



Uso de medidas de protección pulmonar y del poder mecánico en adultos sometidos a ventilación mecánica bajo anestesia general en un hospital de tercer nivel

Use of lung protective measures and mechanical power in adults undergoing mechanical ventilation under general anesthesia in a tertiary hospital

Andrea Nava Acosta,* Nancy Verónica Alva Arroyo,† Luis Antonio López Gómez,§ José Manuel Athié García,¶ Paolo Alberti Minutti||

Citar como: Nava AA, Alva ANV, López GLA, Athié GJM, Alberti MP. Uso de medidas de protección pulmonar y del poder mecánico en adultos sometidos a ventilación mecánica bajo anestesia general en un hospital de tercer nivel. Acta Med GA. 2022; 20 (3): 245-249. <https://dx.doi.org/10.35366/105727>

Resumen

La ventilación mecánica es una pieza fundamental durante el manejo intraoperatorio. Ésta puede ser dañina, incluso en pulmones sanos, por este motivo se han propuesto estrategias de ventilación protectora. En el presente estudio se buscó identificar la frecuencia con la que se emplearon las medidas de protección pulmonar y el poder mecánico durante el periodo transanestésico. **Material y métodos:** Se realizó un estudio transversal con todos los pacientes sometidos a anestesia general y ventilación mecánica entre septiembre 2020 y enero 2021, se dividió a los sujetos en dos grupos (cumplimiento total o parcial de los parámetros de protección pulmonar) y se analizaron las variables demográficas y ventilatorias. **Resultados:** Se analizaron 66 sujetos, se observó el uso completo de parámetros de protección pulmonar en 59% (n = 39). Las cirugías abdominales abiertas (37.5%) y de urgencia (41.6%) fueron las más difíciles para conseguir una completa protección pulmonar. **Conclusiones:** La mayoría de los médicos anesthesiólogos emplearon los parámetros de protección pulmonar y el poder mecánico correcto, aún falta permear estos conceptos para llegar a la totalidad.

Palabras clave: Anesthesiólogos, protección pulmonar, poder mecánico.

Abstract

Mechanical ventilation is a fundamental part of intraoperative management. This can be harmful even in healthy lungs, for this reason, protective ventilation strategies have been proposed. The present study wants to identify the frequency with which all lung protection measures and mechanical power are used during the transanesthetic period. **Material and methods:** A cross-sectional study was carried out with all patients undergoing general anesthesia and mechanical ventilation between September-2020 and January-2021, we divided the subjects into two groups (total or partial parameters of lung protection) and demographic and ventilatory variables were analyzed. **Results:** 66 subjects were analyzed, the full use of lung protection parameters in 59%(n = 39). Open abdominal surgeries (37.5%) and emergency surgeries (41.6%) were the most difficult to achieve complete lung protection. **Conclusions:** The majority of anesthesiologists used the lung protection parameters and the correct mechanical power; these concepts have yet to be permeated to reach the totality.

Keywords: Anesthesiologists, lung protection, mechanical power.

* Médico Residente de 3º año de Anestesiología, Alumna de la Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle. Ciudad de México.

† Médico Adscrito del Servicio de Terapia Intensiva del Hospital Angeles Mocel. Ciudad de México.

§ Médico Adscrito del Servicio de Anestesiología del Hospital Angeles Mocel. Ciudad de México.

¶ Director Médico del Hospital Angeles Mocel. Ciudad de México.

|| Médico Adscrito del Servicio de Medicina Interna, Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS. Ciudad de México.

Correspondencia:

Andrea Nava Acosta

Correo electrónico: andnavaa92@gmail.com

Aceptado: 09-11-2021.

www.medigraphic.com/actamedica



INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica es una pieza fundamental en el paciente crítico y durante el manejo intraoperatorio. Existen diversos obstáculos para lograr gestionar adecuadamente el entorno ventilatorio, relacionados con el tipo de procedimiento, las características del paciente y los parámetros de la ventilación mecánica.¹

Un 4% de las cirugías tienen alguna complicación pulmonar postoperatoria, desde la desaturación hasta el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), reportado en 0.4-3% de los pacientes quirúrgicos de alto riesgo.^{2,3}

La ventilación mecánica puede ser dañina, incluso en pulmones sanos, desencadenando la lesión pulmonar inducida por ventilador (VILI), por este motivo, se han propuesto estrategias de ventilación protectora (*Tabla 1*). Los principales mecanismos descritos para el desarrollo de VILI son el barotrauma, volutrauma y atelectrauma, éstos afectan a nivel alveolar y promueven la fragmentación de la matriz extracelular con la generación de inflamación secundaria.^{4,5} Está descrito por el doctor Pérez y colaboradores^{6,7} que a mayor *driving pressure* (DP) existe mayor distensibilidad dinámica, incremento en la respuesta inflamatoria y una mayor frecuencia de complicaciones pulmonares postoperatorias.^{6,7} Por contraparte, como ha descrito Montoya y colegas,⁶ la inflamación y alteración del intercambio gaseoso disminuye con la aplicación de presión positiva al final de la espiración (PEEP), ambos ejemplos demuestran la utilidad de seguir los parámetros de protección pulmonar.^{5,6}

El poder mecánico, descrito por el doctor Gómez y su equipo,^{8,9} habla sobre la energía entregada por el ventilador por unidad de tiempo al tejido pulmonar, se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Poder mecánico (PM)} = 0.098 \times V_t \times Fr \times P \text{ pico} - (P_{\text{plat}} - \text{PEEP}/2)^9$$

Se ha determinado que un valor > 12 J/min conduce a desenlaces poco favorables en pacientes con ventilación mecánica y síndrome de distrés respiratorio agudo.^{9,10}

Tabla 1: Parámetros de protección pulmonar.

- 1) Volumen tidal (VT): 4-8 mL/kg de peso predicho
- 2) PEEP ≥ 5 cmH₂O
- 3) Presión meseta (PM): ≤ 28 cmH₂O
- 4) *Driving pressure* (DP): ≤ 13 cmH₂O
- 5) Poder mecánico: ≤ 12 joules/minutos

PEEP = presión positiva al final de la espiración.
Modificado de: Ball L et al.²

Tabla 2: Características demográficas de pacientes.

	n (%)
Sexo	
Masculino	29 (43.9)
Femenino	37 (56.0)
Edad* (años)	48.19 ± 19.10
Peso* (kg)	68.4 ± 14.17
Talla* (m)	1.64 ± 0.10
Peso predicho*	59.8 ± 8.6
ASA	
I	20 (30.3)
II	36 (54.54)
III	9 (13.63)
IV	1 (1.5)
Tipo de cirugías	
Urgentes	12 (18.18)
Programadas	54 (81.81)
Abdominal (laparoscópica)	16 (24.24)
Abdominal (abierta)	8 (12.12)

* Valores expresados en media ± desviación estándar.
ASA = American Society of Anesthesiologists.

Se ha demostrado que implementar las medidas de protección pulmonar se asocia con una menor frecuencia de desaturación de oxígeno intraoperatoria y atelectasia posoperatoria, resultando en 17.8%, contra los que no emplean estas medidas, resultando en 43.3%.^{6,9,11} Sin embargo, en la práctica cotidiana, no se ha identificado la frecuencia con la que se emplean todas las medidas de protección pulmonar durante el periodo transanestésico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal con todos los pacientes sometidos a anestesia general y ventilación mecánica entre septiembre 2020 y enero 2021, se registraron los parámetros de ventilación a los 30 minutos de haber iniciado el periodo transanestésico, determinándose el cumplimiento de los parámetros de protección pulmonar. Se incluyeron sujetos entre 18 y 85 años de edad, de procedimientos tanto electivos como de urgencia, ASA I a IV, con modos ventilatorios controlados. El análisis de los datos consistió en la estadística descriptiva del grupo en su totalidad para posteriormente realizar un análisis bivariado, dividiendo a

los sujetos en dos grupos (cumplimiento total o parcial de los parámetros de protección pulmonar).

RESULTADOS

Se captaron 81 sujetos, de los cuales fueron excluidos 15 debido a que los anesthesiólogos no programaron la pausa inspiratoria, quedando así 66 sujetos analizados. Las características demográficas generales fueron: 29 hombres (44%), 37 mujeres (56%). El peso medio fue de 68.4 kg, peso predicho medio de 59.8 kg, talla media de 1.64 metros, edad media de 48 años. También se encontró que la cirugía abdominal laparoscópica se practica más frente a la cirugía abdominal abierta, resultando la primera en $n = 16$, 24.24% y la segunda en $n = 8$, 12.12% (Tabla 2).

En una segunda fase de análisis se dividió a los sujetos en dos grupos de estudio, aquellos con utilización completa de parámetros de protección pulmonar ($n = 39$, 59%) o en la que se utilizó sólo de forma parcial ($n = 27$, 41%). Las características demográficas en el grupo de pacientes de protección pulmonar fueron: 25 mujeres (64.1%), 14 hombres (35.9%), edad media de 46.9 años, peso medio de 67 kg, talla media 1.63 m, peso predicho con media de 58.8 kg. Las características demográficas en el grupo de pacientes con protección pulmonar parcial fueron 12 mujeres (44.4%), 15 hombres (55.6%), edad media de 50 años, peso medio de 70.4 kg, talla media 1.65 m, peso predicho con media de 61.3 kg (Tabla 3).

En cuanto al tipo de cirugías, se observó que la mayoría fueron de carácter programado, siendo un 87.2% en el grupo de protección pulmonar y 74.1% en el grupo de protección pulmonar parcial.

Se encontró que fue más difícil cumplir con los parámetros de protección pulmonar en las cirugías abdominales abiertas, ya que sólo 37.5% logró cumplir con ellos, y en las cirugías de urgencias con 41.6%.

La ventilación mecánica fue controlada en 100% de los pacientes estudiados, se registraron los siguientes parámetros: VT, PM, y PEEP, basados en estos parámetros, y en la frecuencia respiratoria y presión pico, se pudo calcular su respectiva DP y poder mecánico de cada paciente. En cuanto a los parámetros ventilatorios, se encontró que la media fue de: volumen tidal 413 mL, presión meseta 16 cmH₂O, PEEP 5 cmH₂O, DP 12 cmH₂O, poder mecánico de 9 joules/min.

En cuanto a los parámetros ventilatorios de protección pulmonar que se utilizaron correctamente fueron: el volumen tidal por peso predicho en 61 pacientes (92.4%), presión meseta < 28 cmH₂O en 64 pacientes (96.9%), PEEP > 5 cmH₂O en 56 pacientes (84.8%), DP < 13 cmH₂O en 51 pacientes (77.2%), poder mecánico < 12 joules/min en 56 pacientes (84.8%).

El volumen tidal fue mayor y el PEEP fue menor en el grupo de pacientes que pertenecían a los parámetros de protección pulmonar parcial.

Los parámetros que mayormente se utilizaron correctamente fueron la presión meseta con 96.9% y el volumen tidal con 92.4%.

Finalmente, se encontró que en el grupo de pacientes en el que se utilizaron completamente los parámetros de protección pulmonar, la DP media es de 9.7 cmH₂O ($p < 0.001$), y un poder mecánico con media de 7.4 joules ($p < 0.001$) (Tabla 4).

Tabla 3: Características demográficas de pacientes divididos en dos grupos comparativos.

	Protección pulmonar (N = 39) n (%)	Protección pulmonar parcial (N = 27) n (%)	p
Sexo			
Femenino	25 (64.1)	12 (44.4)	0.114*
Masculino	14 (35.9)	15 (55.6)	
Tipo de cirugía			
Abdominal abierta	3 (23.0)	5 (45.4)	0.166*
Abdominal laparoscópica	10 (76.9)	6 (54.5)	
Qx urgencia	5 (12.8)	7 (25.9)	0.175*
Qx programada	34 (87.2)	20 (74.1)	
Modalidad ventilatoria			
VCV	34 (87.2)	24 (88.9)	0.702*
SIMV	4 (10.3)	3 (11.1)	
PCV	1 (2.6)	0 (0)	
ASA			
I	13 (33.3)	7 (25.9)	0.459*
II	22 (56.4)	14 (51.9)	
III	4 (10.3)	5 (18.5)	
IV	0 (0)	1 (3.7)	
Edad (años)‡	46.9 ± 19.4	50 ± 18.7	0.519§
Peso (kg)‡	67 ± 14.4	70.4 ± 13.7	0.331§
Talla (m)‡	1.63 ± 0.09	1.65 ± 0.1	0.422§
Peso predicho (kg)‡	58.8 ± 8.4	61.3 ± 8.8	0.252§

* χ^2 . ‡ Valores expresados en media ± desviación estándar. § t de Student.

VCV = ventilación controlada por volumen; SIMV = ventilación mandatoria intermitente; PCV = ventilación con control de presión (por sus siglas en inglés); ASA = American Society of Anesthesiologists.

DISCUSIÓN

La mayoría de los anesthesiólogos en el estudio emplearon completa y correctamente los parámetros de protección

pulmonar, empleándose el volumen tidal de 4-8 mL/kg, en 92.4% de los pacientes, a pesar de que hace algunos años se empleaba con cálculo de 10 mL/kg, por lo que podemos sugerir que se ha disminuido esta tendencia.

En nuestros datos observamos que el grupo de pacientes con protección pulmonar parcial eran principalmente hombres (55.6%), de edad ≥ 50 años con peso y talla mayores comparados con el otro grupo, esto nos hace inferir que a mayor edad y peso corporal, tendremos más dificultad para lograr cumplir con los parámetros de protección.

Mantener la DP menor o igual a 13 cmH₂O es de las metas de protección pulmonar con mayor evidencia, sin embargo, en nuestro estudio fue la más difícil de conseguir. O’Gara y colaboradores describieron que las maniobras de protección pulmonar intraoperatorias pueden disminuir la DP en pacientes sometidos a cirugía abdominal, en nuestro estudio observamos que en 77.2% de los sujetos se empleó correctamente la DP, aunque fue más difícil lograr este parámetro en aquéllos sometidos a cirugía abdominal abierta, donde sólo 37.5% logró la meta.⁴ Nuestro estudio también mostro similitud con el análisis de O’Gara y colegas, respecto a que los parámetros de protección pulmonar mejoraron la distensibilidad del sistema respiratorio, de igual manera, se ha notado que la cirugía abdominal laparoscópica y abierta, así como las cirugías de mayor duración, representan factores de riesgo para una mayor incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias.⁴

De igual manera, Pearse y su equipo describen que los pacientes ≥ 50 años sometidos a una cirugía abdominal abierta mayor desarrollaban un mayor número de complicaciones pulmonares postoperatorias, de la misma manera, en nuestro estudio, estas características coinciden para no lograr completar los parámetros de protección pulmonar.¹²

Observamos también que los procedimientos quirúrgicos de urgencia tienden a no cumplir con todos los parámetros de protección pulmonar, ya que sólo en 41.6% se lograron, esto coincide con los hallazgos de Santamaría, donde la gestión del entorno ventilatorio depende del tipo de procedimiento y de las características del paciente.¹

También logramos observar que emplear un PEEP > 5 cmH₂O logra una reducción en la DP, por lo que el primero representa una herramienta complementaria para evitar la sobredistensión alveolar y su repercusión en la hemodinámica. En el análisis de Santamaría y colegas, se menciona que el reclutamiento de tejido pulmonar mediante el uso de niveles más altos de PEEP puede conducir a una disminución de la DP, ya que un aumento en el tejido pulmonar aireado, resulta en una DP más baja cuando no se cambian los volúmenes de cierre, disminuyendo de esta forma las complicaciones pulmonares postoperatorias.¹

Finalmente, encontramos que un PEEP ≥ 5 cmH₂O logra un valor de poder mecánico < 12 joules, independien-

Tabla 4: Monitoreo intraoperatorio de pacientes con protección pulmonar completa y protección pulmonar parcial.

Variables de ventilación	Protección pulmonar Media \pm DE	Protección pulmonar parcial Media \pm DE	p
Vol tidal	392.6 \pm 70.7	442.9 \pm 92.5	0.015 [‡]
P meseta	14.9 \pm 2.4	19.2 \pm 5	< 0.001 [‡]
PEEP	5.2 \pm 0.7	4.5 \pm 1	0.004 [‡]
Driving pressure	9.7 \pm 2.4	14.6 \pm 4.7	< 0.001 [‡]
Poder Mecánico	7.4 \pm 2	11.4 \pm 3.7	< 0.001 [‡]
Frecuencia respiratoria	12.3 \pm 2.3	13.2 \pm 2	0.012 [‡]
Volumen minuto	5 \pm 1.2	5.4 \pm 1.3	0.004 [‡]

* χ^2 , [‡] t de Student. DE = desviación estándar. PEEP = presión positiva al final de la espiración.

temente del resto de variables utilizadas para el cálculo del mismo. Actualmente no existen estudios en algún centro hospitalario que evalúen la frecuencia con la que se emplean las medidas de protección pulmonar y poder mecánico en el periodo transanestésico.

CONCLUSIONES

La mayoría de los médicos anestesiólogos emplearon los parámetros de protección pulmonar y el poder mecánico correcto; sin embargo, aún falta permear estos conceptos para llegar a la totalidad, ya que se ha demostrado que si son empleados adecuadamente, se podrá conseguir un menor número de complicaciones pulmonares postoperatorias. La meta de DP fue el parámetro menos frecuente en conseguir, pero es el mejor evaluado por la literatura respecto a su capacidad de protección. Con base en nuestros datos, se sugiere que mientras el PEEP se encuentre ≥ 5 cmH₂O, se logrará un valor de poder mecánico de < 12 joules.

Las variables que más impactaron en contra de una adecuada gestión del entorno ventilatorio fueron la edad, el peso y las cirugías abdominales abiertas.

Se sugieren estudios con mayor población, y evaluaciones de mayor duración.

REFERENCIAS

1. Santamaría SE. Parámetros de protección pulmonar durante la ventilación mecánica intraoperatoria en una Unidad Médica de Alta Especialidad [Médico Especialista en Anestesiología]. Universidad Nacional Autónoma de México; 2020.

2. Ball L, Costantino F, Orefice G, Chandrapatham K, Pelosi P. Intraoperative mechanical ventilation: state of the art. *Minerva Anesthesiol.* 2017; 83 (10): 1075-1088.
3. Liu J, Meng Z, Lv R, Zhang Y, Wang G, Xie J. Effect of intraoperative lung-protective mechanical ventilation on pulmonary oxygenation function and postoperative pulmonary complications after laparoscopic radical gastrectomy. *Braz J Med Biol Res.* 2019; 52 (6): e8523.
4. O'Gara B, Talmor D. Perioperative lung protective ventilation. *BMJ.* 2018; 362: k3030.
5. Guay J, Ochroch EA, Kopp S. Intraoperative use of low volume ventilation to decrease postoperative mortality, mechanical ventilation, lengths of stay and lung injury in adults without acute lung injury. *Cochrane Libr.* 2018; (7). Available in: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD011151.pub3/full>
6. Montoya J, Cornejo R. Driving Pressure, bases fisiológicas y aplicaciones clínicas. *Rev Chil Med Intensiv.* 2019; 34(3): 1-5.
7. Pérez-Nieto OR, Deloya-Tomás E, Lomelí-Terán JM, Pozos-Cortés KP, Monares-Zepeda E, Poblano-Morales MN. Presión de distensión (driving pressure): principal objetivo para la protección alveolar. *Neumol Cir Torax.* 2018; 77 (3): 222-227.
8. Kacmarek RM, Villar J. Lung-protective ventilation in the operating room: individualized positive end-expiratory pressure is needed! *Anesthesiology.* 2018; 129 (6): 1057-1059.
9. Gómez Ramírez JI, Monares Zepeda E, González Carmona BC, Camarena Alejo G, Aguirre Sánchez JS, Franco Granillo J. Determinación del poder mecánico en pacientes en ventilación mecánica invasiva en modalidad espontánea. *Med Crit.* 2018; 32 (1): 20-26.
10. 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.
11. Gama de Abreu M, Schultz MJ, Serpa Neto A, Pelosi P. Open-lung ventilation strategy during general anesthesia. *Anesthesiology.* 2020; 133 (5): 982-984.
12. Pearse RM, Abbott TE, Haslop R, Ahmad T, Kahan BC, Filipini C et al. The prevention of respiratory insufficiency after surgical management (prism) trial. report of the protocol for a pragmatic randomized controlled trial of CPAP to prevent respiratory complications and improve survival following major abdominal surgery. *Minerva Anesthesiol.* 2017; 83 (2): 175-182.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.