



Decúbito prono prolongado: una estrategia no ventilatoria en neumonía grave por SARS-CoV-2

Prone position: a non-ventilatory strategy in patients with severe pneumonia due to SARS-CoV-2

Posição prona prolongada: uma estratégia não ventilatória em pneumonia grave devido a SARS-CoV-2

Irvin Jair Vargas García,* Jesús Salvador Sánchez Díaz,* Karla Gabriela Peniche Moguel,*
Eduardo Alberto González Escudero,* Víctor Daniel García García,* María Verónica Calyeca Sánchez*

RESUMEN

Introducción: La neumonía grave por SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) ocasiona hipoxemia severa, por lo anterior, las guías para el manejo de pacientes adultos críticamente enfermos con COVID-19 recomiendan el uso de la posición decúbito prono para mejorar la oxigenación.

Material y métodos: Estudio de cohorte, prospectivo, descriptivo y analítico. Pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos en el periodo comprendido entre el 18 de abril de 2020 y el 18 de agosto de 2021 con ventilación mecánica invasiva (VMI) secundaria a neumonía grave por SARS-CoV-2 confirmados.

Resultados: En el periodo comprendido se incluyeron 110 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión. Del total, 88 pacientes se incluyeron en el grupo de mejoría sostenida al retiro del prono y 22 en el grupo de mejoría no sostenida al retiro del prono. Se observó que la disminución del porcentaje de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ al retiro del prono es útil para predecir mortalidad con ABC de 0.740 con IC95% de (0.646-0.834) y $p = 0.001$.

Conclusión: La disminución $> 50\%$ de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ al retiro de la posición decúbito prono prolongado o mejoría no sostenida es un predictor de mortalidad en los pacientes con neumonía grave por SARS-CoV-2.

Palabras clave: Posición decúbito prono, mejoría no sostenida, mortalidad.

ABSTRACT

Introduction: Severe pneumonia due to SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) causes severe hypoxemia, therefore, the guidelines for the management of critically ill adult patients with COVID-19 recommend the use of the prone position to improve oxygenation.

Material and methods: A prospective, descriptive and analytical cohort study. Patients admitted to the intensive care unit in the period from April 18, 2020 to August 18, 2021 with confirmed IMV secondary to severe SARS-CoV-2 pneumonia.

Results: In the period covered, 110 patients who met the inclusion criteria were included. Of the total, 88 patients were included in the group with sustained improvement at prone withdrawal and 22 in the group with non-sustained improvement at prone withdrawal. It was observed that the % Decrease in $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ upon prone removal is useful to predict mortality with AUC of 0.740 with 95% CI of (0.646-0.834) and $p = 0.001$.

Conclusion: A $> 50\%$ decrease in $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ upon removal from prolonged prone position or unsustained improvement is a predictor of mortality in patients with severe SARS-CoV-2 pneumonia.

Keywords: Prone position, nonsustained improvement, mortality.

RESUMO

Introdução: A pneumonia grave por SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) causa hipoxemia grave, portanto, as diretrizes para o manejo de pacientes adultos criticamente doentes com COVID-19 recomendam o uso da posição prona para melhorar a oxigenação.

Material e métodos: Estudo de coorte, prospectivo, descritivo e analítico. Pacientes admitidos na unidade de terapia intensiva no período entre 18 de abril de 2020 e 18 de agosto de 2021 com VMI secundária a pneumonia grave por SARS-CoV-2 confirmadas.

Resultados: No período abrangido, incluíram-se 110 pacientes que atenderam aos critérios de inclusão. Do total, 88 pacientes foram incluídos no grupo melhora sustentada na retirada da posição prona e 22 no grupo melhora não sustentada na retirada da posição prona. Observou-se que a % de diminuição

da $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ na retirada da pronação é útil para prever mortalidade com ABC de 0.740 com IC de 95% de (0.646-0.834) e $p = 0.001$.

Conclusão: Uma diminuição $> 50\%$ na $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ após a retirada da posição prona prolongada ou melhora não sustentada é um preditor de mortalidade em pacientes com pneumonia grave por SARS-CoV-2.

Palavras-chave: Posição prona, melhora não sustentada, mortalidade.

INTRODUCCIÓN

El SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) utiliza los receptores de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA-2) para entrar a la célula. Dichos receptores se localizan en corazón, pulmón, páncreas, intestino y riñón; de ahí las diferentes presentaciones clínicas.¹ El SDRA (síndrome de distrés respiratorio agudo) es la expresión máxima del compromiso pulmonar en pacientes con neumonía causada por la enfermedad por coronavirus tipo 2 (COVID-19).² La neumonía grave por SARS-CoV-2 ocasiona hipoxemia severa,³ por lo anterior, las guías para el manejo de pacientes adultos críticamente enfermos con COVID-19 recomiendan el uso de la posición decúbito prono para mejorar la oxigenación.⁴ En los pacientes que desarrollan SDRA y necesitan VMI (ventilación mecánica invasiva), la posición decúbito prono implementada antes de 48 horas y por lo menos de 16 horas disminuye la mortalidad.^{5,6}

Existen pocas contraindicaciones para la posición decúbito prono, a pesar de ello, sólo 50% de los pacientes con indicación recibía esta técnica;⁷ sin embargo, durante la pandemia por COVID-19 se ha utilizado en más de 80% de los pacientes.⁸ La posición decúbito prono mejora la función pulmonar al disminuir la presión transpulmonar (PTP), favorece la ventilación más homogénea, mejora la relación ventilación-perfusión (V/Q), disminuye la «compresión» ocasionada por el mediastino y mejora la distensibilidad.⁹ Probablemente, un número mayor de horas podría incrementar los beneficios,¹⁰ y éstos se mantienen al recolocar al paciente en decúbito supino. Además, las sesiones de prono prolongado permitirían optimizar el recurso que precisa tiempo y personal experimentado.¹¹

Justificación. Los beneficios de la posición en decúbito prono en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) están bien documentados. Durante la emergencia sanitaria por COVID-19 se ha incrementado su uso. La duración de esta técnica aún es

* Hospital de Especialidades No. 14, Centro Médico Nacional «Adolfo Ruiz Cortines», Instituto Mexicano del Seguro Social, Veracruz, Veracruz.

Recibido: 21/10/2021. Aceptado: 29/10/2021.

Citar como: Vargas GIJ, Sánchez DJS, Peniche MKG, González EEA, García GVD, Calyeca SMV. Decúbito prono prolongado: una estrategia no ventilatoria en neumonía grave por SARS-CoV-2. Med Crit. 2022;36(4):197-201. <https://dx.doi.org/10.35366/105789>

controvertida porque es probable que un número mayor de horas incrementa los beneficios, manteniéndose éstos al recolocar al paciente en decúbito supino. El paso del decúbito supino al decúbito prono es un procedimiento que precisa tiempo y personal experimentado, mayor número de horas podría ayudarnos a optimizar estos puntos.

Planteamiento del problema. ¿La disminución de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ al retiro de la posición decúbito prono prolongado predice mortalidad en neumonía grave por SARS-CoV-2?

Objetivo. Determinar si la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ al retiro de la posición decúbito prono prolongado es útil para predecir mortalidad en neumonía grave por SARS-CoV-2.

Fue autorizado por el comité de investigación y ética del hospital. No se realizó consentimiento informado por tratarse de un estudio de riesgo mínimo y de no intervención.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: estudio de cohorte, prospectivo, descriptivo y analítico.

Universo de trabajo y lugar de desarrollo: pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos en el periodo comprendido entre el 18 de abril de 2020 y el 18 de agosto de 2021 con VMI secundaria a neumonía grave por SARS-CoV-2 confirmados.

Criterios de inclusión:

1. Edad ≥ 18 años.
2. Diagnóstico de neumonía grave, la cual se definió por el uso de VMI, ingresados a la unidad de cuidados intensivos.
3. Infección confirmada por SARS-CoV-2 con reacción en cadena de la polimerasa por transcriptasa reversa (PCR-RT).
4. Posición decúbito prono > 16 horas.

Criterios de exclusión:

1. Diagnóstico de neumonía grave, ingresados a la unidad de cuidados intensivos con reacción en cadena de polimerasa por transcriptasa reversa (PCR-RT) negativa.
2. Pacientes en posición decúbito prono < 16 horas o que murieran antes de este tiempo.
3. Registro de variables incompleto.
4. Pacientes < 18 años.

Criterios de eliminación:

1. Pacientes que concluyeran su tratamiento médico en otra terapia intensiva.

2. Pacientes con orden de no reanimación o de máximo alcance terapéutico.
3. Pacientes embarazadas.

De los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, se recolectaron los datos en Excel. En pacientes en posición decúbito supino con ventilación mecánica invasiva se programaba el ventilador mecánico para mantener metas de protección pulmonar, después de 30 minutos se realizaba gasometría arterial (supino), la posición decúbito prono se indicaba para los pacientes con $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ mmHg, PEEP (*Positive End Expiratory Pressure*) ≥ 5 cmH₂O y $\text{FiO}_2 \geq 0.6$, después de 60 minutos se realizaba gasometría arterial de control (post-prono), 60 minutos antes del retiro de prono (pre-retiro de prono).

Tabla 1: Características generales.

Variable	Mejoría sostenida retiro de prono N = 88 n (%)	Mejoría no sostenida retiro de prono N = 22 n (%)	p
Edad (años)	61 \pm 14	66 \pm 10	0.037
Hombres	53 (60.2)	14 (63.6)	0.769
IMC kg/m ²	32 \pm 4.8	35 \pm 8.7	0.030
SAPS II, puntos	71.76 \pm 8.1	78.47 \pm 9.3	0.000
Antecedentes			
Tabaquismo	27 (30.7)	6 (27.3)	0.755
Diabetes mellitus 2	42 (47.7)	13 (59.1)	0.340
HAS	58 (65.0)	17 (77.3)	0.306
ERC	6 (6.8)	1 (4.5)	0.690
Vasopresor	20 (22.7)	5 (22.7)	1.000
pH	7.36 \pm 0.09	7.31 \pm 0.10	0.016
PaCO_2 , mmHg	48.5 \pm 16.1	49.5 \pm 12.6	0.283
Base, mEq/L	0.5 \pm 5.1	-2.1 \pm 5.3	0.009
Lactato, mEq/L	1.6 \pm 0.62	1.6 \pm 0.65	0.846
TRR	3 (3.4)	2 (9.1)	0.252
DD, ng/mL	2,359 \pm 2,383	2,458 \pm 2,892	0.846
PCR, mg/mL	116 \pm 88	158 \pm 97	0.019
Vt, mL/kg predicho	6.6 \pm 0.85	6.6 \pm 0.65	0.730
PEEP, cmH ₂ O	8 (7.9)	9 (7.9)	0.273
Plateau, cmH ₂ O	21 \pm 2.8	23 \pm 3.4	0.005
DP, cmH ₂ O	13 \pm 2.89	13.14 \pm 3.60	0.366
EV (L/min)	2.2 \pm 0.74	2.3 \pm 0.68	0.851
PM (J/min)	18 \pm 4.0	21 \pm 5.6	0.004
Reintubación	15 (17.0)	7 (31.8)	0.121
Traqueostomía	4 (4.5)	2 (9.1)	0.401
% Aumento de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ inicio de prono	90 \pm 76.85	163 \pm 110.56	0.006
% Disminución de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ retiro de prono	17.86 \pm 20.80	64.90 \pm 7.20	0.001
Días UCI	7.7 \pm 4.4	7.9 \pm 4.3	0.856
Días VM	6.1 \pm 4.0	7.8 \pm 4.3	0.037
Mortalidad	41 (46.6)	18 (81.8)	0.003

IMC = índice de masa corporal, SAP II = *Simplified Acute Physiology Score II*, ERC = enfermedad renal crónica, pH = potencial de hidrogeniones, PaCO_2 = presión arterial de dióxido de carbono, PCR = proteína C reactiva, DD = dímero D, TRR = terapia de reemplazo renal, Vt = volumen corriente, PEEP = *positive end expiratory pressure*, DP = *driving pressure*, EV = eficiencia ventilatoria, PM = poder mecánico, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ = presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno, UCI = unidad de cuidados intensivos, VM = ventilación mecánica.
Fuente: Propia.

Tabla 2: Variables que correlacionan con mortalidad en la unidad de cuidados intensivos.

Variable	r	p
SAPS II	0.358	0.000
% Disminución de PaO ₂ /FiO ₂ retiro prono	-0.336	0.001
Vasopresor	0.330	0.000
Tabaquismo	0.290	0.002
Sin comorbilidad	-0.284	0.003
Mejoría sostenida retiro de prono	0.283	0.003
PM	0.275	0.004
% Aumento de PaO ₂ /FiO ₂ inicio de prono	0.153	0.110

SAPS II = *Simplified Acute Physiology Score II*, PaO₂/FiO₂ = presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno, PM = poder mecánico.

se realizaba gasometría arterial de control y 60 minutos después del retiro del prono (post-retiro de prono). Se obtuvieron datos demográficos, valores de laboratorio, los parámetros del ventilador se registraron cuando el paciente se encontraba en posición supino, se calculó la puntuación de SAPS II (*Simplified Acute Physiology Score II*). El resultado primario fue mortalidad a 28 días en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Se consideró sobreviviente al paciente al ser dado de alta de la unidad.

Análisis estadístico. La distribución de las variables cuantitativas se presenta como media (desviación estándar) y las variables cualitativas se expresan como frecuencia (porcentaje). Se construyó una curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) que evalúa el desempeño del «porcentaje de disminución de la PaO₂/FiO₂ al retiro del prono» para detección de mortalidad. El punto de corte se estableció en 50%. Se obtuvieron los valores del área bajo la curva (ABC) con intervalo de confianza de 95% (IC 95%) y valor de p. La muestra se dividió en dos grupos: mejoría sostenida al retiro del prono (< 50% de disminución de la PaO₂/FiO₂) y mejoría no sostenida al retiro del prono (> 50% de disminución de la PaO₂/FiO₂). Los grupos obtenidos se compararon utilizando la prueba t de Student o U de Mann Whitney según la distribución de las variables cuantitativas, normal y no normal respectivamente. Las variables cualitativas se compararon mediante la prueba de χ^2 o exacta de Fisher, según corresponda. La supervivencia se evaluó mediante Kaplan-Meier y pruebas de Log-Rank. Consideramos valores de p < 0.05 para indicar significancia. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software SPSS versión 22.

RESULTADOS

En el periodo comprendido se incluyeron 110 pacientes que cumplieron con los criterios inclusión. Del total, 88 pacientes se incluyeron en el grupo de *mejoría sostenida al retiro del prono* y 22 en el grupo de *mejoría no sostenida al retiro del prono*. La media del porcentaje

de aumento de la PaO₂/FiO₂ al inicio del prono fue de 90 ± 76.85 y de 163 ± 110.56 mmHg para los grupos de *mejoría sostenida* y *mejoría no sostenida al retiro del prono* respectivamente con diferencia estadística. Por otro lado, la disminución del porcentaje de la PaO₂/FiO₂ al retiro del prono fue de 17.86 ± 20.80 y de 64.90 ± 7.20 mmHg para los grupos de *mejoría sostenida* y *mejoría no sostenida al retiro del prono* respectivamente con diferencia estadística. En la *Tabla 1* se observa el resto de las características generales de la población.

En la *Tabla 2* se observan las variables que correlacionan con mortalidad en la unidad de cuidados intensivos. El SAPS II y la disminución del porcentaje de la PaO₂/FiO₂ al retiro del prono son los que tienen mejor correlación con relevancia estadística.

La *Tabla 3* reporta área bajo la curva para predictores de mortalidad en la unidad de cuidados intensivos. Se observa que la disminución del porcentaje de la PaO₂/FiO₂ al retiro del prono tiene ABC de 0.740 con IC95% de (0.646-0.834) y p = 0.001. La *Figura 1* muestra el análisis de supervivencia mediante Kaplan-Meier respecto al porcentaje de disminución de la PaO₂/FiO₂ al retiro del prono.

DISCUSIÓN

La posición decúbito prono se utiliza desde 1976 cuando se informó que esta técnica mejoraba la oxigenación.¹² Se ha documentado que la posición decúbito prono prolongada hasta 36 horas es viable, segura y ofrece mayor proporción en la mejoría de la oxigenación con respecto a la posición decúbito prono no prolongada.¹⁰ De hecho, el incremento ≥ 53% de la PaO₂/FiO₂ en pacientes con SDRA moderado-grave, 12 horas después de la posición decúbito prono mejora la supervivencia con HR 0.11, IC95 0.05-0.25, p ≤ 0.001 y ABC 0.87, IC95% 0.80-0.94, sensibilidad de 91.5% y especificidad de 73.3%.¹³ Recordemos que el factor que más contribuye al incremento de la PaO₂/FiO₂ es la mejoría de la relación V/Q, disminuyendo la presión transpulmonar y favoreciendo la ventilación más homogénea.¹⁴ Evita presiones y volúmenes inapropiados, en otras palabras, estrés y *strain* excesivos.¹⁵ En nuestro

Tabla 3: Área bajo la curva para predictores de mortalidad en unidad de cuidados intensivos.

Variable	ABC	IC95%	p
% Disminución de PaO ₂ /FiO ₂ retiro prono	0.740	(0.646-0.834)	0.001
SAPS II	0.707	(0.610-0.804)	0.001
PM	0.627	(0.533-0.731)	0.022
% Aumento de PaO ₂ /FiO ₂ inicio de prono	0.531	(0.422-0.640)	0.422

SAPS II = *Simplified Acute Physiology Score II*, PaO₂/FiO₂ = presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno, PM = poder mecánico.

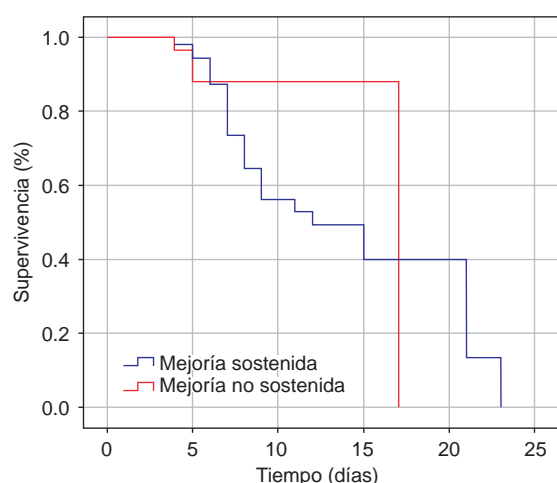


Figura 1: Mortalidad respecto al porcentaje de disminución de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ al retiro de prono.

estudio, tanto el grupo de *mejoría sostenida* como el de *mejoría no sostenida al retiro del prono* presentaron incremento de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 53\%$, pero la disminución del porcentaje de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ al retiro del prono tuvo mejor ABC con 0.740, IC95% 0.646-0.834, $p = 0.001$.¹⁶ La eliminación del dióxido de carbono (CO_2) es tan importante como el incremento de la oxigenación. El reclutamiento de unidades bien perfundidas, pero mal ventiladas previamente, disminuye los cortocircuitos y por lo tanto, favorece la eliminación de PaCO_2 . En nuestra población no existió diferencia estadística en la PaCO_2 entre el grupo de *mejoría sostenida* y el de *mejoría no sostenida al retiro del prono*.¹⁷ Estos beneficios de la posición decúbite prono están bien documentados en pacientes con SDRA secundario a SARS-CoV-2.¹⁸

Se considera paciente respondedor a la posición decúbite prono cuando $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ incrementa por lo menos 20% o 20 mmHg y cuando la PaCO_2 disminuye 1 mmHg. Por otra parte, puede clasificarse esta mejoría como persistente o no persistente si la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ disminuye parcialmente o disminuye de forma considerable una vez que el paciente es colocado en posición supino.¹⁹ De hecho, se ha reportado que la disminución $> 49\%$ de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, después del primer ciclo de posición decúbite prono o al retornar a la posición supino, está relacionada con mayor tasa de traqueostomía (70.5% versus 47.9, $p = 0.008$) y mayor mortalidad (53.7% frente a 33.3%, $p = 0.006$). Además, esta respuesta o «mejoría sostenida» de la oxigenación después del primer ciclo de posición decúbite prono o al retornar a la posición supino se asocia de forma independiente con la extubación (RR 1.563, IC95% 1.329-1.838, $p \leq 0.001$).²⁰ Para nosotros el mejor punto de corte para dividir a los grupos en *mejoría sostenida* y *mejoría no sostenida al retiro del prono* fue la disminución $> 50\%$ de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, existiendo

diferencias en los días de VM con 6.1 y 7.8, $p = 0.037$ y la mortalidad con 41.6 versus 81.8% respectivamente, con $p = 0.003$. Parte de la ventilación protectora, volumen corriente bajo,²¹ limitar la presión meseta,²² el poder mecánico,²³ el *driving pressure*,²⁴ y favorecer la eficiencia ventilatoria²⁵ debe incluir posición decúbite prono prolongado (> 24 horas) iniciando antes de 24 horas cuando la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ es < 150 mmHg.²⁶

CONCLUSIONES

La disminución $> 50\%$ de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ al retiro de la posición decúbite prono prolongado o mejoría no sostenida es un predictor de mortalidad en los pacientes con neumonía grave por SARS-CoV-2.

REFERENCIAS

- Vaduganathan M, Vardeny O, Michel T, et al. Renin-angiotensin-aldosterone system inhibitors in patients with covid-19. *N Engl J Med*. 2020;382(17):1653-1659.
- Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020;8(5):475-481.
- Singh AK, Gupta R, Ghosh A, Misra A. Diabetes in COVID-19: prevalence, pathophysiology, prognosis and practical considerations. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev*. 2020;14:303-310.
- Alhazzani W, Moller MH, Arabi YM, et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Med*. 2020;46(5):854-887.
- Guérin C, Reignier J, Richard J, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013;368:2159-2168.
- Munshi L, Del Sorbo L, Adhikari NKJ, et al. Prone position for acute respiratory distress syndrome. A systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14(Supplement_4):S280-S288.
- Guérin C, Constantin JM, Bellani G, et al. A prospective international observational prevalence study on prone positioning of ARDS patients: The APRONET (ARDS Prone Position Network) study. *Intensive Care Med*. 2018;44:22-37.
- Ramírez P, Gordón M, Martín-Cerezuola M, et al. Acute respiratory distress syndrome due to COVID-19. Clinical and prognostic features from a medical Critical Care Unit in Valencia, Spain. *Med Intensiva*. 2021;45:27-34.
- Guérin C, Albert RK, Beitler J, et al. Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom. *Intensive Care Med*. 2020;46(12):2385-2396.
- Carsetti A, Damia Paciarini A, Marini B, Pantanetti S, Adrario E, Donati A. Prolonged prone position ventilation for SARS-CoV-2 patients is feasible and effective. *Crit Care*. 2020;24(1):225.
- Azoulay E, De Waele J, Ferrer R, et al. Symptoms of burnout in intensive care unit specialists facing the COVID-19 outbreak. *Ann Intensive Care*. 2020;10:110.
- Piehl MA, Brown RS. Use of extreme position changes in acute respiratory failure. *Crit Care Med*. 1976;4(1):13-14.
- Lee HY, Cho J, Kwak N, et al. Improved oxygenation after prone positioning may be a predictor of survival in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2020;48(12):1729-1736.
- Pelosi P, Brazzi L, Gattinoni L. Prone position in acute respiratory distress syndrome. *Eur Respir J*. 2002;20:1017-1028.
- Chiumello D, Carlesso E, Cadringer P, et al. Lung stress and strain during mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;5;178(4):346-355.

16. Lee HY, Cho J, Kwak N, et al. Improved oxygenation after prone positioning may be a predictor of survival in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2020;48(12):1729-1736.
17. Gattinoni L, Vagginelli F, Carlesso E, et al. Decrease in PaCO₂ with prone position is predictive of improved outcome in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2003;31:2727-2733.
18. Peterson LN, Gattinoni L. Response to proning in moderate to severe acute respiratory distress syndrome: a new talking point in an ongoing conversation. *Crit Care Med.* 2020;48(12):1889-1891.
19. Kopterides P, Siempos II, Armaganidis A. Prone positioning in hypoxemic respiratory failure: meta-analysis of randomized controlled trials. *J Crit Care.* 2009;24:89-100.
20. Scaramuzzo G, Gamberini L, Tonetti T, et al. Sustained oxygenation improvement after first prone positioning is associated with liberation from mechanical ventilation and mortality in critically ill COVID-19 patients: a cohort study. *Ann Intensive Care.* 2021;11:63.
21. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network, Brower RG, Matthay MA, 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;342:1301-1308.
22. Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial I. Cavalcanti AB, Suzumura EA, et al. Effect of lung recruitment and titrated positive end-expiratory pressure (PEEP) vs low PEEP on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2017;318(14):1335-1345.
23. Gattinoni L, Tonetti T, Cressoni M, et al. Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. *Intensive Care Med.* 2016;42(10):1567-1575.
24. Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2015;372:747-755.
25. Sinha P, Singh S, Hardman JG, Australia and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group. Evaluation of the physiological properties of ventilatory ratio in a computational cardiopulmonary model and its clinical application in an acute respiratory distress syndrome population. *Br J Anaesth.* 2014;112(1):96-101.
26. Camporota L, Sanderson B, Chiumello D, et al. Prone position in COVID-19 and -COVID-19 acute respiratory distress syndrome: an international multicenter observational comparative study. *Crit Care Med.* 2022;50(4):633-643.

Financiamiento: El presente trabajo no recibió patrocinios para su realización.

Conflicto de intereses: Los autores declaramos no tener conflicto de intereses.

Correspondencia:

Dr. Jesús Salvador Sánchez Díaz

E-mail: drsalvadorsanchezdiaz@gmail.com