



# Análisis de supervivencia en virtud de las cargas de energía en pacientes obesos con insuficiencia respiratoria por COVID

Survival analysis according to energy loads in obese patients with respiratory failure due to COVID

Alejandro González-Castro,\*† Elena Cuenca-Fito,\* Yhivian Peñasco,\* Trinidad Dierssen-Soto,§ Inés Gómez-Acebo,§ Raquel Ferrero-Franco,¶ Diego Ferrer,\* Patricia Escudero-Acha,\* Auri Fajardo,‡|| Juan Carlos Rodríguez-Borregán\*

## RESUMEN

**Introducción:** la influencia que tienen los valores relacionados con la presión de conducción y la presión positiva al final de la inspiración en los pacientes obesos que necesitaron ventilación mecánica durante la pandemia por SARS-CoV-2 ha sido poco estudiada.

**Material y métodos:** estudio de cohortes, longitudinal, analítico. Los enfermos se distribuyeron en cuatro grupos según el grado de hipoxemia y obesidad. Las principales variables de interés analizadas fueron la *driving power* y la *dynamic power*. Las comparaciones de porcentajes entre los grupos se realizaron mediante el análisis de la varianza (ANOVA), para el análisis de las variables continuas se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis. Se efectuó un análisis de supervivencia a 28 días con el método de Kaplan-Meier para la variable de tiempo de muerte (*Log-Rank test*).

**Resultados:** fueron analizados 253 pacientes. El grupo de enfermos con hipoxia severa y obesidad presentó los valores medios más altos de *mechanical power* (MP): 20.96 J/min (IC95% 18.29-22.84) y *driving power*: 49.91 (IC95% 38.99-57.67)  $\text{cmH}_2\text{O} \times \text{L}/\text{min}$ ; el valor medio más elevado de *dynamic power* se comprobó en el grupo de enfermos sin hipoxemia severa con obesidad: 153.13 (IC95% 129.75-185.95)  $\text{cmH}_2\text{O} \times \text{L}/\text{min}$ . En el análisis de supervivencia entre los cuatro grupos, no se evidenciaron diferencias en la supervivencia a los 28 días (*Log-Rank test*  $p = 0.44$ ).

**Conclusión:** la potencia dinámica presentó diferencias significativas entre los grupos de pacientes atendiendo a la presencia de la variable obesidad en la categorización del grupo, sin encontrarse diferencias significativas entre grupos en términos de mortalidad a 28 días.

**Palabras clave:** ventilación mecánica, COVID-19, obesidad, energía mecánica.

## ABSTRACT

**Introduction:** the influence that the values related to conduction pressure and positive pressure at the end of expiration has on obese patients who required mechanical ventilation during the SARS-CoV-2 pandemic has been little studied.

**Material and methods:** cohort study, longitudinal, analytical. The patients were divided into 4 groups according to the degree of hypoxemia and obesity. The main variables of interest analyzed were driving power and dynamic power. Comparisons of percentages between groups were made using analysis of variance (ANOVA), for the analysis of continuous variables the Kruskal-Wallis test was used. A 28-day survival analysis was performed using the Kaplan-Meier method for the Log-Rank test.

**Results:** a total of 253 patients were analyzed. The group of patients with severe hypoxia and obesity presented the highest mean values of mechanical power (MP): 20.96 J/min (95%CI 18.29-22.84) and driving power: 49.91 (95%CI 38.99-57.67)  $\text{cmH}_2\text{O} \times \text{L}/\text{min}$ ; the highest mean value of dynamic power was found in the group of patients without severe hypoxemia with obesity: 153.13 (95%CI 129.75-185.95)  $\text{cmH}_2\text{O} \times \text{L}/\text{min}$ . In the survival analysis between the four groups, there were no differences in survival at 28 days (*Log-Rank test*  $p = 0.44$ ).

**Conclusion:** the dynamic power presented significant differences between the groups of patients according to the presence of the obesity variable in the categorization of the group, without finding significant differences between groups in terms of mortality at 28 days.

**Keywords:** mechanical ventilation, COVID-19, obesity, mechanical power.

## Abreviaturas:

CARDS = síndrome de insuficiencia respiratoria aguda asociada a COVID-19 (*COVID-19 Acute Respiratory Distress Syndrome*)

HR = Hazard Ratio (cociente de riesgos)

IC95% = intervalo de confianza de 95%

MP = poder mecánico (*Mechanical Power*)

PEEP = presión positiva al final de la inspiración (*Positive End-Expiratory Pressure*)

SARS-CoV-2 = *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave)

SIRA = síndrome de insuficiencia respiratoria aguda

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

VILI = *Ventilator-Induced Lung Injury* (lesión pulmonar inducida por el ventilador)

VM = ventilación mecánica

Vt = volumen tidal

## INTRODUCCIÓN

El aumento de la prevalencia de la obesidad hace que cada vez sea más frecuente enfrentarse a pacientes ventilados con esta condición.<sup>1</sup> En relación a los diferentes estudios que analizan la asociación entre obesidad y mortalidad en una unidad de cuidados intensivos (UCI) encontramos resultados controvertidos.<sup>2,3</sup>

Actualmente, los rangos de seguridad –en la parametrización de las variables ventilatorias– en pacientes con obesidad no se conocen con precisión.<sup>4-6</sup> De hecho, durante la pandemia por SARS-CoV-2 uno de los grandes retos a los que ha habido que enfrentarse es al manejo del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA) ocasionado por el virus (a partir de ahora CARDS (del inglés *Covid Acute Respiratory Distress Syndrome*)).<sup>7,8</sup> Actualmente, tanto en el manejo del SIRA como del CARDS ha cobrado especial relevancia la estimación de la carga de trabajo a partir del estudio de la energía suministrada por el ventilador a todo el sistema respiratorio por unidad de tiempo.<sup>9,10</sup>

Nuestra hipótesis de trabajo se basa en el grado de influencia que valores relacionados con la presión de

\* Hospital Universitario Marqués de Valdeciela. Cantabria, España.

† Grupo Internacional de Ventilación Mecánica. WeVent. España.

§ Universidad de Cantabria. Cantabria, España.

¶ Servicio Cantabro de Salud. Cantabria, España.

|| Hospital de Quilpué. Valparaíso, Chile.

Recibido: 24/02/2024. Aceptado: 06/05/2025.

**Citar como:** González-Castro A, Cuenca-Fito E, Peñasco Y, Dierssen-Soto T, Gómez-Acebo I, Ferrero-Franco R et al. Análisis de supervivencia en virtud de las cargas de energía en pacientes obesos con insuficiencia respiratoria por COVID. Med Crit. 2025;39(1):25-29. <https://dx.doi.org/10.35366/121116>

[www.medigraphic.com/medicinacritica](http://www.medigraphic.com/medicinacritica)

conducción y la presión positiva al final de la expiración (PEEP) tiene en los pacientes obesos. Para ello hemos analizado la distribución de dos variables clave en el desarrollo de lesión pulmonar inducida por el respirador (a partir de ahora VILI, del inglés *ventilator-induced lung injury*): *driving power* (relacionada con la presión de conducción o *driving pressure*) y *dynamic power* (relacionada con la suma de la *driving pressure* y la PEEP);<sup>11</sup> en virtud del grado de hipoxemia y obesidad en pacientes con CARDs.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio de cohortes observacional y analítico de todos los casos hospitalizados por infección por SARS-CoV-2 con ingreso en UCI entre marzo de 2020 y marzo de 2022. Los datos se obtuvieron del registro de la cohorte de pacientes COVID-19 de un Servicio de Medicina Intensiva en un Hospital de Tercer Nivel. Previa aprobación del Comité de Ética en Investigación local y la obtención (escrita y/o telefónica) del consentimiento informado de los pacientes/representantes legales.

Los criterios de inclusión fueron: ser mayor de 18 años, diagnóstico confirmado de enfermedad por de SARS-CoV-2 en las primeras 24 horas de ingreso hospitalario, necesidad de ingreso en la UCI y ser sometido a ventilación mecánica (VM) por un periodo mínimo de 24 horas.

Se registraron variables clínico-demográficas de los enfermos (edad, sexo, factores de riesgo cardiovascular, hábito tabáquico), tratamientos específicos aplicados en UCI, parámetros ventilatorios iniciales (volumen tidal [Vt], frecuencia respiratoria, PEEP, *Pplateau*, *compliance*, *driving pressure* y variables evolutivas. Dentro del cálculo de las variables bioenergéticas, se definió *mechanical power* (MP) según la fórmula simplificada de Gattinoni,<sup>9</sup> *driving power* como:  $Vt \times f \times [(Pplateau - PEEP)/2]$  y *dynamic power* como:  $Vt \times f \times [(Pplateau + PEEP)/2]$ .<sup>11</sup>

La categorización de los pacientes por nivel de hipoxemia y obesidad, así como el análisis estadístico efectuado se muestran en el material suplementario 1.

## RESULTADOS

En el periodo analizado, ingresaron un total de 911 enfermos en la UCI con enfermedad por SARS-CoV-2. Como se observa en la *Figura 1*, el análisis de los datos se efectuó sobre un total de 253 enfermos, los cuales se dividieron en cuatro grupos.

Las principales variables clinicodemográficas de los pacientes categorizados en grupos se muestran en la *Tabla 1*.

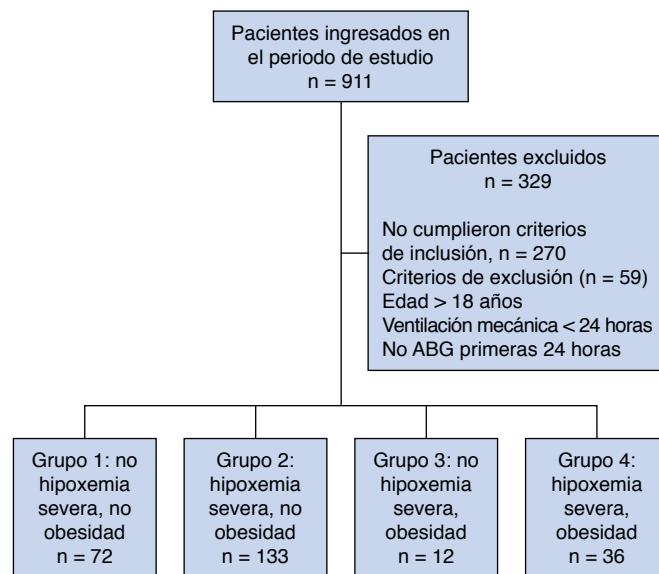
El grupo 4 (enfermos con hipoxia severa y obesidad) presentó los valores medios más altos de MP: 20.96 J/min; no se encontraron diferencias significativas en el

análisis entre grupos (*Tabla 2*). Como se observa en la *Figura 2*, el valor medio de *driving power* más elevado se evidenció en el grupo 4 (enfermos con hipoxia severa y obesidad) 49.91 cmH<sub>2</sub>O × L/min; y el valor medio más elevado de *dynamic power* se comprobó en el grupo 3 (enfermos sin hipoxemia severa con obesidad): 153.13 (129.75-185.95) cmH<sub>2</sub>O × L/min.

En la comparación entre grupos (*Tabla 2*), la *dynamic power* presentó diferencias significativas entre los grupos de pacientes atendiendo a la presencia de la variable obesidad en la categorización del grupo. La *dynamic power* (cmH<sub>2</sub>O × L/min) medio del grupo 1 fue 131.36 en comparación al del grupo 3 que fue 153.13 ( $p = 0.01$ ) y con el del grupo 4 que fue 149.43 ( $p < 0.01$ ). También se alcanzaron diferencias significativas al comparar los pacientes del grupo 2 frente al grupo 3 y 4 ( $p < 0.01$  y  $p = 0.01$ , respectivamente).

En el análisis de supervivencia mediante Kaplan-Mier (*Figura 3*) entre los cuatro grupos descritos, no se evidenciaron diferencias en la probabilidad de supervivencia a los 28 días de ingreso en UCI (Log-Rank test  $p = 0.44$ ). Tomando como referencia el grupo 1 (pacientes sin hipoxia severa ni obesidad), no hubo diferencias de asociación con la mortalidad a 28 días: grupo 2: Hazard Ratio (HR) 0.86 (intervalo de confianza de 95% [IC95%] 0.53-1.41); grupo 2: HR 1.07 (IC95% 0.37-3.03); grupo 3: HR 0.62 (IC95% 0.30-1.31).

En el análisis de regresión de Cox (*Tabla 3*) la *driving power* se asoció de forma significativa con la mortalidad a 28 días ( $p < 0.01$ ), mientras que la *dynamic power* y la frecuencia respiratoria se mostraron como factores protectores frente a la misma ( $p < 0.01$  y  $p = 0.01$ , respectivamente).



**Figura 1:** Diagrama de flujo de los pacientes incluidos en el estudio. ABG = gasometría arterial (Arterial Blood Gas).

**Tabla 1:** Características clínico-epidemiológicas y datos de la ventilación mecánica (N = 253).

	Grupo 1 N = 72 n (%)	Grupo 2 N = 133 n (%)	Grupo 3 N = 12 n (%)	Grupo 4 N = 36 n (%)	p
Edad (años)*	64 [56-70]	65 [59-73]	55 [48-72]	62 [51-68]	0.14
Masculino	51 (71)	98 (74)	7 (58)	23 (64)	0.51
Comorbilidades					
IMC (kg/m <sup>2</sup> )*	26.5 [23-30.5]	29.5 [26.2-33.5]	46 [43.1-53.2]	48.1 [45.7-55.0]	< 0.01
Diabético	13 (18.0)	30 (22.5)	4 (33.3)	9 (25.0)	0.62
Dislipemia	20 (27.7)	36 (27.0)	3 (25.0)	16 (44.4)	0.21
Fumador	23 (31.9)	50 (37.6)	4 (33.3)	13 (36.1)	0.87
P/F al ingreso en UCI (mmHg)*	180 [165-211]	110 [91-130]	184 [164-202]	115 [99-136]	< 0.01
Variables ventilatorias					
Vt (mL)*	470 [450-480]	460 [440-490]	480 [467-485]	460 [435-480]	0.33
FR (resp/min)*	18 [16-18]	18 [16-18]	18 [17-20]	18 [17-20]	0.02
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)*	10 [8-12]	12 [10-12]	12 [9-14]	12 [10-14]	0.22
Pplateau (cmH <sub>2</sub> O)*	22 [20-26]	22 [20-25]	24.5 [20-26]	23.5 [20-25]	0.73
Compliance (cmH <sub>2</sub> O)*	41.8 [33.7-50.5]	41.5 [33.3-55.1]	48.0 [33.7-57.8]	43.6 [33.5-50.0]	0.83
Driving pressure (cmH <sub>2</sub> O)*	11 [9-14]	11 [8-14]	10 [8-14]	11.5 [9-13]	0.87
Terapias empleadas					
Uso previo de CNAF	50 (69)	54 (40)	7 (58)	19 (52)	< 0.01
Anticoagulación profiláctica	52 (72)	96 (72)	9 (75)	27 (75)	0.98
Antibioticoterapia empírica	61 (84)	114 (86)	10 (83)	31 (86)	0.95
Terapia decúbito prono	34 (47)	71 (54)	8 (66)	20 (55)	0.58
Rendesivir	5 (7)	14 (10)	2 (16)	3 (8)	0.69
Empleo de corticoides	59 (81.9)	99 (74.4)	9 (75)	29 (80.5)	0.62
Necesidad de vasopresores/ inotrópicos durante ingreso en UCI	43 (60)	73 (55)	10 (83)	17 (47)	0.15
TRRC	6 (8)	6 (4)	0 (0)	2 (5)	0.81
Soporte ECMO	1 (1)	3 (2)	0 (0)	0 (0)	0.75
Variables evolutivas					
Días de VM*	8 [5-20]	10 [7-18]	13 [6-24]	9 [6-14]	0.41
Traqueotomía	14 (19)	22 (16)	3 (25)	5 (14)	0.78
Estancia UCI (días)*	15 [8-24]	12 [9-25]	12 [8-25]	13 [9-19]	0.98

CNAF = cánulas nasales de alto flujo. ECMO = oxigenación por membrana extracorpórea (*ExtraCorporeal Membrane Oxygenation*). FR = frecuencia respiratoria. IMC = índice de masa corporal. P/F = relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno. PEEP = presión positiva al final de la espiración (*Positive End-Expiratory Pressure*). TRRC = terapias de reemplazo renal continuo. UCI = Unidad de Cuidados Intensivos. VM = ventilación mecánica. Vt = volumen tidal.

\* Los datos se presentan como mediana y [percentil 25-75].

**Tabla 2:** Valores de *mechanical power*, *driving pressure* y *dynamic power* tras la categorización por subgrupos.

	Grupo 1 (G1) No hipoxemia, no obesidad (N = 72) Mediana*	Grupo 2 (G2) Hipoxemia (N = 133) Mediana*	Grupo 3 (G3) Obesidad (N = 12) Mediana*	Grupo 4 (G4) Hipoxemia y obesidad (N = 36) Mediana*	p					
					G1 vs G2	G1 vs G3	G1 vs G4	G2 vs G3	G2 vs G4	G3 vs G4
<i>Mechanical power</i> (J/min)	19.45 [16.93-21.95]	19.85 [16.62-21.82]	20.27 [18.15-21.60]	20.96 [18.29-22.84]	0.52	0.47	0.08	0.75	0.20	0.66
<i>Driving power</i> (cmH <sub>2</sub> O × L/min)	46.86 [34.93-54.57]	45.26 [32.40-57.40]	49.27 [35.28-63.25]	49.91 [38.99-57.67]	0.54	0.68	0.41	0.47	0.17	0.92
<i>Dynamic power</i> (cmH <sub>2</sub> O × L/min)	131.36 [114.80-152.80]	134.57 [114.92-149.9]	153.13 [129.75-185.95]	149.43 [122.10-167.12]	0.50	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0.76

\* Los datos se presentan como mediana y [percentil 25-75].

1 cmH<sub>2</sub>O × L/min = 0.098 J/min.

*Mechanical power*: 0.098 FR Vt (P<sub>plateau</sub>-PEEP/2). *Driving power*: Vt × f × [(P<sub>plateau</sub> - PEEP)/2]. *Dynamic power*: Vt × f × [(P<sub>plateau</sub> + PEEP)/2].

## DISCUSIÓN

Nuestro análisis evidencia que la parametrización de la ventilación mecánica de los pacientes obesos durante la pandemia por SARS-CoV-2 conllevó un *dynamic*

*power* más alto que el resto de pacientes, sin que este hallazgo condicione un aumento de la MP o un efecto sobre la mortalidad a 28 días en la UCI.

En pacientes obesos, gran parte de la presión que aplica el ventilador se utilizará para distender la pared

torácica en lugar del pulmón. Como tal, la presión *meseta*, que representa la presión utilizada para distender la pared torácica más los pulmones, puede ser alta, pero la presión pleural también lo será. Por lo tanto, puede que no haya un aumento en la presión transpulmonar con sobredistensión pulmonar acompañante.<sup>12</sup>

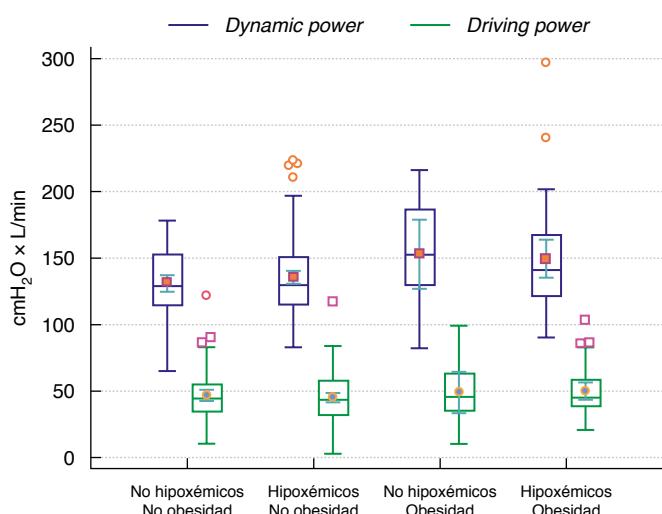
Diferentes estudios han demostrado que la distensibilidad total del sistema respiratorio disminuye en pacientes obesos por disminución de la distensibilidad de la pared torácica, permaneciendo la distensibilidad pulmonar sin cambios.<sup>13</sup> En este contexto, los pacientes obesos pudieran requerir valores de PEEP más altos durante la ventilación mecánica para conseguir contrarrestar la carga de peso que se impone sobre la misma. Esta situación condiciona que se precise mayor carga energética: *dynamic power*. Hay diferentes trabajos pu-

**Tabla 3:** Asociación con mortalidad a 28 días y los diferentes grupos analizados, mediante regresión de Cox.

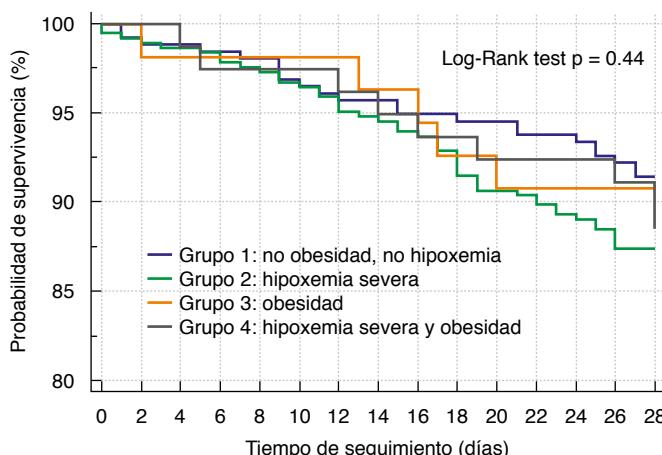
	Hazard Ratio	IC95%	p
<i>Dynamic_power</i> (por cada $\text{cmH}_2\text{O} \times \text{L/min}$ )	0.97	0.95-0.99	< 0.01
<i>Driving_power</i> (por cada $\text{cmH}_2\text{O} \times \text{L/min}$ )	1.03	1.00-1.05	< 0.01
Frecuencia respiratoria (respiraciones/min)	0.76	0.61-0.93	0.01
Edad (por año)	1.00	0.97-1.03	0.87
Sexo masculino (frente a sexo femenino)	0.85	0.41-1.75	0.67
Tomando como referencia al grupo 1			
Grupo 2	1.37	0.62-2.99	0.42
Grupo 3	0.90	0.11-7.20	0.92
Grupo 4	0.92	0.24-3.41	0.90

IC95% = intervalo de confianza de 95%.

Grupo 1: pacientes no obesos y no hipoxémicos. Grupo 2: pacientes hipoxémicos y no obesos. Grupo 3: pacientes obesos y no hipoxémicos. Grupo 4: pacientes obesos e hipoxémicos.



**Figura 2:** Rangos de valor de *driving power* y *dynamic power* tras la categorización por subgrupos. Se presentan los valores de mediana con su percentil 25-75 mediante Box-and-Whisker.



**Figura 3:** Curva de supervivencia Kaplan-Meier a 28 días categorizada por grupos analizados.

blicados sobre valores de PEEP utilizados en este tipo de pacientes; Fumagalli y colaboradores describieron la necesidad de un promedio de 18  $\text{cmH}_2\text{O}$  de PEEP para conseguir un reclutamiento total del tejido pulmonar colapsado.<sup>14</sup> En el trabajo posterior realizado por Syed y asociados en este subgrupo de pacientes describen una PEEP inferior de 11  $\text{cmH}_2\text{O}$ .

Por otro lado, nuestros resultados –donde la frecuencia respiratoria y la *dynamic power* se comportan como factor de protección frente a mortalidad a 28 días en UCI– parecen confirmar la hipótesis del comportamiento viscoelástico pulmonar y la importancia de las variables dinámicas en el mismo, donde la frecuencia respiratoria parece jugar un papel preponderante. Si la frecuencia de oscilación del pulmón (frecuencia respiratoria) es tan elevada como para que el elemento viscoso no tenga tiempo de expresarse (frecuencia infinita), las variaciones de tensión (presión) observadas corresponderán al elemento elástico y la resistencia tisular tenderá a cero. Si la frecuencia de oscilación del pulmón es muy baja (condiciones cuasiestáticas), la deformación almacenada en el elemento elástico será muy pequeña, con lo que el movimiento del elemento viscoelástico corresponderá a la disipación del elemento viscoso y la resistencia observada tendrá un valor muy alto. Así pues, el comportamiento viscoelástico implica una dependencia inversa de la resistencia con la frecuencia.<sup>15</sup>

El pulmón puede comportarse bien como un sólido elástico o bien como un líquido viscoso. La importancia radica en la diferente «habilidad» que presenta un sólido elástico en conseguir que toda la energía aportada durante la inspiración se recupere en la espiración sin perdidas: proceso reversible no generador de VILI; frente a un líquido viscoso, donde la capacidad de saturar el sistema se limita y se producirá la deformación irre-

versible del parénquima pulmonar para así no violar la primera ley de la termodinámica.

Los pacientes con SIRA obesos presentan particularidades diferentes de los pacientes con SIRA no obesos: en la literatura se ha asociado la obesidad con estancias hospitalarias más prolongadas, pero no con la mortalidad por SIRA.<sup>16</sup> Se ha atribuido a los pacientes obesos mayor probabilidad de tener complicaciones significativas durante el curso del soporte ventilatorio, incluido SIRA e insuficiencia renal aguda, sin asociación con una mayor duración de la ventilación mecánica, la duración de la estancia o la mortalidad.<sup>17</sup> Al igual que en nuestro análisis,<sup>18</sup> un informe reciente confirmó estudios previos, mostrando que la mortalidad en UCI no difirió entre pacientes obesos y no obesos.

Actualmente, no está definido un umbral de MP segura en pacientes con enfermedades graves con o sin SIRA. Diferentes autores han encontrado puntos de corte dispares, dependiendo del desenlace estudiado o el tipo de estudio analizado.<sup>19,20</sup> En nuestro estudio se objetivaron niveles de MP mayores en los grupos de pacientes que incluían enfermos con obesidad. No obstante, aún siguen sin reconocerse valores umbrales de intensidad de carga energética en la producción de VILI.

Nuestro estudio presenta las limitaciones de un estudio analítico de cohortes realizado en un solo centro, además de que no se dispongan las variaciones de las variables estudiadas en relación con el tiempo, por lo que nuestros resultados podrían no ser extrapolables a otros.

## CONCLUSIONES

En nuestro trabajo, la potencia dinámica presentó diferencias significativas entre los grupos de pacientes atendiendo a la presencia de la variable obesidad en la categorización del grupo, sin encontrarse diferencias significativas entre grupos en términos de mortalidad a 28 días.

## REFERENCIAS

1. Gonzalez-Campoy JM, St Jeor ST, Castorino K, Ebrahim A, Hurley D, Jovanovic L, et al. Clinical practice guidelines for healthy eating for the prevention and treatment of metabolic and endocrine diseases in adults: cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists/the American College of Endocrinology and the Obesity Society: executive summary. *Endocr Pract.* 2013;19:875-887. doi: 10.4158/EP13155.ESGL.
2. Schetz M, De Jong A, Deane AM, Drum L, Hemelaar P, Pelosi P, et al. Obesity in the critically ill: a narrative review. *Intensive Care Med.* 2019;45(6):757-769. doi: 10.1007/s00134-019-05594-1.
3. Toccalini P, Vicente A, Amoza RL, García Reid C, Cura AJ, Tozzi WA, Villarruel M, et al. Association between obesity and mortality in adult patients receiving invasive mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2020;44(1):18-26. English, Spanish. doi: 10.1016/j.medint.2018.07.006.
4. Jones RL, Nzekwu MM. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest.* 2006;130(3):827-833. doi: 10.1378/chest.130.3.827.
5. De Jong A, Wrigge H, Hedenstierna G, Gattinoni L, Chiumello D, Frat JP, et al. How to ventilate obese patients in the ICU. *Intensive Care Med.* 2020;46(12):2423-2435. doi: 10.1007/s00134-020-06286-x.
6. Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol.* 1960;15:377-382. doi: 10.1152/jappl.1960.15.3.377.
7. Marini JJ. Dealing With the CARDs of COVID-19. *Crit Care Med.* 2020;48(8):1239-1241. doi: 10.1097/CCM.0000000000004427.
8. Somhorst P, Van der Zee P, Endeman H, Gommers D. PEEP-FiO<sub>2</sub> table versus EIT to titrate PEEP in mechanically ventilated patients with COVID-19-related ARDS. *Crit Care.* 2022;26(1):272. doi: 10.1186/s13054-022-04135-5.
9. 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.* 2016;42(10):1567-1575. doi: 10.1007/s00134-016-4505-2.
10. González-Castro A, Cuenca Fito E, Fernandez-Rodriguez A, Escudero Acha P, Rodríguez Borregán JC, Peñasco Y. Mechanical power greater than 17 joules/min in patients with respiratory failure secondary to SARS-CoV-2 infection. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2023;47(2):115-117. doi: 10.1016/j.medine.2022.05.015.
11. Syed MKH, Selickman J, Evans MD, Dries D, Marini JJ. Elastic power of mechanical ventilation in morbid obesity and severe hypoxemia. *Respir Care.* 2021;66(4):626-634. doi: 10.4187/respcare.08234.
12. Mauri T, Yoshida T, Bellani G, Goligher EC, Carteaux G, Rittayamai N, et al. Esophageal and transpulmonary pressure in the clinical setting: meaning, usefulness and perspectives. *Intensive Care Med.* 2016;42(9):1360-1373. doi: 10.1007/s00134-016-4400-x.
13. De Lucas Ramos P, Rodríguez González-Moro JM, Rubio Socorro Y. Obesidad y función pulmonar [Obesity and lung function]. *Arch Bronconeumol.* 2004;40 Suppl 5:27-31. Spanish. doi: 10.1157/13077885.
14. Fumagalli J, Santiago RRS, Teggia Droghi M, Zhang C, Fintelmann FJ, Troschel FM, et al. Lung recruitment in obese patients with acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology.* 2019;130(5):791-803. doi: 10.1097/ALN.0000000000002638.
15. Romero PV, Cañete C, López Aguilar J, et al. *Elasticity, viscosity and plasticity in lung parenchyma.* In: Milic-Emili J, Gullo A eds. Applied physiology in respiratory mechanics, Springer Verlag, Milano, 1998, pp. 57-72.
16. Gong MN, Bajwa EK, Thompson BT, Christiani DC. Body mass index is associated with the development of acute respiratory distress syndrome. *Thorax.* 2010;65(1):44-50. doi: 10.1136/thx.2009.117572.
17. Anzueto A, Frutos-Vivar F, Esteban A, Bensalami N, Marks D, Raymundo K, et al. Influence of body mass index on outcome of the mechanically ventilated patients. *Thorax.* 2011;66(1):66-73. doi: 10.1136/thx.2010.145086.
18. De Jong A, Verzilli D, Sebbane M, Monnin M, Belafia F, Cisse M, et al. Medical versus surgical ICU obese patient outcome: a propensity-matched analysis to resolve clinical trial controversies. *Crit Care Med.* 2018;46(4):e294-e301. doi: 10.1097/CCM.0000000000002954.
19. Serpa Neto A, Deliberato RO, Johnson AEW, Bos LD, Amorim P, Pereira SM, et al; PROVE Network Investigators. Mechanical power of ventilation is associated with mortality in critically ill patients: an analysis of patients in two observational cohorts. *Intensive Care Med.* 2018;44:1914-1922. doi: 10.1007/s00134-018-5375-6
20. 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.* 2019;16:1263-1272. doi: 10.1513/AnnalsATS.201812-910OC.

Correspondencia:

Dr. Alejandro González-Castro

E-mail: e409@humv.es