



# Estandarización de la PaO<sub>2</sub> para la PaCO<sub>2</sub> en la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> como predictor de mortalidad en pacientes con posición prono y COVID-19 severo

Standardization of PaO<sub>2</sub> to PaCO<sub>2</sub> in PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio as a predictor of mortality in patients with prone position and severe COVID-19

*Padronização da PaO<sub>2</sub> para PaCO<sub>2</sub> na relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> como preditor de mortalidade em pacientes com posição prona e COVID-19 grave*

Claudia Berenice Márquez Torres,\* Ma. Natalia Gómez González,\* Hugo Eduardo Guerrero Topete,\* Carlos Jiménez Correa,\* Carlos Eduardo Rodríguez Cázares,\* Gabriel Moreno Romero\*

## RESUMEN

**Introducción:** en 2019, se dio a conocer de manera universal el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) causado por el coronavirus (COVID-19), el cual puede manifestarse desde formas asintomáticas hasta estadios clínicos caracterizados por insuficiencia respiratoria aguda, neumonía, choque séptico e insuficiencia multiorgánica, los cuales precisan requerimientos de ventilación mecánica. Los marcadores de predicción de mortalidad son útiles para priorizar a los pacientes con mayor riesgo, lo que mejora la atención de estos enfermos.

**Objetivo:** evaluar la estandarización de la PaO<sub>2</sub> para la PaCO<sub>2</sub> en la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> como predictor de mortalidad hospitalaria en pacientes pronados bajo ventilación mecánica invasiva con insuficiencia respiratoria aguda por COVID-19.

**Material y métodos:** cohorte observacional, retrospectiva, analítica de pacientes que ingresaron al Servicio de la Unidad de Cuidados Intensivos en el periodo de abril a septiembre de 2020. Se incluyeron aquellos con infección por SARS-CoV-2 confirmada por laboratorio; presencia de consolidación y/u opacidades en vidrio esmerilado en la radiografía de tórax y/o en la tomografía computarizada pulmonar y presencia de insuficiencia respiratoria aguda, que requirieran ventilación mecánica invasiva. Se consideró que había insuficiencia respiratoria aguda cuando la PaO<sub>2</sub> era < 60 mmHg con FiO<sub>2</sub> = 21%. Se excluyeron aquellos en quienes no se contó con los registros de la gasometría arterial antes y después de colocados en posición prono. Se registraron datos demográficos, clínicos y gasométricos para obtener el valor de la PaO<sub>2</sub> estandarizada para la PaCO<sub>2</sub> (STPaO<sub>2</sub>), así como la mortalidad y días de ventilación mecánica en la unidad.

**Resultados:** se analizaron un total de 74 pacientes, con edad promedio de  $53.50 \pm 12.77$  años, con predominio de hombres (63%). La mayoría de los pacientes se ubicó en los grupos de obesidad leve y moderada de acuerdo con su índice de masa corporal (IMC)  $31 \pm 4.71$  kg/m<sup>2</sup>. Respecto a los parámetros gasométricos antes de la posición prona, se registró una PaO<sub>2</sub> de  $81.94 \pm 29.11$  y PaCO<sub>2</sub> de  $44.62 \pm 10.51$  versus  $97.37 \pm 44.50$  mmHg y  $40.45 \pm 8.51$  mmHg, respectivamente, después de colocados en la posición. La STPaO<sub>2</sub> reportada previa a la posición prona fue de  $89.62 \pm 39.77$  versus  $98.11 \pm 45.02$  posterior al prono. La mortalidad en esta cohorte fue de 44.6%. Luego, se distribuyó a la población en dos grupos (sobrevivientes versus no sobrevivientes); en ninguno de los parámetros gasométricos se encontró diferencia significativa entre ambos grupos. Después de la colocación de los pacientes en posición prono y de la toma del control de gasometría arterial, sólo para la FiO<sub>2</sub> y la relación SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> se encontró una diferencia significativa entre los sobrevivientes y no sobrevivientes ( $p = 0.03$  para ambas variables). En el análisis ROC, la FiO<sub>2</sub> obtuvo un AUC de 0.644 (IC95% 0.517-772) con un valor de  $p = 0.034$  para predecir mortalidad y la SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> un AUC de 0.647 (IC95% 0.520-0.775) con  $p = 0.03$  para predecir supervivencia, en el periodo postprono; la STPaO<sub>2</sub> no

obtuvo AUC con valores de  $p < 0.05$  ni antes ni después del cambio de posición para discriminar mortalidad.

**Conclusión:** si bien los resultados en este estudio no favorecen la estandarización de la PaO<sub>2</sub> para la PaCO<sub>2</sub> en la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, si se sugiere el uso de la FiO<sub>2</sub> y la relación SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> como predictores de mortalidad, específicamente en aquellos pacientes que desarrollaron insuficiencia respiratoria bajo ventilación mecánica invasiva por COVID-19.

**Palabras clave:** COVID-19, síndrome de distrés respiratorio agudo, presión arterial de oxígeno, mortalidad, paciente crítico.

## ABSTRACT

**Introduction:** in 2019, severe acute respiratory syndrome (SARS-CoV-2) became universally known, caused by the coronavirus (COVID-19), which can manifest from asymptomatic forms or to clinical stages characterized by acute respiratory failure, pneumonia, septic shock and multiple organ failure, which require mechanical ventilation requirements. Mortality prediction markers are useful to prioritize patients at higher risk, improving the care of these patients.

**Objective:** to evaluate the standardization of PaO<sub>2</sub> to PaCO<sub>2</sub> in the PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio as a predictor of hospital mortality in patients with prone position and invasive mechanical ventilation with acute respiratory failure by COVID-19.

**Material and methods:** observational, retrospective, analytical cohort of patients admitted to the Intensive Care Unit service in the period from April to September 2020. Those with laboratory-confirmed SARS-CoV-2 infection; presence of consolidation and/or ground-glass opacities on chest X-ray and/or pulmonary computed tomography and presence of acute respiratory failure, requiring invasive mechanical ventilation, were included. Acute respiratory failure was considered to be present when PaO<sub>2</sub> was < 60 mmHg with FiO<sub>2</sub> 0.21, excluding those in whom arterial blood gas records were not available before and after prone positioning. Demographic, clinical and blood gas data were recorded to obtain the PaO<sub>2</sub> value standardized for PaCO<sub>2</sub> (STPaO<sub>2</sub>), as well as mortality and days of mechanical ventilation in the unit.

**Results:** a total of 74 patients were analyzed, with a mean age of  $53.50 \pm 12.77$  years, with a predominance of men 63%, most patients were located in the groups of mild and moderate obesity according to their BMI  $31 \pm 4.71$  kg/m<sup>2</sup>. Gasometric parameters before prone position were PaO<sub>2</sub> of  $81.94 \pm 29.11$  and PaCO<sub>2</sub> of  $44.62 \pm 10.51$  vs  $97.37 \pm 44.50$  mmHg and  $40.45 \pm 8.51$  mmHg respectively after being placed in the position. Reported STPaO<sub>2</sub> pre-prone was  $89.62 \pm 39.77$  vs  $98.11 \pm 45.02$  post-prone. Mortality in this cohort was 44.6%. The population was then divided into two groups (survivors vs non-survivors), where no significant differences were found between the two groups for any of the blood gas parameters. After the patients were placed in prone position and arterial blood gas monitoring was performed, only for FiO<sub>2</sub> and SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio a significant difference was found between survivors and non-survivors ( $p = 0.03$  for both variables). In the ROC analysis FiO<sub>2</sub> obtained an AUC 0.644 (95% CI 0.517-772)  $p = 0.034$  to predict mortality and SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> AUC 0.647 (95% CI 0.520-0.775) with a value of  $p = 0.03$  to predict survival, in the postpronation period; STPaO<sub>2</sub> did not obtain AUC with values of  $p < 0.05$  neither before nor after the change of position to discriminate mortality.

**Conclusion:** although the results in this study do not favor the standardization of PaO<sub>2</sub> to PaCO<sub>2</sub> in the PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio, it does suggest the use of FiO<sub>2</sub> and SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio as predictors of mortality, specifically in those patients who developed respiratory failure under invasive mechanical ventilation by COVID-19.

**Keywords:** COVID-19, acute respiratory distress syndrome, arterial oxygen pressure, mortality, critically ill patient.

\* Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Especialidades No. 1 del Centro Médico Nacional del Bajío, Instituto Mexicano del Seguro Social. León, Guanajuato, México.

Recibido: 15/09/2023. Aceptado: 08/10/2023.

**Citar como:** Márquez TCB, Gómez GMN, Guerrero THE, Jiménez CC, Rodríguez CCE, Moreno RG. Estandarización de la PaO<sub>2</sub> para la PaCO<sub>2</sub> en la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> como predictor de mortalidad en pacientes con posición prono y COVID-19 severo. Med Crit. 2023;37(8):666-671. <https://dx.doi.org/10.35366/115224>

**RESUMO**

**Introdução:** em 2019, tornou-se universalmente conhecida a síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2), causada pelo coronavírus (COVID-19), que pode se manifestar desde formas assintomáticas ou por estágios clínicos caracterizados por insuficiência respiratória aguda, pneumonia, choque séptico e falência múltipla de órgãos, que necessitam de ventilação mecânica. Os marcadores de predição de mortalidade são úteis para priorizar pacientes de maior risco, melhorando o atendimento desses pacientes.

**Objetivo:** avaliar a padronização da  $\text{PaO}_2$  para  $\text{PaCO}_2$  na relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  como preditor de mortalidade hospitalar em pacientes pronados sob ventilação mecânica invasiva com insuficiência respiratória aguda por COVID-19.

**Material e métodos:** coorte observacional, retrospectivo e analítico de pacientes que deram entrada no serviço de Unidade de Terapia Intensiva no período de abril a setembro de 2020. Incluíram-se aqueles com infecção por SARS-CoV-2 confirmada laboratorialmente; presença de consolidação e/ou opacidades em vaso foscas na radiografia de tórax e/ou tomografia computadorizada pulmonar e presença de insuficiência respiratória aguda, que necessitaram de ventilação mecânica invasiva. Considerou-se a insuficiência respiratória aguda presente quando a  $\text{PaO}_2$  era  $< 60 \text{ mmHg}$  com  $\text{FiO}_2 0.21$ ; excluíram-se aqueles nos quais os registros de gasometria arterial não estavam disponíveis antes e depois de serem colocados em posição prona. Registraram-se dados demográficos, clínicos e gasométricos para obtenção do valor de  $\text{PaO}_2$  padronizado para  $\text{PaCO}_2$  (STPaO<sub>2</sub>), bem como mortalidade e dias de ventilação mecânica na unidade.

**Resultados:** analisaram-se um total de 74 pacientes, com idade média de  $53.50 \pm 12.77$  anos, com predominância de homens 63%, a maioria dos pacientes estava localizada nos grupos de obesidade leve e moderada de acordo com o IMC  $31 \pm 4.71 \text{ kg/m}^2$ . Em relação aos parâmetros da gasometria antes da posição prona, foram registradas  $\text{PaO}_2$  de  $81.94 \pm 29.11$  e  $\text{PaCO}_2$  de  $44.62 \pm 10.51$  vs  $97.37 \pm 44.50 \text{ mmHg}$  e  $40.45 \pm 8.51 \text{ mmHg}$ , respectivamente, após ser colocado em posição prona. A STPaO<sub>2</sub> relatada antes da posição foi de  $89.62 \pm 39.77$  vs  $98.11 \pm 45.02$  após a posição prona. A mortalidade nesta coorte foi de 44.6%. Em seguida, a população foi dividida em dois grupos (sobreviventes vs não sobreviventes), onde não foi encontrada diferença significativa entre os dois grupos em nenhum dos parâmetros gasométricos. Após colocar os pacientes em posição prona e realizar o controle da gasometria arterial, apenas para a  $\text{FiO}_2$  e a relação  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  encontrou-se uma diferença significativa entre sobreviventes e não sobreviventes ( $p = 0.03$  para ambas as variáveis). Na análise ROC, a  $\text{FiO}_2$  obteve AUC de 0.644 (IC95% 0.517-772)  $p = 0.034$  para prever mortalidade e  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  AUC 0.647 (IC95% 0.520-0.775) com valor de  $p = 0.03$  para prever sobrevida, no período pós-pronação; STPaO<sub>2</sub> não obteve AUC com valores de  $p < 0.05$  nem antes nem depois da mudança de posição para discriminar mortalidade.

**Conclusão:** embora os resultados deste estudo não favoreçam a padronização da  $\text{PaO}_2$  em relação à  $\text{PaCO}_2$  na relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , sugere-se a utilização da  $\text{FiO}_2$  e da relação  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  como preditores de mortalidade, especificamente naqueles pacientes que desenvolveram insuficiência respiratória sob ventilação mecânica invasiva por COVID-19.

**Palavras-chave:** COVID-19, síndrome do desconforto respiratório agudo, pressão de oxigênio no sangue, mortalidade, paciente em estado crítico.

**Abreviaturas:**

AUC = área abaixo la curva (*Area Under the Curve*).

COVID-19 = enfermedad por coronavirus de 2019.

$\text{FiO}_2$  = fracción de oxígeno inspirado.

IC95% = intervalo de confianza de 95%.

IMC = índice de masa corporal.

P/F =  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$

$\text{PaO}_2$  = presión arterial de oxígeno.

ROC = característica operativa del receptor (*Receiver Operating Characteristic*).

SARS-CoV-2 = *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (síndrome respiratorio agudo grave coronavirus 2).

SDRA = síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

STPaO<sub>2</sub> =  $\text{PaO}_2$  estandarizada.

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos.

**INTRODUCCIÓN**

A partir de los últimos meses de 2019 el mundo padeció una pandemia ocasionada por el coronavirus más ampliamente propagado, el coronavirus 2 del síndrome

respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2), causante de la enfermedad por coronavirus (COVID-19).<sup>1-3</sup> La alta transmisibilidad y patogenicidad del virus se observó desde el comienzo de la pandemia, lo cual fue constante en todo el mundo.<sup>4,5</sup>

A nivel mundial, se tenían reportados 760'279,195 casos confirmados y 6'873,208 defunciones por COVID-19 al 14 de marzo de 2023.<sup>6</sup> Mientras que, en México, a la misma fecha, eran 7'511,746 los casos confirmados y 333,333 las defunciones.<sup>7</sup>

La COVID-19, dentro de su amplio espectro clínico, se manifiesta desde formas asintomáticas o poco sintomáticas hasta estadios clínicos caracterizados por insuficiencia respiratoria aguda, neumonía, choque séptico e insuficiencia multiorgánica, los cuales requieren de ventilación mecánica.<sup>8-10</sup>

Se ostentan cifras de hasta 33% de pacientes hospitalizados con manifestaciones de síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SDRA) en la COVID-19.<sup>11</sup>

En unidades de cuidados intensivos, se emplea la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  como un coeficiente, índice, que mide la gravedad del SDRA según la definición de Berlín.<sup>12</sup> Actualmente, en el contexto de la COVID-19, éste ha demostrado su utilidad en la predicción de eventos adversos.<sup>13</sup>

Asimismo, la deficiencia en la estandarización en el monitoreo puede dar lugar a un subdiagnóstico o una clasificación errónea de la gravedad del SDRA, ya que existe una relación no lineal entre la fracción de oxígeno inspirado ( $\text{FiO}_2$ ) y la presión arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ); por lo tanto, la  $\text{FiO}_2$  aplicada puede influir en la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  (P/F) en el momento del diagnóstico. Además de eso, utilizar únicamente la gasometría arterial como pauta para el diagnóstico de SDRA, la cual puede realizarse durante momentos de inestabilidad transitoria (por ejemplo, secuela del mal manejo de secreciones que provocan obstrucción mucosa), puede conducir a un sobrediagnóstico de la patología, a una clasificación errónea o sobreestimación de la gravedad del SDRA.<sup>14-16</sup>

En concreto se explica la necesidad de estandarización en la medición de la relación P/F, para lo cual, una opción es la propuesta por Mays, quien sugirió que la estimación de la gravedad del desajuste entre ventilación y perfusión se puede optimizar estandarizando la  $\text{PaO}_2$  para la  $\text{PaCO}_2$  a través de la siguiente fórmula:<sup>17-19</sup>

$$\text{PaO}_2 \text{ estandarizada (STPaO}_2) = \\ 1.66 * \text{PaCO}_2 + \text{PaO}_2 - 66.4$$

El objetivo de este estudio fue evaluar la estandarización de la  $\text{PaO}_2$  para la  $\text{PaCO}_2$  en la relación P/F como predictor de mortalidad hospitalaria en pacientes con posición prona e insuficiencia respiratoria aguda debido a COVID-19.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio es una cohorte observacional, retrospectiva, analítica con pacientes que ingresaron al Servicio de Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional del Bajío del estado de Guanajuato del Instituto Mexicano del Seguro Social, unidad médica de tercer nivel de atención, en el periodo de abril a septiembre de 2020.

Los criterios de inclusión fueron: diagnóstico de infección por SARS-CoV-2 confirmada por laboratorio (resultado positivo mediante reacción en cadena de la polimerasa [PCR] en tiempo real de hisopos nasales o faríngeos, o aspirados del tracto respiratorio inferior); presencia de consolidación y/u opacidades en vidrio esmerilado en la radiografía de tórax y/o en la tomografía computarizada pulmonar y presencia de insuficiencia respiratoria aguda (se consideró que había insuficiencia respiratoria aguda cuando la  $\text{PaO}_2$  era  $< 60 \text{ mmHg}$  con  $\text{FiO}_2 = 21\%$ ) que requiriera ventilación mecánica invasiva y fueran colocados en posición prono como parte de su tratamiento.

Se excluyeron aquellos casos con necesidad de intubación endotraqueal y ventilación mecánica invasiva antes del ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y antecedente de insuficiencia respiratoria crónica. Se eliminaron los enfermos que fallecieron antes de completar el seguimiento (después de la posición prono).

Para cada paciente del estudio se recabó historia clínica, datos de gasometría arterial ( $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{pH}$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{FiO}_2$ ) al ingreso hospitalario y al momento del ingreso a la UCI, apoyo respiratorio recibido durante la estancia hospitalaria y fecha de defunción o recuperación de insuficiencia respiratoria. Después del ingreso de los pacientes incluidos a la UCI, se le colocó a toda la población una línea arterial y se obtuvo la gasometría arterial para obtener los parámetros requeridos (antes de colocarlos en posición prono), el control gasométrico se tomó dentro de las primeras tres horas después de que el paciente se colocó en posición prono.

La  $\text{PaO}_2$  se estandarizó para  $\text{PaCO}_2$  usando la fórmula:<sup>16</sup>

$$\text{PaO}_2 \text{ estandarizada (STPaO}_2) = 1.66 * \text{PaCO}_2 + \text{PaO}_2 - 66.4.$$

Se calcularon P/F, STPaO<sub>2</sub> para cada sujeto. Para STP/F y P/F, se utilizaron los datos de las gasometrías arteriales del primer día de ingreso en la UCI con el sujeto de estudio que había inspirado oxígeno a una  $\text{FiO}_2$  fija durante al menos 10 minutos.

El control gasométrico se realizó después de colocar al paciente en posición prono, realizando la misma fórmula que en la primera toma.

**Tabla 1: Características clínicas de la población en estudio (N = 74).**

	Media ± DE
Edad (años)	53.55 ± 12.77
Sexo, n (%)	
Masculino	47 (63.5)
Femenino	27 (36.5)
Comorbilidades, n (%)	
Diabetes mellitus tipo 2	25 (33.8)
Asma	1 (1.4)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	9 (12.2)
Demográficos	
Peso (kg)	84.89 ± 15.79
Talla (m)	1.65 ± 0.09
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	31 ± 4.07
Días de ventilación mecánica	10.64 ± 5.16
Mortalidad en la UCI, n (%)	33 (44.6)
Parámetros gasométricos (preprono)	
$\text{PaO}_2$ (mmHg)	81.94 ± 29.11
$\text{PaCO}_2$ (mmHg)	44.62 ± 10.51
Fracción inspirada de oxígeno	0.91 ± 0.11
$\text{SpO}_2$ (%)	87.43 ± 9.20
$\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$	99.06 ± 25.61
STPaO <sub>2</sub>	89.62 ± 33.77
Parámetros gasométricos (postprono)	
$\text{PaO}_2$ (mmHg)	97.37 ± 44.50
$\text{PaCO}_2$ (mmHg)	40.45 ± 8.51
Fracción inspirada de oxígeno	0.60 ± 0.17
$\text{SpO}_2$ (%)	94.39 ± 2.98
$\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$	169.5 ± 49.35
STPaO <sub>2</sub>	98.11 ± 45.02

DE = desviación estándar. UCI = Unidad de Cuidados Intensivos.

**Tamaño de la muestra.** Se tomó el total del universo de estudio, derivado del número de pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, muestreo no probabilístico por conveniencia.

**Análisis estadístico.** Los datos se describieron mediante el uso de proporciones y porcentajes para las variables cualitativas; mientras para las variables cuantitativas se utilizaron media y desviación estándar (para las variables en las que se demostró normalidad y homocedasticidad), o mediana y rango intercuartílico (para las variables en las que no fue posible demostrar normalidad). La verificación de la normalidad se realizó mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

La comparación de variables cuantitativas continuas entre grupos se efectuó mediante la prueba de t de Student, y para aquellas cualitativas se utilizó  $\chi^2$ . Para definir la precisión del ajuste de la fórmula y su predicción sobre la mortalidad se aplicó el análisis de ROC, utilizando el punto del índice de Youden.

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS versión 27, considerando como significativo los valores de  $p < 0.05$ .

**Aspectos éticos.** Este trabajo fue realizado con la aprobación de los comités de ética e investigación institucional con número de registro R-2023-1001-120. El

presente estudio se considera sin riesgo de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación.

## RESULTADOS

Se analizó un total de 74 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión. La descripción de la población de estudio se detalla en la **Tabla 1**. La edad media registrada fue de  $53.55 \pm 12.77$  años. Hubo predominio de hombres (63%). El promedio de peso corporal fue  $84.89 \pm 15.79$  kg y el de la talla  $1.65 \pm 0.09$  m. La media de **índice de masa corporal** (IMC) fue  $31 \pm 4.71$  kg/m<sup>2</sup>, lo que situó a los pacientes entre los grupos de obesidad leve y moderada. La comorbilidad más frecuente fue diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (33.8%).

Respecto a los parámetros gasométricos antes de la posición prona, se registró una  $\text{PaO}_2$  de  $81.94 \pm 29.11$  y  $\text{PaCO}_2$  de  $44.62 \pm 10.51$  versus  $97.37 \pm 44.50$  mmHg y  $40.45 \pm 8.51$  mmHg, respectivamente, después de colocados en la posición. Sin embargo, la STPaO<sub>2</sub> reportada previa a la posición fue de  $89.62 \pm 39.77$  frente a  $98.11 \pm 45.02$  posterior al prono. La mortalidad en esta cohorte fue de 44.6%.

Luego, se distribuyó a la población en dos grupos (sobrevivientes versus no sobrevivientes) (**Tabla 2**). La edad promedio fue  $51.20 \pm 13.76$  años para el grupo de sobrevivientes y  $56.36 \pm 10.95$  años para los no sobrevivientes sin diferencia significativa ( $p = 0.084$ ). En las variables sexo, morbilidades y demográficos (peso, talla e IMC) tampoco se encontraron diferencias significativas; aun así, cabe señalar que la presencia de diabetes mellitus tipo 2 fue mayor en el grupo de no sobrevivientes. Sin embargo, el promedio de días de ventilación mecánica fue menor  $9.12 \pm 4.92$  en el grupo de no sobrevivientes respecto al de los sobrevivientes  $11.90 \pm 5$  ( $p = 0.02$ ).

Referente a los parámetros gasométricos obtenidos antes de la posición prono, aunque en el grupo de los sobrevivientes tanto la  $\text{PaO}_2$ , la relación  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  y la STPaO<sub>2</sub> fue ligeramente mayor en el grupo de no sobrevivientes, no se encontró diferencia significativa entre ambos grupos.

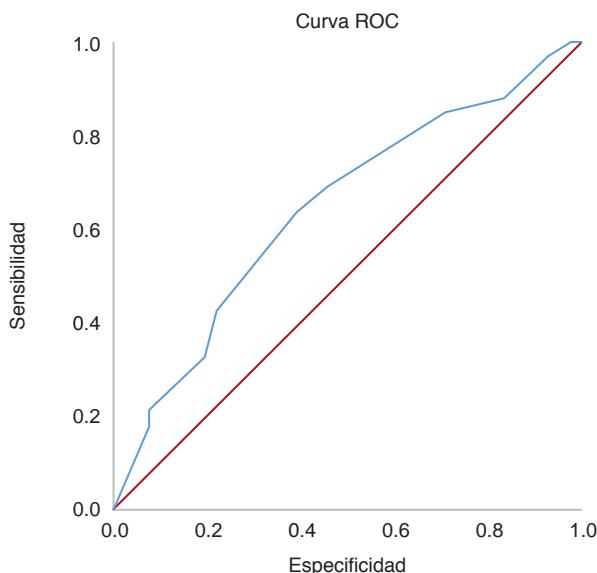
Posterior a la colocación de los pacientes en posición prono y de la toma del control de gasometría arterial, en las variables  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{SpO}_2$ , no hubo diferencia significativa. Para la  $\text{FiO}_2$  se reportó una media de  $0.65 \pm 0.18$  en el grupo de no sobrevivientes y de  $0.56 \pm 0.16$

**Tabla 2:** Características clínicas de los sobrevivientes y no sobrevivientes.

	Sobrevivientes N = 41 Media $\pm$ DE	No sobrevivientes N = 33 Media $\pm$ DE	p
Edad (años)	$51.20 \pm 13.76$	$56.36 \pm 10.95$	0.084*
Sexo, n (%)			0.08‡
Masculino	27 (65.9)	20 (60.6)	
Femenino	14 (34.1)	13 (39.4)	
Comorbilidades, n (%)			0.05‡
Diabetes mellitus tipo 2	10 (24.4)	15 (45.5)	
Hipertensión arterial sistémica	17 (41.5)	13 (39.4)	
Asma	1 (2.4)	–	
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	4 (9.8)	5 (15.2)	
Demográficos			
Peso (kg)	$84.79 \pm 17.52$	$85.02 \pm 13.62$	0.95*
Talla (m)	$1.64 \pm 0.09$	$1.65 \pm 0.10$	0.76*
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	$30.98 \pm 4.87$	$31.04 \pm 4.51$	0.95*
Días de ventilación mecánica	$11.90 \pm 5$	$9.12 \pm 4.92$	0.02*,§
Parámetros gasométricos (preprono)			
$\text{PaO}_2$ (mmHg)	$84.38 \pm 29.91$	$79.99 \pm 28.66$	0.52*
$\text{PaCO}_2$ (mmHg)	$43.37 \pm 7.92$	$46.18 \pm 13.01$	0.25*
Fracción inspirada de oxígeno	$0.91 \pm 0.15$	$0.91 \pm 0.14$	0.98*
$\text{SpO}_2$ (%)	$88.42 \pm 6.65$	$86.63 \pm 10.64$	0.40*
$\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$	$99.50 \pm 22$	$98.72 \pm 28.46$	0.89*
STPaO <sub>2</sub>	$94.64 \pm 34.67$	$85.57 \pm 32.91$	0.25*
Parámetros gasométricos (postprono)			
$\text{PaO}_2$ (mmHg)	$99.66 \pm 56.98$	$95.53 \pm 31.76$	0.69*
$\text{PaCO}_2$ (mmHg)	$39.83 \pm 1$	$41.21 \pm 6$	0.49*
Fracción inspirada de oxígeno	$0.56 \pm 0.16$	$0.65 \pm 0.18$	0.03*,§
$\text{SpO}_2$ (%)	$94.54 \pm 2.52$	$94.21 \pm 3.51$	0.65*
$\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$	$156.13 \pm 45.92$	$130.88 \pm 49.88$	0.03*,§
STPaO <sub>2</sub>	$101.68 \pm 56.74$	$95.25 \pm 33.25$	0.64*

DE = desviación estándar.

\* Prueba t de Student. † Prueba de  $\chi^2$ . § Valor de p significativo.



**Figura 1:** Curva ROC para el pronóstico de mortalidad utilizando  $\text{FiO}_2$  posterior a pronación. AUC ( $p = 0.644$ ; IC95% 0.517-0.772)  $p = 0.034$ .

para los sobrevivientes ( $p = 0.03$ ), siendo menor el requerimiento en la fracción inspirada de oxígeno en los sobrevivientes. La relación  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  fue de  $130.88 \pm 49.88$  para los no sobrevivientes versus  $156.13 \pm 45.92$  en los sobrevivientes ( $p = 0.03$ ). Para la variable de estudio STPaO<sub>2</sub> no se encontró diferencia entre ambos grupos.

Luego se realizó un análisis de ROC para las variables obtenidas de la gasometría arterial, tanto antes de la posición prono como después (controles), para evaluar la capacidad discriminativa de las variables para mortalidad.

En el periodo preprono, sólo la STPaO<sub>2</sub> presentó un AUC de 0.577 (IC95% 0.446-0.708); sin embargo, el valor de  $p$  fue de 0.258 y en el periodo postprono la STPaO<sub>2</sub> mostró un AUC 0.500 (IC 995% 0.360-0.639)  $p = 0.89$ . Por otro lado, en el periodo postprono, la  $\text{FiO}_2$  obtuvo un AUC de 0.644 (IC95% 0.517-0.772)  $p = 0.034$  (*Figura 1*) y la  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  un AUC de 0.647 (IC95% 0.520-0.775) con un valor de  $p = 0.03$  (*Figura 2*).

## DISCUSIÓN

Durante la pandemia secundaria al SARS-CoV-2, enfermedad viral, el síndrome de dificultad respiratoria aguda, caracterizado por la aparición aguda de infiltrados bilaterales, hipoxemia grave y presencia de edema pulmonar sin causa cardiaca ni sobrecarga de líquidos,<sup>5</sup> la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ( $\text{P}/\text{F}$ )  $\leq 200$  condicionó mortalidad.<sup>1</sup>

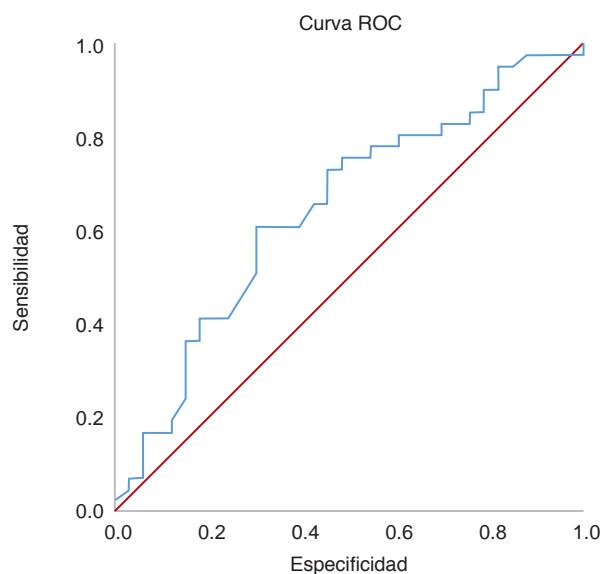
Es importante destacar que las herramientas de predicción de mortalidad son fundamentales en el área de medicina crítica,<sup>18</sup> especialmente en el contexto de la

pandemia de COVID-19 y la insuficiencia respiratoria asociada, puesto que se tiene un impacto en la toma de decisiones informadas y eficientes al momento de la asignación de recursos médicos en un contexto de limitación para ayudar a priorizar la atención de pacientes con mayor riesgo de mortalidad, lo que a su vez mejora la atención médica y permite un adecuado seguimiento de los pacientes.<sup>19</sup>

La cohorte presentada en este estudio tiene como ventaja que al comparar sus características demográficas como edad ( $p = 0.084$ ), peso ( $p = 0.95$ ), talla ( $p = 0.76$ ) e IMC ( $p = 0.95$ ) no se encontraron diferencias significativas, por lo que los grupos fueron homogéneos; y aunque la mayoría de los pacientes incluidos fueron varones, tampoco hubo diferencia ( $p = 0.08$ ).

Previo a la posición prono, aunque la  $\text{PaO}_2$  ( $84.38 \pm 29.91$  mmHg) en los sobrevivientes fue mayor que en los no sobrevivientes ( $79.99 \pm 28.66$  mmHg), la diferencia encontrada no fue significativa ( $p = 0.52$ ); lo mismo para la variable  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  cuyo valor en los sobrevivientes ( $99.50 \pm 22$ ) fue mayor que para los no sobrevivientes ( $98.72 \pm 28.46$ ),  $p = 0.89$ . No así, en el control gasométrico (o periodo postprono) donde sí se registraron diferencias significativas tanto en la variable  $\text{FiO}_2$  como para la  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  entre los dos grupos; siendo la fracción de  $\text{FiO}_2$  menor ( $p = 0.03$ ) y la relación  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  mayor ( $p = 0.03$ ) en el grupo de sobrevivientes respecto al de los no sobrevivientes.

Estandarizar los parámetros como lo es la  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  implica la evaluación de los pacientes de manera consistente. Esto podría ayudar en la identificación temprana de pacientes en riesgo de complicaciones graves o muerte.<sup>17</sup> Sin embargo, los resultados de



**Figura 2:** Curva ROC para el pronóstico de supervivencia utilizando  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  posterior a pronación. AUC ( $p = 0.647$ ; IC95% 0.52-0.77)  $p = 0.030$ .

este estudio no favorecen la superioridad de esta variable con respecto a la medición de  $\text{PaO}_2$  obtenida de forma rutinaria en la gasometría arterial, ya que a pesar de los valores obtenidos de STPaO<sub>2</sub> en periodo preprono ( $94.64 \pm 34.67$ ) y postprono ( $101.68 \pm 56.74$ ) en el grupo de sobrevivientes, no se encontró diferencia significativa al compararlo con el de los no sobrevivientes:  $p = 0.25$  antes del prono y  $p = 0.64$  posterior a la posición prono.

El análisis ROC tampoco favoreció en este estudio a la estandarización de la  $\text{PaO}_2$  respecto al  $\text{CO}_2$ , obteniendo valores de AUC limítrofes con  $p > 0.05$ . Aun así, es importante tener en cuenta que la insuficiencia respiratoria severa es una condición compleja y multifactorial. Además de la gasometría, otros factores como la causa subyacente de la insuficiencia respiratoria, la edad del paciente y las comorbilidades también pueden influir en la mortalidad. Por lo tanto, la estandarización de parámetros de gasometría debe ser parte de una evaluación más completa y no el único factor predictivo.<sup>17</sup>

Dentro de las limitaciones del estudio consideramos el tipo de muestreo no probabilístico, lo que afecta su capacidad de inferencia estadística a otras poblaciones; así como el de adolecer del seguimiento (días de estancia en la UCI y en hospitalización) para obtener los resultados de un análisis de supervivencia.

## CONCLUSIONES

Si bien los resultados en este estudio no favorecen la estandarización de la  $\text{PaO}_2$  para la  $\text{PaCO}_2$  en la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , si se sugiere el uso de la  $\text{FiO}_2$  y la relación  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  como predictores de mortalidad, específicamente en aquellos pacientes que desarrollaron insuficiencia respiratoria bajo ventilación mecánica invasiva por COVID-19.

Es necesario crear modelos de predicción que tomen en cuenta diversos factores o variables implicados en el pronóstico de estos pacientes.

## REFERENCIAS

- Kumar S, Tao Q, Weaver S, Sanderford M, Caraballo-Ortiz MA, Sharma S, et al. An evolutionary portrait of the progenitor SARS-CoV-2 and its dominant offshoots in COVID-19 pandemic. *Mol Biol Evol*. 2021;38(8):3046-3059.
- Li J, Lai S, Gao GF, Shi W. The emergence, genomic diversity and global spread of SARS-CoV-2. *Nature*. 2021;600(7889):408-418.
- Hao YJ, Wang YL, Wang MY, Zhou L, Shi JY, Cao JM, et al. The origins of COVID-19 pandemic: a brief overview. *Transbound Emerg Dis*. 2022;69(6):3181-3197.
- Hu B, Guo H, Zhou P, Shi ZL. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat Rev Microbiol*. 2021;19(3):141-154.
- Davis JT, Chinazzi M, Perra N, Mu K, Pastore Y, Piontti A, et al. Cryptic transmission of SARS-CoV-2 and the first COVID-19 wave. *Nature*. 2021;600(7887):127-132.
- OMS. Panel de control de la enfermedad por coronavirus de la OMS (COVID-19) [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 [acceso 14/marzo/2023]. Disponible en: <https://covid19.who.int/>
- Gobierno de México, COVID-19 México [Internet]. México: 2023 [acceso 14/marzo/2023]. Disponible en: <https://datos.covid-19.conacyt.mx/#COMNac>
- Mizumoto K, Kagaya K, Zarebski A, Chowell G. Estimating the asymptomatic proportion of coronavirus disease 2019 (COVID-19) cases on board the Diamond Princess cruise ship, Yokohama, Japan, 2020. *Euro Surveill*. 2020;25(10):2000180.
- Li J, Huang DQ, Zou B, Yang H, Hui WZ, Rui F, et al. Epidemiology of COVID-19: A systematic review and meta-analysis of clinical characteristics, risk factors, and outcomes. *J Med Virol*. 2021;93(3):1449-1458.
- Cascella M, Rajnik M, Aleem A, et al. Features, evaluation, and treatment of coronavirus (COVID-19) [Updated 2023 Aug 18]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>
- Tzotzos SJ, Fischer B, Fischer H, Zeitlinger M. Incidence of ARDS and outcomes in hospitalized patients with COVID-19: a global literature survey. *Crit Care*. 2020;24(1):516.
- Force ADT, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson N, Caldwell E, et al. Acute respiratory distress syndrome. *JAMA*. 2012;307:2526-2533.
- Sartini S, Massobrio L, Cutuli O, Campodonico P, Bernini C, Sartini M, et al. Role of  $\text{SatO}_2$ ,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ratio and  $\text{PaO}_2$  to predict adverse outcome in COVID-19: a retrospective, cohort study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(21):11534.
- Karbing DS, Kjaergaard S, Smith BW, Espersen K, Allerod C, Andreassen S, et al. Variation in the  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ratio with  $\text{FiO}_2$ : mathematical and experimental description, and clinical relevance. *Crit Care*. 2007;11(6):R118.
- Villar J, Schultz MJ, Kacmarek RM. The LUNG SAFE: a biased presentation of the prevalence of ARDS! *Crit Care*. 2016;20(1):108.
- Mays EE. An arterial blood gas diagram for clinical use. *Chest*. 1973;63(5):793-800.
- Peniche Moguel KG, Sánchez Díaz JS, Castañeda Valladares E, Calyeca Sánchez MV, Díaz Gutiérrez SP, Pin Gutiérrez E. Ventilación mecánica en decúbito prono: estrategia ventilatoria temprana y prolongada en SIRA severo por influenza. *Med Crít (Col Mex Med Crít)*. 2017;31(4):198-204.
- Accini Mendoza JL, Nieto Estrada VH, Beltrán López N, Ramos Bolaños E, Molano Franco D, Dueñas Castell C, et al. Actualización de la declaración de consenso en medicina crítica para la atención multidisciplinaria del paciente con sospecha o confirmación diagnóstica de COVID-19. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2020;20(S1):1-112.
- Camargo Rubio RD. Triaje en la pandemia COVID-19: un abordaje con perspectiva de derechos humanos. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2022;22(3):182-190.

**Patrocinio:** los autores declaran no haber recibido apoyo de ningún patrocinador o recursos fuera de los otorgados por la institución médica.

**Conflictos de intereses:** los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Correspondencia:**

**Ma. Natalia Gómez González**

**E-mail:** nataliag1881@gmail.com