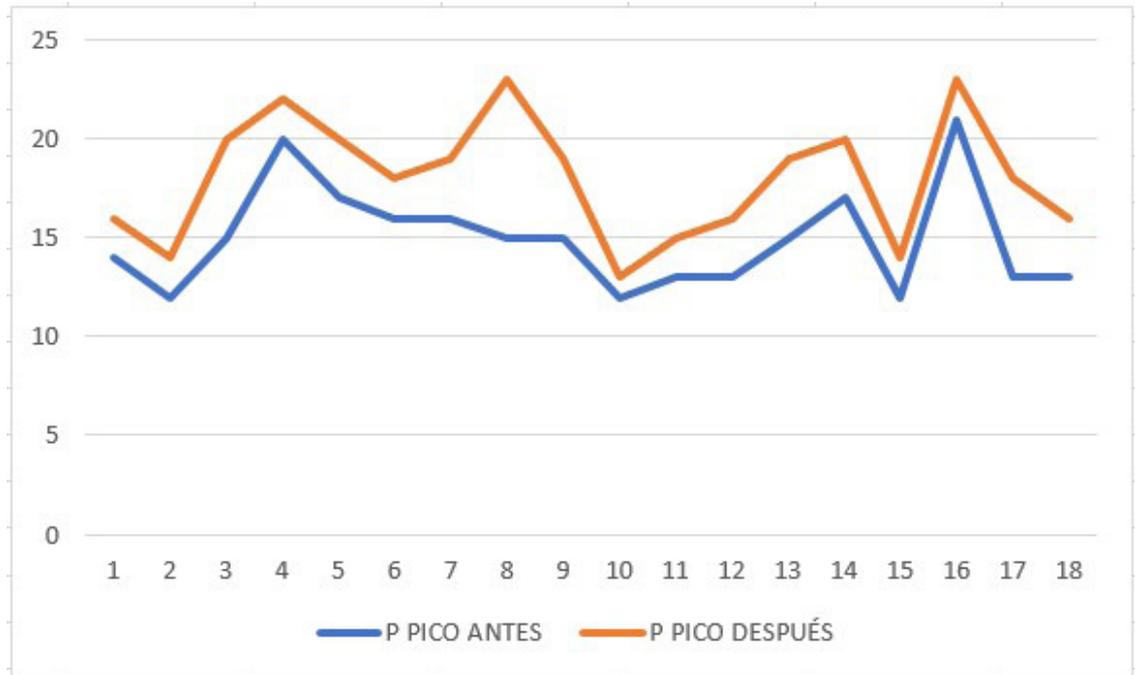
Para determinar la población de estudio necesaria para un IC 95%, se usó la fórmula de muestreo aleatorizado simple, con un mínimo de n = 12 requerido.

Comparando el índice de stress antes y después del neumoperitoneo, encontramos diferencias significativas entre los dos valores ( $p < 0.005$ ), en los cuales los 18 participantes tuvieron un cambio del índice de stress de =1 a < 1 posterior al inicio del neumoperitoneo. De igual forma, encontramos que la Ppeak antes del neumoperitoneo fue de  $14,9444 \pm 0,7$  y después del neumoperitoneo fue  $18,055 \pm 1,41$  con diferencias significativas entre las dos mediciones ( $p < 0.005$ ) (Figura 2).

Estos resultados son consistentes con estudios previos reportados, por ejemplo, Seoung et al. reportaron un cambio significativo en la distensibilidad dinámica y presión inspiratoria pico después del neumoperitoneo, la cual no fue afectada por la posición en Trendelenburg.<sup>4</sup> Resultados similares fueron reportados por Hemmerling et al. referentes al cambio en la presión inspiratoria pico posterior al neumoperitoneo.<sup>13</sup>

Las limitaciones de este estudio incluyen el escoger el momento adecuado para registrar el valor de IS y Ppico debido a la manipulación del cirujano en el campo quirúrgico, por lo tanto, en algunos momentos tuvimos que pedir al cirujano pausar el procedimiento para tomar nuestros datos y posteriormente continuar con la cirugía.

**Figura 2.**  
Distribución de la Ppico (en mmHg) antes (azul) y después (anaranjado) en todos los participantes.



## Discusión

Cuando hablamos de metas terapéuticas para reducir el daño pulmonar a través de los años, muy pocas han demostrado causar un impacto real en el daño pulmonar asociado al ventilador (VILI); el índice de stress es un ejemplo de esto.<sup>1,8</sup>

De manera que individualizar la mecánica ventilatoria es esencial al analizar las curvas de presión-tiempo porque al modificar efectivamente nuestros parámetros podemos alcanzar un IS = 1 y condicionar una ventilación protectora.<sup>9</sup>

El neumoperitoneo ha demostrado que causa colapso pulmonar, lo que da lugar a atelectasias, des-reclutamiento y una disminución en la compliance pulmonar; por lo tanto, crea la necesidad de una aplicación mayor de PEEP para disminuir los efectos deletéreos en la dinámica ventilatoria.<sup>3</sup> Así, es lógico pensar que un parámetro dinámico como el IS, que representa el reclutamiento/colapso en el alvéolo, debe ser afectado por el aumento en la presión intraabdominal causada por el neumoperitoneo.

En este estudio observacional, los cambios en el índice de stress mostraron una tendencia al colapso alveolar posterior al inicio del neumoperitoneo en toda la población estudiada. Los parámetros ventilatorios fueron ajustados en todos los pacientes para lograr un IS = 1 antes del inicio del neumoperitoneo, lo que mostró un cambio a < 1 en todos los casos, incluso con un valor de presión intraabdominal de 12 cmH<sub>2</sub>O.

Con respecto a la Ppeak, esta mostró cambios significativos antes y después del neumoperitoneo con el mismo valor de Vt, probablemente por el aumento de la resistencia de la caja torácica.

## Conclusión

Después de evaluar los cambios en las presiones pulmonares y el índice de stress, podemos decir que hay una tendencia al colapso alveolar y una presión pico aumentada posterior al neumoperitoneo.

En direcciones futuras sería prudente modificar los parámetros ventilatorios cuando manejamos una cirugía laparoscópica con el propósito de mejorar la dinámica ventilatoria, apuntar hacia un índice de stress = 1, y usar múltiples parámetros de valoración con el fin de disminuir las complicaciones pulmonares asociadas al ventilador.

**Financiamiento:** los autores declaran que el trabajo no tuvo financiamiento.

**Conflictos de interés:** los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con el tema de esta publicación.

**Contribuciones de los autores:** JMAZ: administración de proyecto, análisis formal, conceptualización, escritura, revisión y edición, investigación, metodología, redacción, borrador original. HNF: conceptualización, revisión, supervisión, validación. JJEE: curaduría de datos, análisis formal, redacción, supervisión, validación. EFV: curaduría de datos, análisis formal, redacción, supervisión, validación.

El Editor en Jefe, Dr. Carlos Luna, realizó el seguimiento del proceso de revisión y aprobó este artículo.

## Referencias

1. Terragni PP, Filippini C, Slutsky AS 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
2. Ferrando C, Suárez-Sipmann F, Gutiérrez A et al. Adjusting tidal volume to stress index in an open lung condition optimizes ventilation and prevents overdistension in an experimental model of lung injury and reduced chest wall compliance. *Critical care* 2015; 19(1): 9. Doi: 10.1186/s13054-014-0726-3
3. Wirth S, Biesemann A, Spaeth J, Schumann S. Pneumoperitoneum deteriorates intratidal respiratory system mechanics: an observational study in lung-healthy patients. *Surgical endoscopy* 2017; 31(2): 753–760. Doi: 10.1007/s00464-016-5029-0
4. Suh MK, Seong KW, Jung SH, Kim SS. The effect of pneumoperitoneum and Trendelenburg position on respiratory mechanics during laparoscopic surgery. *Korean journal of anesthesiology* 2010; 59(5): 329–334. Doi: 10.4097/kjae.2010.59.5.329
5. Acute Respiratory Distress Syndrome Network, 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): 1301–1308. Doi: 10.1056/NEJM200005043421801
6. Brower RG, Lanken PN, MacIntyre N et al & National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network. Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2004; 351(4): 327–336. Doi: 10.1056/NEJMoa032193
7. Liu J, Huang X, Hu S, Meng Z, He H. Individualized lung protective ventilation vs. conventional ventilation during general anesthesia in laparoscopic total hysterectomy. *Exp Ther Med* 2020; 19(4): 3051–3059. Doi: 10.3892/etm.2020.8549
8. Pereira SM, Tucci MR, Morais CC et al. Individual Positive End-expiratory Pressure Settings Optimize Intraoperative Mechanical Ventilation and Reduce Postoperative Atelectasis. *Anesthesiology* 2018; 129(6): 1070–1081. Doi: 10.1097/ALN.0000000000002435
9. Tonetti T, Vasques F, Rapetti F et al. Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention. *Ann Transl Med* 2017; 5(14): 286. Doi: 10.21037/atm.2017.07.08
10. Sun XM, Chen GQ, Chen K et al. Stress Index Can Be Accurately and Reliably Assessed by Visually Inspecting Ventilator Waveforms. *Respir Care* 2018; 63(9): 1094–1101. Doi: 10.4187/respcare.06151
11. Kim K, Jang D-M, Park J-Y, Yoo H, Kim HS, Choi W-J. Changes of diaphragmatic excursion and lung compliance during major laparoscopic pelvic surgery: A prospective observational study. *PLoS ONE* 2018; 13(11): e0207841. Doi: 10.1371/journal.pone.0207841
12. Juffermans NP, Rocco PRM, Laffey JG. Protective ventilation. *Intensive Care Med* 2022; 48(11): 1629–1631. Doi: 10.1007/s00134-022-06820-z
13. Rauh R, Hemmerling TM, Rist M, Jacobi KE. Influence of pneumoperitoneum and patient positioning on respiratory system compliance. *J Clin Anesth* 2001; 13(5): 361–365. Doi: 10.1016/s0952-8180(01)00286-0