

Poder Mecánico en Ventilación Mecánica y su Relación con Cirugía Abdominal Laparoscópica: Revisión de Tema

Dra. María Cristina Solana Lavalle*, Dra. Sharon Polett Gómez Luna **, Dra Ziania Habivi González Ignacio***

*Médico general, Especialidad en Anestesiología, Residente de Algología y Cuidados Paliativos, INCMNSZ

**Médico general, Especialidad en Anestesiología, Centro Médico ABC

***Médico general, Residente de tercer año de Anestesiología, Centro Médico ABC

Resumen

Palabras clave.

El poder mecánico,
volumen corriente,
driving pressure,
LPIV,
cirugía
laparoscópica.

El poder mecánico (PM) es el cálculo de las energías positivas administradas al parénquima pulmonar. Los parámetros que componen el poder mecánico son: volumen corriente (Vt), presión de conducción o driving pressure (DP), frecuencia respiratoria (FR), la presión meseta (Pm) y presión positiva al final de la espiración (PEEP). El PM se mide en Joules por minuto, ya que se habla de presiones positivas por unidad de tiempo.

Se ha demostrado que el poder mecánico tiene una relación directa con la seguridad y eficacia de una adecuada ventilación mecánica. Un valor elevado puede favorecer al desarrollo de una lesión pulmonar inducida por el ventilador (LPIV).

Por esta razón es fundamental que los profesionales de la salud que tienen contacto estrecho con el uso de ventilación mecánica (médicos anestesiólogos, médicos intensivistas, terapeutas respiratorios) conozcan las implicaciones del poder mecánico, para poder realizar modificaciones en los parámetros que confieran una mayor protección pulmonar y se reduzca la LPIV.

Con el avance de la tecnología, la cirugía ha buscado utilizar técnicas que ofrezcan ventajas para los pacientes, como la cirugía laparoscópica; sin embargo, en la cirugía laparoscópica es necesario el neumoperitoneo y una diferentes posición quirúrgica, esto tiene implicaciones considerables para la ventilación mecánica del paciente. Por este motivo se han realizado estudios para poder optimizar la anestesia general a la par con los avances quirúrgicos.

Introducción

En los procedimientos quirúrgicos realizados bajo anestesia general, es necesario mantener al paciente bajo ventilación mecánica. El concepto de poder mecánico durante la ventilación mecánica integra las presiones inspiratorias y positivas al final de la espiración, el volumen corriente y la frecuencia respiratoria en un único parámetro calculado por medio de una fórmula.

La importancia de su medición radica en que un mayor poder mecánico durante la ventilación se asocia con un aumento de mortalidad y lesiones pulmonares en el ámbito de cuidados críticos, al igual que en el periodo transquirúrgico si sus niveles sobrepasan 13 Joules (J). Se ha vinculado con la lesión pulmonar y la mortalidad en el síndrome de dificultad respiratoria aguda, pero existe poca evidencia sobre si se relaciona con lesión pulmonar en pacientes con pulmones sanos, y sin antecedentes de patología pulmonar, sometidos a ventilación mecánica en la anestesia general (1).

Se desarrolló una fórmula que logra integrar todas las variables involucradas en la ventilación mecánica, dando como resultado el poder mecánico. El poder mecánico resulta en una forma de poder llevar a cabo la ventilación sin que ésta lastime el pulmón en su totalidad, manteniendo el poder medido en un rango numérico. Todo esto, basado en el concepto, de que el daño pulmonar es causado por el aumento de presiones positivas inducidas por el ventilador, cuando estas aumentan la presión transpulmonar superando el límite de seguridad de las fibras inextensibles de colágeno (2).

Actualmente el poder mecánico se ha utilizado como estrategia de protección pulmonar por parte del anestesiólogo al momento de una intervención quirúrgica. Si bien, ya sabemos que es una variable de importancia para brindar mayor protección pulmonar, puesto que al momento de una intervención quirúrgica y la aplicación de ventilación mecánica implicaría un aumento de presiones positivas en el pulmón, esto no significa que el poder mecánico no está dispuesto a

cambios durante la intervención, es decir, es una variable dinámica.

Para poder proveer una protección pulmonar adecuada a los pacientes que sean intervenidos quirúrgicamente, tanto por un procedimiento laparoscópico o abierto, se debe evitar el exceso de distensibilidad de los pulmones por la presión del ventilador (2).

La gran mayoría de las cirugías abdominales se realizan bajo anestesia general, que requieren de ventilación mecánica. Es importante conocer las bases físicas, mecánicas y fisiológicas de la ventilación artificial, para brindar mayor seguridad al paciente durante el procedimiento quirúrgico.

Definición de conceptos:

En física, algunos conceptos básicos de energía y potencia se relacionan con el trabajo mecánico realizado sobre un objeto. Este trabajo y la energía asociada se definen como el producto de la fuerza desequilibrada aplicada y la distancia que recorre esa fuerza. Un principio fundamental en este ámbito es que la energía no se crea ni se destruye, sino que simplemente se transforma. Existen diferentes tipos de energía, como la radiante, térmica o nuclear, pero en el contexto de la ventilación, el trabajo y la energía mecánicos son los aspectos más relevantes (3).

Durante la respiración, la energía se almacena en los tejidos elásticos del pulmón y de la pared torácica. Para mover los pulmones desde su estado de reposo, conocido como capacidad residual funcional, hacia un punto específico en la curva de presión/volumen, se requiere energía. Esta energía puede ser generada por contracciones musculares que ejercen presión, como ocurre en la respiración espontánea, o de manera artificial por un ventilador mecánico, el cual genera presión en las vías respiratorias (presión de la vía aérea) (4).

El concepto de energía mecánica en la ventilación mecánica se refiere a los efectos no deseados que resultan de la interacción de varias fuerzas mecánicas sobre las estructuras pulmonares. La

cantidad de daño directo depende de la cantidad de energía transferida desde el ventilador hacia los pulmones del paciente. Además, la eficiencia de esta transferencia de energía depende de los parámetros ventilatorios que el anestesiólogo ajuste durante el procedimiento quirúrgico o en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

Un ventilador mecánico puede reemplazar parcial o completamente el esfuerzo de los músculos respiratorios. Sin embargo, esto viene acompañado de un aumento de las presiones en el sistema respiratorio. Para generar movimiento en los pulmones, es necesario superar las fuerzas elásticas y resistivas del sistema respiratorio, lo que representa una fracción de la energía cinética. Por otro lado, el componente estático, conocido como energía potencial, se refleja en el nivel de la PEEP, que en realidad representa la tensión base en las vías respiratorias (2).

Poder mecánico

Para comprender el concepto de poder mecánico en la ventilación mecánica, es necesario recurrir a la ecuación clásica del movimiento del sistema respiratorio. Esta ecuación combina las presiones resistivas del flujo y las presiones elásticas, multiplicadas por el volumen corriente y la frecuencia respiratoria, lo que da como resultado la expresión que representa la energía total entregada al sistema respiratorio por minuto (4).

El poder mecánico (PM) es una variable integral que engloba todas las posibles causas de lesión pulmonar inducida por el ventilador. Estas incluyen factores como el volumen corriente, la presión de conducción o *driving pressure* (DP), la frecuencia respiratoria y la presión positiva al final de la espiración (PEEP). La energía transferida desde el ventilador al paciente se mide en Joules (J), mientras que el PM se define como la cantidad de energía entregada por unidad de tiempo (J/min).

En 2016, Gattinoni et al. (5) propusieron un enfoque unificado sobre las causas de la lesión pulmonar, resumidas en una única variable: el PM. Este concepto se ha vuelto fundamental para

la configuración de los ventiladores, ya que modificar solo un parámetro no siempre garantiza una adecuada protección pulmonar. Es necesario que dicho cambio resulte en una alteración significativa de la cantidad de energía realmente entregada al tejido pulmonar (2).

Relevancia del Poder Mecánico en la Protección Pulmonar:

El poder mecánico es una variable crucial para evaluar la protección pulmonar en pacientes sometidos a anestesia general. Medir el PM permite identificar el riesgo de daño pulmonar inducido por el ventilador, así como detectar posibles complicaciones pulmonares. Además, se puede utilizar de manera confiable como un marcador para medir la mejoría en los objetivos y metas establecidos en la ventilación mecánica.

Aunque aún no se ha determinado un umbral de PM seguro para pacientes con enfermedades críticas, tanto con como sin síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), la evidencia existente sugiere que un punto de corte superior a 13 J/min podría ser un excelente indicador para predecir la aparición de lesión pulmonar o incluso de mortalidad (2).

¿Cómo se calcula el PM?

En el caso de la ventilación controlada por volumen (VCV), la ecuación estándar para calcular el poder mecánico fue propuesta por Gattinoni et al. (5). Sin embargo, algunas de sus variables, como la resistencia de la vía aérea y la elastancia del sistema respiratorio, son difíciles de medir en la práctica clínica. Por esta razón, la ecuación fue simplificada de la siguiente manera:

$$PM = (0,098 \times V_t \times FR \times P_{pico}) - P_{plat} - (PEEP/2)$$

Donde 0.098 es un factor de conversión de L/cmH₂O a J/min.

Más tarde, Marinni JJ (6) sugirió una versión simplificada de esta fórmula, omitiendo los componentes dependientes del flujo y la resistencia. Este enfoque, conocido como "poder de distensión alveolar" (PDA), se expresa como:

$$PDA = 0,098 \times (P. \text{ plat} - PEEP) \times V_t \times FR$$

En este caso, también se utiliza la constante 0,098.

Aunque ambas fórmulas no son exactamente equivalentes, la diferencia radica en que la ecuación del poder mecánico original incluye factores como la resistencia de las vías aéreas (Rva), mientras que la fórmula simplificada elimina este componente. Sin embargo, al suprimir la resistencia, las fórmulas resultantes no presentan diferencias significativas (2).

De igual forma, diferentes versiones de ecuaciones han sido propuestas para calcular el PM en ventilación controlada por presión (VCP).

Lesión Pulmonar Inducida por Ventilador (LPIV)

Desde su introducción, la ventilación mecánica ha sido identificada como una posible causa de daño pulmonar. El término "Lesión Pulmonar Inducida por Ventilador" (LPIV) fue acuñado en 1993 (7) y se ha asociado con insuficiencia multiorgánica, presentando una alta tasa de mortalidad.

La LPIV resulta de la alteración en la mecánica de la barrera hemato-gaseosa, donde la presión transpulmonar (Ptp) provoca un aumento en el volumen alveolar que excede el límite seguro proporcionado por las fibras de colágeno inextensibles (2). En términos sencillos, la LPIV surge debido a la interacción entre la potencia mecánica transferida al parénquima pulmonar ventilable y las características anatómicas y patológicas del pulmón (5).

Cuando el poder mecánico (PM) supera los 13 J y se administra durante periodos prolongados, ya sea en pacientes de terapia intensiva o en cirugías extensas, se corre el riesgo de desarrollar un estado de LPIV. Este estado comienza con el barotrauma, una lesión provocada por un aumento en la presión, que daña las membranas basales de los alvéolos. Si el barotrauma no se detecta o trata a tiempo, puede evolucionar hacia un volutrauma, una lesión alveolar causada por un exceso de

volumen administrado a los pulmones. Si estos problemas no se identifican o si no se ajusta adecuadamente el PM, pueden desarrollarse atelectrauma y, finalmente, biotrauma (2).

Mecanismos de lesión pulmonar inducida por ventilador

El barotrauma, definido como la lesión pulmonar causada por presiones transpulmonares elevadas, fue el primer tipo de lesión ampliamente reconocido dentro de la LPIV. Este daño puede ser consecuencia de una ventilación que implique volúmenes pulmonares altos y las altas presiones resultantes, lo que puede llevar a la ruptura de los alvéolos, fugas de aire y manifestaciones macroscópicas características (4). Lo importante no es tanto la presión de la vía aérea, sino el estiramiento pulmonar, o lo que se denomina presión transpulmonar, que mide la presión a través del pulmón, es decir, la diferencia entre la presión de la vía aérea y la presión pleural.

En cuanto al volutrauma, varios estudios han demostrado que un volumen pulmonar excesivo provoca una sobredistensión de los pulmones, lo que da lugar a una mayor permeabilidad de la barrera alveolocapilar. El efecto directo de este volumen excesivo de aire genera un estiramiento cíclico continuo durante la ventilación mecánica, lo que estimula a las células endoteliales vasculares y epiteliales alveolares mediante proteínas mecanosensibles asociadas a las membranas y canales iónicos, lo que a su vez conduce a edema pulmonar (4).

El atelectrauma, por otro lado, se refiere a la lesión pulmonar originada por el ciclo de apertura y cierre de las unidades alveolares (2). En los alvéolos atelectásicos, se genera un estrés local que afecta las células epiteliales durante el reclutamiento, especialmente en la interfaz entre el aire y las vías respiratorias colapsadas, lo que causa lesiones mecánicas (4).

El biotrauma, finalmente, describe el daño pulmonar provocado por mediadores inflamatorios, que además de causar lesión local, pueden generar inflamación sistémica y falla orgánica múltiple (4).

Estrategias para la Protección Pulmonar:

La ventilación mecánica presenta múltiples factores que pueden contribuir al daño pulmonar, por lo que es crucial establecer metas claras durante el soporte respiratorio. Se recomienda monitorizar variables como la presión meseta (Pm), el nivel de PEEP, la presión de conducción (DP) y el poder mecánico (PM), debido a su relevancia actual (3).

El objetivo de estas estrategias es reducir las complicaciones ventilatorias y mantener una distensibilidad pulmonar baja, basándose en los siguientes parámetros: presión plateau (Pplt) < 30 cmH₂O, presión de conducción (DP) < 15 cmH₂O y volumen tidal (Vt) < 6 ml/kg (7). El ensayo IMPROVE mostró que cumplir con estos parámetros disminuye el riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias (8) (9).

Además de las características anatómicas y fisiopatológicas del paciente, otros factores que pueden influir en la protección pulmonar incluyen la frecuencia respiratoria, la magnitud del flujo suministrado, el grado de deformación de las fibras pulmonares (strain), el alargamiento excesivo del tejido funcional (estrés) y la tensión a la que se somete el pulmón (2).

Evolucionando el concepto de ventilación protectora, Gattinoni y su equipo argumentan que la LPIV es simplemente el exceso de poder mecánico (PM) aplicado sobre una superficie pulmonar heterogénea, lo que denominaron *ergotrauma* (5).

Complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP)

Las complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP) son aquellas que se manifiestan entre los 5 y 7 días después de una intervención quirúrgica (10). Estas complicaciones se definen de manera amplia como afecciones que afectan el tracto respiratorio y que pueden impactar negativamente el curso clínico de los pacientes tras la cirugía (11). Es fundamental destacar tanto la carga

clínica como económica que representan para los pacientes, los hospitales y la sociedad en general.

Las CPP son un factor crucial en el riesgo global asociado con cirugías no cardiorácicas. En Estados Unidos, la capacidad para anticipar y prevenir eventos adversos clínicos modificables, como las complicaciones pulmonares en el periodo postoperatorio, se ha convertido en un indicador clave de la calidad y seguridad de la atención hospitalaria (11). No obstante, la conciencia sobre las consecuencias y la prevención de estas complicaciones sigue siendo limitada.

Aunque no existe un consenso claro sobre qué condiciones deben incluirse dentro de este grupo, generalmente se consideran dentro de las CPP: insuficiencia respiratoria, daño pulmonar, neumonía, ventilación mecánica prolongada o no planificada, reintubación, hipoxemia, atelectasias, broncoespasmo, derrame pleural, neumotórax y neumonitis por aspiración (12).

Evidencia actual

Serpa-Neto et al. (13) analizaron datos de 8,207 pacientes en estado crítico para investigar la relación entre el poder mecánico (PM) y la lesión pulmonar inducida por ventilador (LPIV) durante las primeras 48 horas de ventilación mecánica. Los resultados revelaron que un PM superior a 17 J/min en las primeras 24 horas se asoció con una estancia más prolongada en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y un aumento en la mortalidad hospitalaria.

En un estudio observacional realizado por Parhar KKS et al. (14) en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica y síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), se establecieron parámetros de ventilación protectora pulmonar con 8 ml/kg de volumen tidal (Vt) y una presión plateau (Pplat) inferior a 30 cmH₂O. Los resultados indicaron que un PM de 22 J/min se asoció con una menor supervivencia hospitalaria a los 28 días y con una menor supervivencia a los 3 años.

El-Khatib M (15) llevó a cabo una cohorte en la que participaron 218 pacientes de bajo riesgo anestésico, con el objetivo de identificar factores de riesgo para complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP). El 35% de los pacientes presentaron alguna CPP, y este resultado se asoció con un mayor PM (12.9 ± 4.5 J/min frente a 11.1 ± 3.7 J/min, $p=0.002$), un índice de masa corporal (IMC) más alto (30.3 ± 8.1 kg/m² frente a 26.8 ± 4.9 kg/m², $p=0.001$), y un mayor volumen corriente en relación con el peso ideal (9.1 ± 1.9 ml/kg frente a 8.6 ± 1.4 ml/kg, $p=0.02$). En un ensayo clínico aleatorizado realizado por Karalapillai D. et al. (16) con 1,156 pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos (excluyendo cirugías cardioráxicas e intracraneales), un mayor poder mecánico se asoció independientemente con un mayor riesgo de CPP (OR 1.34, IC 95%, 1.17-1.52; $p<0.001$) y con un mayor riesgo de insuficiencia respiratoria aguda (OR 1.40, IC 95%, 1.21-1.61; $p<0.001$).

Elefterion B. et al. (17) realizaron un estudio retrospectivo de 10 años en el que evaluaron la relación entre el poder mecánico y las complicaciones pulmonares postoperatorias en cirugía electiva no cardiorálica. Encontraron que un mayor PM se asoció con un mayor número de CPP (9.2 en aquellos con CPP frente a 8.9 en los que no presentaron CPP), con un intervalo de confianza del 95% de 1.26 a 1.49 y un valor de $p < 0.001$.

Zhang et al. (18) llevaron a cabo un estudio sobre la ventilación unipulmonar durante la lobectomía, observando que un mayor PM también se asoció con un aumento en las CPP. Este hallazgo es consistente con otros estudios que sugieren que la reducción del poder mecánico podría mejorar los resultados respiratorios postoperatorios.

Cirugía abdominal abierta

En el ámbito de las cirugías abdominales electivas, la colecistectomía es uno de los procedimientos más comunes a nivel mundial. En América, su prevalencia varía entre un 11% y un 35%; en Estados Unidos, la prevalencia se

encuentra entre el 10% y el 15%, con alrededor de 750,000 colecistectomías realizadas cada año. En México, este procedimiento tiene una prevalencia de 14.3%. La colecistectomía es una de las principales razones de consulta en cirugía general y se considera la intervención quirúrgica más frecuente en el país, con aproximadamente 69,000 procedimientos anuales (19).

La técnica laparoscópica se ha consolidado como el estándar de oro para la resolución de patologías de la vesícula biliar secundarias a litiasis. Los estudios que apoyan los beneficios de este enfoque son numerosos y destacan ventajas como una estancia hospitalaria más corta, menor dolor postquirúrgico, rápida reintegración a las actividades diarias, una recuperación más temprana y complicaciones similares a las del procedimiento abierto. Además, proporciona una mejor visibilidad quirúrgica y un resultado estético superior (19).

A pesar de la aceptación generalizada de la técnica laparoscópica, desde que L. Gutiérrez y colaboradores realizaron la primera intervención de este tipo en México, solo el 26% de las colecistectomías en el país se llevan a cabo mediante esta técnica. En 2004, se realizaron aproximadamente 100,000 colecistectomías en México, de las cuales el 30% se efectuaron por vía laparoscópica en el Instituto Mexicano del Seguro Social, mientras que solo el 16% se realizaron en hospitales de la Secretaría de Salud (20).

La hernioplastia de pared abdominal es el segundo procedimiento quirúrgico más frecuente en el campo de la cirugía general, con tasas que oscilan entre 10 por cada 100,000 habitantes en el Reino Unido y 28 por cada 100,000 en Estados Unidos. En México, su incidencia es aproximadamente del 10%, lo que la convierte en uno de los padecimientos más comunes en consultas y procedimientos quirúrgicos (21). La probabilidad de desarrollar una hernia inguinal a lo largo de la vida se estima en 27% para los hombres y 3% para las mujeres (22), lo que convierte esta condición en una prioridad de salud

pública debido a la carga que representa para los sistemas sanitarios.

La introducción de la hernioplastia laparoscópica ha traído consigo diversas ventajas, tales como una reducción del dolor postoperatorio, una reincorporación laboral más temprana y mejores resultados estéticos (23). Sin embargo, este enfoque presenta un costo más elevado en comparación con la cirugía abierta. Por lo tanto, es fundamental realizar una evaluación cuidadosa del costo-beneficio, considerando también la disponibilidad del instrumental necesario y la capacitación del personal médico en algunos centros hospitalarios del país.

Cirugía laparoscópica

La laparoscopia es una técnica quirúrgica moderna y mínimamente invasiva, que ha transformado significativamente el campo de la cirugía abdominal. Esta modalidad ofrece varias ventajas sobre la cirugía abierta, como menor invasividad, menor dolor postquirúrgico y una recuperación más rápida. Sin embargo, plantea un desafío para los anestesiólogos, ya que requiere de anestesia general, intubación orotraqueal y ventilación mecánica, lo que conlleva ciertos riesgos asociados.

Durante las intervenciones laparoscópicas, la cavidad abdominal se insufla con dióxido de carbono (CO₂), lo que provoca cambios fisiológicos tanto en la función pulmonar como en la hemodinámica, efectos que no se presentan en la cirugía abierta. El neumoperitoneo, que es el aumento de la presión intraabdominal, afecta de manera significativa la función pulmonar.

Estudios fisiopatológicos recientes han mostrado que, cuando la presión intraabdominal (PIA) supera los 15 mmHg, se produce un aumento rápido de la resistencia vascular periférica y una disminución del índice cardiaco. Por esta razón, los cirujanos generalmente establecen un límite máximo para la PIA de 15 mmHg (24).

Se ha demostrado que el neumoperitoneo también causa una disminución de la distensibilidad pulmonar, reduce el volumen de reserva

respiratoria y la capacidad residual funcional (CRF), y aumenta la presión pico inspiratoria (25) (26).

Dado que las cirugías laparoscópicas se están realizando con mayor frecuencia en la práctica clínica diaria, es crucial que los anestesiólogos comprendan las implicaciones fisiológicas de este tipo de intervención. Es esencial conocer los principios de una ventilación mecánica adecuada, asegurando que se utilicen parámetros protectores y rangos apropiados de poder mecánico (PM) para evitar complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP).

Conclusión:

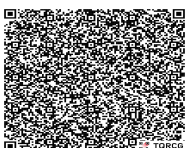
Los ajustes inadecuados de las variables de ventilación mecánica intraoperatoria se han vinculado con una mayor incidencia de CPP en pacientes con pulmones sanos y enfermos. El volumen tidal, a frecuencia respiratoria, el PEEP, las presiones inspiratorias máximas (presión pico) y alveolares máximas (presión plateau), así como las presiones de conducción (diferencia entre presión plateau y PEEP), son variables críticas en los ajustes intraoperatorios de la ventilación mecánica. Cuando estas variables no se optimizan adecuadamente durante la cirugía, pueden predisponer a los pacientes a una lesión pulmonar inducida por el ventilador, incrementando así el riesgo de complicaciones respiratorias en el postoperatorio. Es imperativo destacar la importancia de monitorizar y ajustar el poder mecánico durante las cirugías laparoscópicas, ya que la energía aplicada a los pulmones durante la ventilación, representada por el poder mecánico, desempeña un papel importante en el desarrollo de daño pulmonar postoperatorio, incluso en pacientes sanos sometidos a anestesia general.

Referencias

1. Santer P, Wachtendorf LJ, Suleiman A, Houle TT, Fassbender P, Costa EL, et al. Mechanical Power during General Anesthesia and Postoperative Respiratory Failure: A Multicenter Retrospective Cohort Study. *Anesthesiology*. 1 de julio de 2022;137(1):41-54.

2. Cuba-Naranjo A, S. Remón A, Jeréz-Alvarez A. Poder mecánico, variable relacionada a la lesión pulmonar inducida por la ventilación y la mortalidad. *Rev Chil Anest.* 1 de enero de 2023;52:89-94.
3. Marini JJ. Evolving concepts for safer ventilation. *Crit Care Lond Engl.* 14 de junio de 2019;23(Suppl 1):114.
4. Ortiz Ruiz G, Cardinal-Fernández P, Dueñas Castell CR, Garay Fernández MA, Lara García A, Aguirre Rodríguez ÁP. Poder mecánico. *Acta Colomb Cuid Intensivo.* 1 de julio de 2021;21(3):241-51.
5. Gattinoni L, Tonetti T, Cressoni M, Cadringher P, Herrmann P, Moerer O, et al. Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. *Intensive Care Med.* Octubre de 2016;42(10):1567-75.
6. Marini JJ, Jaber S. Dynamic predictors of VILI risk: beyond the driving pressure. *Intensive Care Med.* octubre de 2016;42(10):1597-600.
7. Rubenfeld GD, Shankar-Hari M. Lessons From ARDS for Non-ARDS Research: Remembrance of Trials Past. *JAMA.* 13 de noviembre de 2018;320(18):1863-5.
8. Juffermans NP, Rocco PRM, Laffey JG. Protective ventilation. *Intensive Care Med.* noviembre de 2022;48(11):1629-31.
9. Gattinoni L, Marini JJ, Collino F, Maiolo G, Rapetti F, Tonetti T, et al. The future of mechanical ventilation: lessons from the present and the past. *Crit Care Lond Engl.* 12 de julio de 2017;21(1):183.
10. Güldner A, Kiss T, Serpa Neto A, Hemmes SNT, Canet J, Spieth PM, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. *Anesthesiology.* septiembre de 2015;123(3):692-713.
11. Shander A, Fleisher LA, Barie PS, Bigatello LM, Sladen RN, Watson CB. Clinical and economic burden of postoperative pulmonary complications: patient safety summit on definition, risk-reducing interventions, and preventive strategies. *Crit Care Med.* septiembre de 2011;39(9):2163-72.
12. Piña MA. AnestesiaR. 2017 [citado 8 de junio de 2024]. Complicaciones pulmonares postoperatorias. El rol del anestesista. Disponible en: <https://anestesiario.org/2017/complicaciones-pulmonares-postoperatorias-rol-del-anestesista/>
13. Serpa Neto A, Deliberato RO, Johnson AEW, Bos LD, Amorim P, Pereira SM, et al. Mechanical power of ventilation is associated with mortality in critically ill patients: an analysis of patients in two observational cohorts. *Intensive Care Med.* noviembre de 2018;44(11):1914-22.
14. Parhar KKS, Zjadewicz K, Soo A, Sutton A, Zjadewicz M, Doig L, et al. Epidemiology, Mechanical Power, and 3-Year Outcomes in Acute Respiratory Distress Syndrome Patients Using Standardized Screening. An Observational Cohort Study. *Ann Am Thorac Soc.* octubre de 2019;16(10):1263-72.
15. El-Khatib M, Zeeni C, Shebbo FM, Karam C, Safi B, Toukhtarian A, et al. Intraoperative mechanical power and postoperative pulmonary complications in lowrisk surgical patients: a prospective observational cohort study. *BMC Anesthesiol [Internet].* 2024 [citado 13 de junio de 2024];24. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10898029/>
16. Karalapillai D, Weinberg L, Neto A S, Peyton P, Ellard L, Hu R, et al. Intraoperative ventilator mechanical power as a predictor of postoperative pulmonary complications in surgical patients: A secondary analysis of a randomised clinical trial. *Eur J Anaesthesiol.* 1 de enero de 2022;39(1):67-74.
17. Elefterion B, Cirenei C, Kipnis E, Cailliau E, Bruandet A, Tavernier B, et al. Intraoperative Mechanical Power and Postoperative Pulmonary Complications in Noncardiothoracic Elective Surgery Patients: A 10-Year Retrospective Cohort Study. *Anesthesiology.* 1 de marzo de 2024;140(3):399-408.

18. Zhang YY, Zhang YM, Wu SL, Wei M, Deng ZP, Lei XY, et al. Association of mechanical power during one-lung ventilation and post-operative pulmonary complications among patients undergoing lobectomy: a protocol for a prospective cohort study. Updat Surg. diciembre de 2023;75(8):2365-75.
19. Chama-Naranjo A, Jorge FR, Cuevas O VJ, Chama-Naranjo A, Jorge FR, Cuevas O VJ. Colectomía segura: ¿Qué es y cómo hacerla? ¿Cómo lo hacemos nosotros Colectomía? Rev Colomb Cir. junio de 2021;36(2):324-33.
20. Ascha MS, Hanounieh IA, Lopez R, Tamimi TAR, Feldstein AF, Zein NN. The incidence and risk factors of hepatocellular carcinoma in patients with nonalcoholic steatohepatitis. Hepatol Baltim Md. junio de 2010;51(6):1972-8.
21. Carrera Laureán N, Camacho López MR, Carrera Laureán N, Camacho López MR. Tipo de hernia inguinal encontrado en la población general, según la clasificación de Nyhus. Cir Gen. diciembre de 2018;40(4):250-4.
22. Ge L, Tian J hui, Li L, Wang Q, Yang K hu. Mesh fixation methods in open inguinal hernia repair: a protocol for network meta-analysis and trial sequential analysis of randomised controlled trials. BMJ Open. 19 de noviembre de 2015;5(11):e009369.
23. Bellido-Luque A, Tejada-Gómez A, Durán-Ferreras I. Hernia inguinal: cirugía abierta vs. cirugía laparoscópica. 2018;
24. Chauvet P, Rabischong B, Curinier S, Gremeau AS, Bourdel N, Kaemmerlen AG, et al. Laparoscopia y cirugía laparoscópica: principios generales e instrumental. EMC - Ginecol-Obstet. 1 de junio de 2018;54(2):1-17.
25. Kapoor T, Wrenn SM, Callas PW, Abu-Jaish W. Cost Analysis and Supply Utilization of Laparoscopic Cholecystectomy. Minim Invasive Surg. 2018;2018:7838103.
26. Nguyen TK, Nguyen VL, Nguyen TG, Mai DH, Nguyen NQ, Vu TA, et al. Lungprotective mechanical ventilation for patients undergoing abdominal laparoscopic surgeries: a randomized controlled trial. BMC Anesthesiol. 30 de marzo de 2021;21(1):95.

Acceda a este artículo en línea	
	Sitio web: www.ijarm.com
	Sujeto: Anesthésiologie
Código de Respuesta Rápida DOI:10.22192/ijamr.2025.12.09.001	

Cómo citar este artículo:

Dra. María Cristina Solana Lavallo, Dra. Sharon Polett Gómez Luna, Dra Ziania Habivi González Ignacio. (2025). Poder Mecánico en Ventilación Mecánica y su Relación con Cirugía Abdominal Laparoscópica: Revisión de Tema. Int. J. Adv. Multidiscip. Res. 12(9): 1-9.
DOI: <http://dx.doi.org/10.22192/ijamr.2025.12.09.001>