



Monitorización de la ventilación mecánica invasiva en el paciente obeso

Monitoring of invasive mechanical ventilation in the obese patient

Monitoramento da ventilação mecânica invasiva no paciente obeso

Karen Ivette Gómez Alaniz,* José Carlos Gómez Rodríguez,* Cuauhtémoc Zirahuén Cinencio Ferreyra*

RESUMEN

En México la obesidad es un problema de salud pública, de acuerdo a los resultados publicados de la Encuesta Nacional en Salud y Nutrición en el año 2021 con una prevalencia de hasta 73%. Con el incremento del número de pacientes que requieren de ventilación mecánica invasiva, es importante considerar que el monitoreo debe ser una herramienta diagnóstica y de seguimiento que permita la evaluación de manera intermitente o continua de los pacientes obesos en ventilación mecánica. El objetivo principal de los sistemas de monitorización es identificar alteraciones o señales tempranas que permitan reducir daños. El obeso *per se* es un paciente con complicaciones de tipo metabólico, asimismo un proceso inflamatorio crónico, el cual desarrolla un incremento en el consumo de oxígeno en comparación con una persona no obesa, los volúmenes a nivel intratorácico se pueden ver comprometidos debido al incremento del músculo cardíaco, la disminución de la elasticidad torácica por el incremento del pániculo adiposo circundante y el aumento de la presión intraabdominal que disminuyen la complianza. Se discutirán algunas variables a monitorizar durante la ventilación mecánica en el paciente con obesidad como saturación arterial periférica de oxígeno (SpO₂), capnografía, presión de conducción, presión transpulmonar, presión esofágica.

Palabras clave: obeso, monitorización, ventilación, presión transpulmonar, presión de conducción.

ABSTRACT

In Mexico, obesity currently based on the National Survey on Health and Nutrition (ENSANUT), from the 2021 results it has been recorded that for the population over 20 years of age there is a prevalence of 73%. With the significant number of patients requiring invasive mechanical ventilation, it is important to consider what monitoring should be a diagnostic and follow-up tool that allows intermittent or continuous evaluation of obese patients on mechanical ventilation. The main objective of monitoring systems is to identify alterations or early signs that allow damage to be reduced. The obese *per se* is a patient who already has metabolic-type complications in addition to a chronic inflammatory process, develops an increase in oxygen consumption compared to a non-obese person, intrathoracic volumes are reduced due to increased heart muscle, the decrease in thoracic elasticity due to the increase in the surrounding adipose tissue and the increase in intra-abdominal pressure that decrease compliance. Some variables to be monitored during mechanical ventilation in obese patients will be discussed, such as peripheral arterial oxygen saturation (SpO₂), capnography, driving pressure, transpulmonary pressure, esophageal pressure.

Keywords: obese, monitoring, ventilation, transpulmonary pressure, driving pressure.

RESUMO

No México, a obesidade é um problema de Saúde Pública, de acordo com os resultados da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição publicados no ano de 2021 com uma prevalência de até 73%. Com o aumento do número de pacientes que necessitam de ventilação mecânica invasiva, é importante considerar que o monitoramento deve ser uma ferramenta de diagnóstico e acompanhamento, que permita a avaliação de forma intermitente ou contínua de pacientes obesos em ventilação mecânica. O principal objetivo dos sistemas de monitoramento é identificar alterações ou sinais precoces que permitam reduzir os danos. O obeso propriamente dito é um paciente que já apresenta complicações do tipo metabólico

além de um processo inflamatório crônico, desenvolve um aumento no consumo de oxigênio em relação a uma pessoa não obesa, os volumes intratorácicos são reduzidos devido ao aumento do músculo cardíaco, a diminuição da pressão elasticidade devido ao aumento do tecido adiposo circundante e ao aumento da pressão intra-abdominal que diminui a complacência. Serão discutidas algumas variáveis a serem monitoradas durante a ventilação mecânica em pacientes obesos, como saturação arterial periférica de oxigênio (SpO₂), capnografia, pressão de condução, pressão transpulmonar, pressão esofágica.

Palavras-chave: obeso, monitoramento, ventilação, pressão transpulmonar, pressão motriz.

Abreviaturas:

CeS = distensibilidad estática del sistema respiratorio
EAdi = actividad eléctrica del diafragma
EELV = volumen pulmonar al final de la espiración
ENSANUT = Encuesta Nacional en Salud y Nutrición
EPVent = ventilación dirigida por presión esofágica
FI_{O₂} = fracción de oxígeno inspirado
IAP = presión intraabdominal
IMC = índice de masa corporal
PM = poder mecánico
PaO₂ = presión alveolar en oxígeno
Paw = presión de las vías aéreas
PBW = peso corporal previsto
PEEP = presión positiva al final de la espiración
Pes = presión esofágica
PetCO₂ = medición del dióxido de carbono espirado
PIM = presión inspiratoria máxima
PL = presión transpulmonar
PL EE = presión transpulmonar espiratoria final
PL EI = presión transpulmonar inspiratoria final
PM = poder mecánico
Ppl = presión pleural
Pplat = presión meseta
SDRA = síndrome de dificultad respiratoria aguda
UCI = unidad de cuidados intensivos
VD = espacio muerto
VT = volumen tidal

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, con base en los resultados 2021 de la Encuesta Nacional en Salud y Nutrición (ENSANUT), en México se ha registrado una prevalencia de 73% en obesidad en la población mayor de 20 años.¹ Esta elevada proporción de adultos en condiciones de obesidad ubican a México en la segunda posición a nivel mundial en obesidad, superada solamente por Estados Unidos.² Es importante recalcar este hecho, ya que en las unidades de cuidados intensivos (UCI) a partir de la pandemia de COVID-19 en 2020, ésta tuvo mayor énfasis en los pacientes con sobrepeso y obesidad con una prevalencia de

* Hospital General de México «Dr. Eduardo Liceaga».

Recibido: 05/09/2022. Aceptado: 28/09/2022.

Citar como: Gómez AKI, Gómez RJC, Cinencio FCZ. Monitorización de la ventilación mecánica invasiva en el paciente obeso. Med Crit. 2023;37(3):251-256. <https://dx.doi.org/10.35366/111303>

ingreso a hospitalización de 57.14% y de éstos, 38.78% requirieron de ingreso a la UCI con un índice de masa corporal (IMC) de 30 m/kg^2 .³ Los datos relacionados en específico con el impacto de la obesidad en los resultados con ventilación mecánica son más limitados. Jean-Pierre y colaboradores compararon pacientes severamente obesos con $\text{IMC} \geq 35 \text{ kg/m}^2$ con pacientes no obesos, encontraron que la única diferencia de los pacientes obesos que recibieron ventilación mecánica fue mayor dificultad en la intubación traqueal y mayor número de estridor postextubación en pacientes con obesidad.⁴ Otro estudio de cohorte prospectivo de pacientes con lesión pulmonar aguda/síndrome de distrés respiratorio agudo no reportó asociación entre obesidad y mortalidad; sin embargo, se observó un incremento en la duración de la ventilación mecánica y una prolongación de días de hospitalización en la UCI en pacientes obesos.⁵ Debido a la creciente incidencia de aumento de peso corporal en la población general, es probable que más de estos pacientes requieran ventilación mecánica en el futuro.

Con el importante número de pacientes que requieren de ventilación mecánica invasiva, es importante considerar que el monitoreo debe ser una herramienta diagnóstica y de seguimiento que permita la evaluación intermitente o continua de los pacientes obesos en ventilación mecánica. El objetivo principal de los sistemas de monitorización es identificar alteraciones o señales tempranas que permitan reducir daños. Esto es importante cuando se habla de ventilación mecánica, ya que casi todos los aspectos de la ventilación mecánica tienen el potencial de provocar efectos no deseables en el paciente.^{6,7} No se salvan vidas únicamente con el monitoreo, sino más bien son las acciones realizadas con base en los hallazgos del monitoreo.

Fisiología de la mecánica respiratoria en el obeso

El obeso *per se* es un paciente que ya tiene complicaciones de tipo metabólico, además de un proceso inflamatorio crónico,⁸ desarrolla un incremento en el consumo de oxígeno en comparación con una persona no obesa.⁹ Los volúmenes a nivel intratorácico se reducen debido al incremento del músculo cardíaco, la disminución de la elasticidad torácica por el incremento del panículo adiposo circundante y el aumento de la presión intraabdominal que disminuyen la complianza total en 35%.¹⁰

Las respiraciones de un paciente obeso se incrementan en reposo en comparación con un paciente no obeso de cinco a seis respiraciones en un estado basal, observándose que el volumen tidal (VT) está disminuido así como la presión pleural (Ppl) incrementada,¹¹ por lo que el efecto es una elevación en los niveles basales de CO_2 y una disminución en los niveles de O_2 . Se convierten en pacientes con hipoventilación alveolar que

desarrollan hipercapnia e hipoxia crónica, ambas como respuesta ventilatoria compensatoria y mecánica.¹²

Otro de los cambios observados en comparación con el paciente no obeso es que el aumento de la presión intraabdominal condiciona un incremento de presión positiva al final de la espiración de forma intrínseca debido a la limitación para la oclusión de la vía aérea.¹³ Esta respuesta física no sólo se observa a nivel mecánico, la respuesta humoral e inflamatoria tiene una intervención a través de los macrófagos del tejido graso, ya que son activados por la leptina, siendo ésta una hormona de saciedad que tiene implicaciones a nivel inflamatorio y estrés oxidativo, con una expresión de sus receptores en el tejido respiratorio. Asimismo, la adiponectina sufre una inhibición por efecto de la leptina.¹⁴

Por lo tanto, el paciente obeso tiene mecánicamente un incremento en el trabajo respiratorio por el aumento de las presiones de la vía aérea (Paw, por sus siglas en inglés) con la disminución del volumen residual funcional 5-15%,¹⁵ a causa del crecimiento de la presión intraabdominal (IAP, por sus siglas en inglés), así como la disminución de la complianza debido a la pérdida de la elasticidad de la caja torácica (*Figura 1*).

El estado hemodinámico se ve afectado por el incremento del flujo pulmonar ante el incremento del trabajo respiratorio, la disminución de los niveles de oxígeno basal y el incremento del dióxido de carbono conlleva a que el gasto cardíaco aumente, por lo tanto a nivel perfusorio se incrementa la disponibilidad de oxígeno con la finalidad de compensar los niveles incrementados del PaCO_2 ; por este motivo la estructura miocárdica sufre cambios al incrementarse el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo.¹⁶

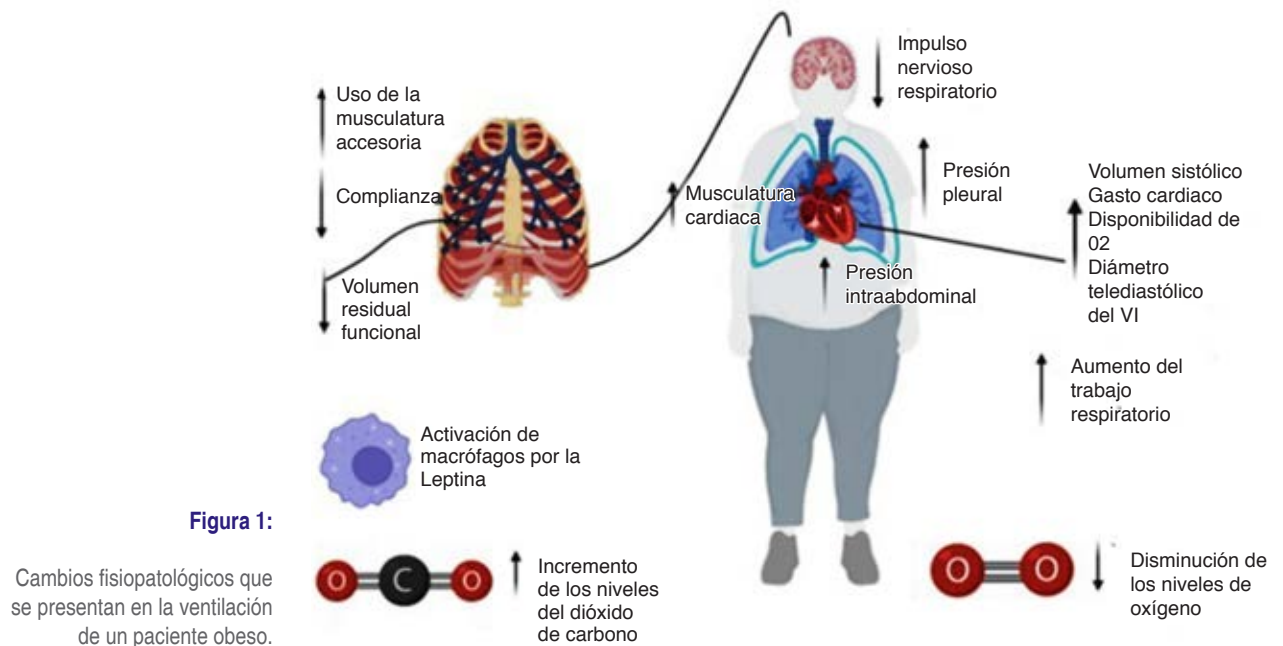
¿Cómo ventilar al paciente obeso?

La obesidad se asocia con un incremento de tejido a nivel abdominal y torácico, que transmite presión adicional a través de la pared torácica y del diafragma al espacio pleural y por tanto, a los alvéolos. Si la Ppl es mayor que la presión intraalveolar, los alvéolos se colapsarán y la atelectasia por compresión se producirá con predominio en las áreas pulmonares dependientes. Si se usa una presión positiva al final de la espiración (PEEP, por sus siglas en inglés) de $5 \text{ cmH}_2\text{O}$ después del inicio de la ventilación mecánica, uno de los principales mecanismos de hipoxemia será la generación de atelectasia. Al existir un incremento en las presiones transtorácicas, la ventilación mecánica deberá ajustarse para mantener las presiones de parámetros ideales y optimizar la oxigenación del paciente.¹⁷

Ajuste de PEEP

Por lo tanto, el ajuste del PEEP es uno de los principales parámetros a programar. El PEEP se utiliza para

Cambios fisiopatológicos en la ventilación del paciente obeso



mantener la presión alveolar por encima de la presión de cierre de los alvéolos, manteniendo así el volumen pulmonar al final de la espiración (EELV, por sus siglas en inglés) y la oxigenación arterial. Debido a la presión superpuesta que transmite el tejido adiposo sobre el espacio pleural, las presiones de cierre en pacientes con obesidad son mayores y los pulmones de estos pacientes son más propensos a tales complicaciones como la atelectasia. De tal manera que el PEEP debe ajustarse para superar el aumento de la Ppl y el colapso alveolar resultante.

La forma preferida de seleccionar la presión inspiratoria y la PEEP en un paciente obeso es usar la presión esofágica como referente de la Ppl.¹⁸ Sin embargo, si no se dispone de una manometría esofágica, podemos aproximarnos a la Ppl midiendo la IAP y ajustar la presión meseta (Pplat, por sus siglas en inglés) o la PEEP usando la siguiente fórmula: Pplat objetivo (ajustada) = Pplat objetivo + (IAP-13)/2.

En caso de que se disponga de manometría esofágica, se ajusta la Pplat y la PEEP en función de la presión transpulmonar inspiratoria final (PL EI, por sus siglas en inglés) y la presión transpulmonar espiratoria final (PL EE, por sus siglas en inglés), respectivamente. La presión inspiratoria (o el volumen) se puede ajustar para mantener el PL EI ≤ 20 cmH₂O y la PEEP se puede ajustar para mantener el PL EE entre 0 y 10 cm H₂O.¹⁹

Ajuste de volumen tidal

Se ha demostrado que limitar el VT reduce la lesión pulmonar asociada a la ventilación mecánica en pacien-

tes con y sin síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). La idea de normalizar el VT para el peso corporal previsto (PBW, por sus siglas en inglés) se basa en el volumen pulmonar esperado (depende de la altura y del sexo del paciente) y tiene como objetivo limitar la relación VT/EELV. Como se mencionó anteriormente, EELV por lo regular está por debajo de los valores en una población de peso normal. Si el PBW no se calcula formalmente, sino que sólo se estima, existe una tendencia a sobrestimar el PBW y por lo tanto, el VT en pacientes con obesidad.²⁰

Posición

Al colocar a los pacientes con obesidad en posiciones inclinadas como Trendelenburg inverso o sentados, incluso la movilización temprana puede disminuir la presión que ejerce el diafragma sobre el tórax debido al aumento de la presión abdominal y por lo tanto, puede mejorar la aireación de las áreas pulmonares dependientes.

La seguridad y la eficacia de este tratamiento son similares entre pacientes con y sin obesidad, y la relación de la presión alveolar en oxígeno sobre la fracción de oxígeno inspirado (PaO_2/FiO_2) aumenta significativamente después de la posición prona en pacientes con obesidad en comparación con los pacientes sin obesidad. La posición prona es una terapéutica de elección en pacientes con SDRA grave y obesidad. Sólo debe tenerse precaución en los pacientes en quienes se presenta síndrome de hipertensión intraabdominal.²¹

Poder mecánico en obesos

En los últimos años se ha introducido el concepto de poder mecánico (PM) y se relacionó con menor riesgo de lesión pulmonar asociado a la ventilación mecánica y mortalidad en pacientes críticos. El poder mecánico se refiere a la energía transferida hacia el sistema respiratorio por las fuerzas mecánicas de ventilación. Neto y colaboradores mostraron que existe un aumento constante en el riesgo de muerte con PM superior a 17.0 J/min. Se sugiere ajustar los parámetros del ventilador para mantener la PM por debajo de 17.0 J/min (no hay seguridad del valor más bajo y se desconoce si los pacientes obesos pueden tolerar valores más altos).

En esta revisión se discutirán algunas variables a monitorizar durante la ventilación mecánica en el paciente obeso, de las cuales se mencionan las de mayor relevancia para su seguimiento (Tabla 1).

Saturación arterial periférica de oxígeno

El uso de la oximetría de pulso es una herramienta indispensable en el manejo de pacientes con ventilación mecánica, esto es independiente del grado de masa corporal. Su aplicación puede reducir la necesidad de una monitorización invasiva y mediciones frecuentes de gases en sangre arterial para evaluar el estado de oxigenación. La oximetría de pulso tiene capacidades extremadamente útiles para evaluar el estado respiratorio y circulatorio, por lo tanto para monitorear pacientes con ventilación mecánica.²² La monitorización de ésta se asocia con impacto en la reducción en los eventos hipoxémicos.²³

Tabla 1: Parámetros de monitorización de la ventilación mecánica invasiva del paciente obeso.

Parámetros fisiológicos
Saturación arterial periférica de oxígeno (SpO ₂)
Análisis de gases en sangre arterial (pH, PaCO ₂ , PaO ₂)
CO ₂ al final de la espiración (PetCO ₂)
Parámetros ventilatorios
Frecuencia respiratoria
Volumen tidal (VT), volumen minuto, presión inspiratoria máxima (PIM), presión meseta (Pplat)
Fugas
Formas de onda (flujo-tiempo, presión-tiempo, capnografía)
PEEPi
Sincronía paciente-ventilador
Parámetros respiratorios a vigilar
Presión esofágica
Presión de conducción
Parámetros cardiopulmonares
Presión arterial, frecuencia cardíaca
Electrocardiografía
Ecocardiografía
Ultrasonografía de pulmón y diafragma
Evaluación radiológica (radiografía de tórax, tomografía computarizada)

CO₂= dióxido de carbono.

Es importante reconocer que al proporcionar oxígeno suplementario a los pacientes para mantener SpO₂ 98-100% existe la posibilidad de empeorar los resultados clínicos. Un ensayo aleatorizado, unicéntrico reportó una reducción en la mortalidad en los pacientes asignados a una estrategia conservadora de oxigenoterapia en comparación con los pacientes asignados a una estrategia liberal de oxígeno.²⁴ Por lo tanto, una estrategia de SpO₂ 94-98% en pacientes que requieren ventilación mecánica equilibra los riesgos de hipoxemia e hiperoxia. La pulsioximetría proporciona información en tiempo real, continua y no invasiva sobre la oxigenación arterial, esto la hace de gran utilidad en las UCI.

Capnografía

La capnografía se usa cada vez más para todos los pacientes que reciben ventilación mecánica. Cada vez se reconoce más que la capnografía es rica en información sobre la fisiología pulmonar y circulatoria y proporciona información sobre muchas enfermedades y tratamientos. Ésta se utiliza con frecuencia para confirmar la colocación adecuada del tubo endotraqueal y para controlar la idoneidad de la ventilación. En pacientes con ventilación mecánica puede proporcionar una aproximación de espacio muerto (VD), es decir, VD/VT. La medición del grado de desajuste entre la ventilación y la perfusión permite diagnosticar embolismo pulmonar, la intervención de la adecuación de las compresiones torácicas en un paro cardíaco así como detectar el retorno de la circulación espontánea.²⁵

Existen diferentes tipos de capnografía, la capnografía de tiempo y volumétrica, la que más se emplea es la capnografía temporal, ésta se ha utilizado de manera efectiva para identificar insuficiencia respiratoria durante la sedación en procedimientos y en el periodo postoperatorio. Sin embargo, la capnografía volumétrica es el mejor método para la evaluación de la calidad y cantidad de ventilación.^{26,27}

Presión de conducción

La presión de conducción puede considerarse como la presión requerida para activar un VT suministrado a los pulmones del paciente, ésta constituye el estrés generado a los pulmones. La relación entre VT y la distensibilidad estática del sistema respiratorio (CeS) es la presión de conducción que representa la diferencia entre la Pplat y la PEEP, $\Delta P = Pplat - PEEP$. La presión de conducción equivale al estrés aplicado a los pulmones, y limitar la presión de conducción puede permitir una mejor coincidencia de VT con el pulmón funcional, en especial en pacientes con pulmones gravemente lesionados.²⁸

En un análisis retrospectivo de varios ensayos clínicos que evaluaron las estrategias de manejo de la ventilación mecánica, la presión de conducción se asoció más fuertemente con la supervivencia que VT, Pplat o PEEP. Sobre la base de este análisis, el barotrauma y la mortalidad aumentaron drásticamente a presiones de conducción superiores a 15 cm H₂O.²⁹ No se sabe qué tan bajo debe ser el VT para un paciente en específico, ya que se sugiere que incluso un VT de 6-8 mL/kg de peso predicho podría ser excesivo si la presión de conducción es > 15.³⁰

Un análisis *post hoc* de un estudio multicéntrico, prospectivo, que incluyó pacientes que estuvieron en ventilación mecánica durante > 12 horas, evaluó la asociación entre ΔP en el primer día de ventilación mecánica y el desarrollo de SDRA. Aquellos con $\Delta P > 12-15$ cmH₂O y con una $\Delta P > 15$ cmH₂O presentaron mayor probabilidad de SDRA, con $p = 0.01$ y $p < 0.001$, respectivamente. En pacientes sin SDRA, una mayor ΔP en el primer día de ventilación mecánica se asoció con un incremento en el desarrollo posterior de SDRA.³¹

Presión transpulmonar

La presión transpulmonar (PL, por sus siglas en inglés) se utiliza para evaluar la mecánica pulmonar y guiar la ventilación mecánica de protección pulmonar. Se recomienda PL para individualizar los ajustes de la PEEP en personas con presiones pleurales altas e hipoxemia como son los pacientes con obesidad. Ésta nos permite distinguir la presión entregada al pulmón de la que actúa simplemente para movilizar la pared torácica y el abdomen. La presión esofágica (Pes) es un indicador de la Ppl y las mediciones de Pes permiten la aproximación de los cambios en la Ppl ($PL = Paw - Ppl$, o $PL = Paw - Pes$). Y ésta se mide mediante un catéter con un globo de látex lleno de aire que se inserta por vía nasal u oral. Para validar la medición de Pes, una prueba de oclusión inspiratoria dinámica mide la relación entre el cambio de Pes y el cambio de Paw.³²

Cuando se monitorizan los pacientes en ventilación mecánica, se pueden obtener mediciones de presión en cada ciclo respiratorio o realizando maniobras de oclusión inspiratorias y espiratorias. La presión de distensión alveolar determina la hiperinflación alveolar y el colapso alveolar, ésta es muy importante ya que contribuye a la lesión pulmonar inducida por el ventilador. Por lo que debe medirse la Pes para calcular la presión de distensión alveolar. La Pes es clínicamente útil, en particular en pacientes con obesidad para guiar la configuración del ventilador mecánico; la Pes es ligeramente mayor en estos pacientes que en sujetos sin ningún grado de obesidad o sobrepeso,³³ por lo que debe considerarse al momento de su evaluación, ya que esto permite un nivel de PEEP mayor en esta población.

La utilidad del manejo ventilatorio guiado por Pes en el SDRA se evaluó en el ensayo de ventilación dirigida por presión esofágica (EPVent). En este estudio controlado aleatorizado se comparó la ventilación mecánica guiada por mediciones de Pes versus la ventilación mediante el protocolo ARDSNetwork. En los sujetos con ventilación guiada por Pes, a las 72 horas, la PEEP fue significativamente mayor. Debido a una mejoría importante en la oxigenación con la estrategia Pes, el estudio se terminó antes de tiempo. La CeS también mejoró significativamente en este grupo, posiblemente como consecuencia de mayor reclutamiento. Hubo una tendencia hacia una reducción en la mortalidad a los 28 días, 17% frente a 35%, $p = 0.055$; sin embargo, no significativa estadísticamente.³⁴

Por otro lado, la Pes puede utilizarse en la evaluación del esfuerzo de los músculos respiratorios durante la respiración espontánea, lo que podría permitir mejorar la identificación de una asincronía paciente-ventilador. El incremento del esfuerzo durante la ventilación con presión positiva puede conducir a una Ppl significativamente negativa, aumentando así el riesgo de lesión pulmonar autoinducida. La estimulación del diafragma incrementada que acompaña a los esfuerzos respiratorios, especialmente en presencia de asincronía entre el paciente y ventilador, podría llevar a fatiga y lesión de los músculos respiratorios.^{35,36}

La utilización de otros métodos de monitorización de los pacientes en ventilación mecánica a pie de cama, como la actividad eléctrica del diafragma (EAdi) y el uso de ultrasonografía diafragmática, podría identificar el esfuerzo inspiratorio. La señal Eadi y peso permiten valorar el tiempo neuronal de inspiración y expiración y así ajustar los parámetros del ventilador para evitar la asincronías paciente-ventilador.³⁷

AGRADECIMIENTOS

A la institución de enseñanza, Hospital General de México «Dr. Eduardo Liceaga».

REFERENCIAS

1. Barquera S, Hernández-Barrera L, Trejo B, et al. Obesidad en México, prevalencia y tendencias en adultos. *Ensanut 2018-19. Salud Publica Mex.* 2020; 62(6): 682-9. Disponible en: <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/11630>
2. Kánter CI. Magnitud del sobrepeso y obesidad en México: un cambio de estrategia para su erradicación. *Mir Legis.* 2021; (197): 18. Disponible en: http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/5127/ML_197.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Fernández GL, Puentes GAB, García BM. Relación entre obesidad, diabetes e ingreso en UCI en pacientes COVID-19. *Med Clin (Barc).* 2020; 155: 314-315.
4. Frat JP, Gissot V, Ragot S, et al. Association des Réanimateurs du Centre-Ouest (ARCO) study group. Impact of obesity in mechanically ventilated patients: a prospective study. *Intensive Care Med.* 2008; 34(11): 1991-1998. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18670754/>

5. Morris AE, Stapleton RD, Rubenfeld GD, et al. The association between body mass index and clinical outcomes in acute lung injury. *Chest*. 2007; 131(2): 342-348. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17296631/>
6. Brower RG, Matthay MA, Morris A, et al. 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. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10793162/#:~:text=Conclusions%3A%20In%20patients%20with%20acute,of%20days%20without%20ventilator%20use>
7. Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013; 368(23): 2159-2168. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23688302/>
8. Ellulu MS, Patimah I, Khaza'i H, et al. Obesity and inflammation: the linking mechanism and the complications. *Arch Med Sci*. 2017; 13(4): 851-863. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5507106/>
9. Green S, O'Connor E, Kiely C, et al. Effect of obesity on oxygen uptake and cardiovascular dynamics during whole-body and leg exercise in adult males and females. *Physiol Rep*. 2018; 6(9): e13705. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29756296/>
10. Nikolaos M, Stefanatou H, Kanakaki M. *Control of ventilation obesity*. In: Esquinas A, Lemyze M. Mechanical ventilation in the critically ill obese patient, Springer. 2018, p. 3-14. Available in: <https://www.ellibs.com/book/9783319492537/mechanical-ventilation-in-the-critically-ill-obese-patient>
11. De Jong A, Chanques G, Jaber S. Mechanical ventilation in obese ICU patients: from intubation to extubation. *Crit Care*. 2017; 21(1): 63. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28320439/>
12. Sampson MG, Grassino AE. Load compensation in obese patients during quiet tidal breathing. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1983; 55(4): 1269-1276. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6629961/>
13. Ball L, Pelosi P. How I ventilate an obese patient. *Crit Care*. 2019; 23: 176. Available in: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-019-2466-x#citeas>
14. Holguin F, Rojas M, Brown LA, et al. Airway and plasma leptin and adiponectin in lean and obese asthmatics and controls. *J Asthma*. 2011; 48(3): 217-223. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21332421/>
15. De Jong A, Wrigge H, Gattinoni L, et al. How to ventilate obese patients in the ICU. *Intensive Care Med*. 2020; 46(12): 2423-2435. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7582031/>
16. Lagrand WK, van Slobbe-Bijlsma ER, Schultz MJ. Haemodynamic monitoring of morbidly obese intensive care unit patients. *Neth J Med*. 2013; 71(5): 234-242. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23799309/>
17. Reinius H, Jonsson L, Gustafsson S, et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis: a computerized tomography study. *Anesthesiology*. 2009; 111(5): 979-987. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19809292/>
18. Mora CAL, Mora JI. *Positive end-expiratory pressure*. Treasure Island (FL): 2022 [Consulted 04 August 2022] Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441904/>
19. Grassi L, Kacmarek R, Berra L. Ventilatory mechanics in the patient with obesity. *Anesthesiology*. 2020; 132(5): 1246-1256. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32011342/>
20. Nima A-M, Tianshiavid W, Rebecca S, et al. Obesity, tidal volume, and pulmonary deposition of fine particulate matter in children with asthma. *Euro Resp J*. 2022; 59(3). Available in: <https://jhu.pure.elsevier.com/en/publications/obesity-tidal-volume-and-pulmonary-deposition-of-fine-particulate>
21. De Jong A, Verzilli D, Jaber S. ARDS in obese patients: specificities and management. *Crit Care*. 2019; 23: 74. Available in: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-019-2374-0>
22. Tusman G, Bohm SH, Suarez-Sipmann F. Advanced uses of pulse oximetry for monitoring mechanically ventilated patients. *Anesth Analg*. 2017; 124(1): 62-71. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27183375/>
23. Pedersen T, Nicholson A, Hovhannisyan K, et al. Pulse oximetry for perioperative monitoring. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; 2014 (3): CD002013. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24638894/>
24. Girardis M, Busani S, Damiani E, et al. Effect of conservative vs conventional oxygen therapy on mortality among patients in an intensive care unit: the oxygen-ICU randomized clinical trial. *JAMA*. 2016; 316(15): 1583-1589. Available in: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2565306>
25. Nassar BS, Schmidt GA. Capnography during critical illness. *Chest*. 2016; 149(2): 576-585. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26447854/>
26. Anderson CT, Breen PH. Carbon dioxide kinetics and capnography during critical care. *Crit Care*. 2000; 4(4): 207-215. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11094503/>
27. Lam T, Nagappa M, Wong J, et al. Continuous pulse oximetry and capnography monitoring for postoperative respiratory depression and adverse events: a systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg*. 2017; 125(6): 2019-2029. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29064874/>
28. Rackley CR. Monitoring during mechanical ventilation. *Respir Care*. 2020; 65(6): 832-846. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32457174/>
29. Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015; 372(8): 747-755. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25693014/>
30. Aoyama H, Pettenuzzo T, Aoyama K, et al. Association of driving pressure with mortality among ventilated patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2018; 46(2): 300-306. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29135500/>
31. Roca O, Peñuelas O, Muriel A, et al. Driving pressure is a risk factor for ARDS in mechanically ventilated subjects without ARDS. *Respir Care*. 2021; 66(10): 1505-1513. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34344717/>
32. Akoumianaki E, Maggioro SM, Valenza F, et al. The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014; 189(5): 520-531. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24467647/>
33. Owens RL, Campana LM, Hess L, et al. Sitting and supine esophageal pressures in overweight and obese subjects. *Obesity (Silver Spring)*. 2012; 20(12): 2354-2360. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22695479/>
34. Talmor D, Sarge T, Malhotra A, et al. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N Engl J Med*. 2008; 359(20): 2095-2104. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19001507/>
35. Brochard L, Slutsky A, Pesenti A. Mechanical ventilation to minimize progression of lung injury in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017; 195(4): 438-442. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27626833/>
36. Brochard L. Ventilation-induced lung injury exists in spontaneously breathing patients with acute respiratory failure: yes. *Intensive Care Med*. 2017; 43(2): 250-252. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28074228/>
37. Bertoni M, Spadaro S, Goligher EC. Monitoring patient respiratory effort during mechanical ventilation: lung and diaphragm-protective ventilation. *Crit Care*. 2020; 24: 106. Available in: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-020-2777-y#citeas>

Correspondencia:

Dr. José Carlos Gómez Rodríguez

E-mail: medcjose1912@gmail.com