

Fanny Margarita Olivares-Melgoza^{1,3a}, Sarai Garrido-Herrera^{1b}, Luis Alejandro Sánchez-Hurtado^{2c}

Resumen

Introducción: el índice ROX (iROX) obtenido a partir de la saturación por oximetría de pulso/fracción inspirada de oxígeno y frecuencia respiratoria, pronostica el éxito con cánulas nasales de alto flujo (CNAF), pero se desconoce su desempeño para dispositivos de oxigenación de bajo flujo (DOBF).

Objetivo: determinar el punto de corte y el desempeño del iROX a las 12 horas como predictor para el inicio de la ventilación mecánica (VMI) en los pacientes hospitalizados con COVID-19 grave y DOBF.

Material y métodos: se realizó un estudio tipo cohorte histórica, en el que se incluyeron pacientes adultos con COVID-19, hospitalizados, con aporte de oxígeno suplementario. Se excluyeron los pacientes con patologías en etapas crónicas que pudieran alterar los resultados, calculando el iROX a las 12 horas y obteniendo el punto de corte mediante una curva ROC e índice de Youden, determinando el riesgo de VMI usando riesgo relativo (RR), con intervalos de confianza de 95% (IC95%). Evaluando otras variables confusoras para conocer el desempeño del iROX. La variable dependiente fue ventilación mecánica, obtenida por lo reportado en el expediente y la independiente el iROX, obtenida igual que la anterior.

Resultados: se incluyeron 63 pacientes con una mediana de edad de 62 años. El mejor punto de corte del iROX a las 12 horas fue de 5.35. Con este punto de corte se asoció a VMI con un RR de 8.75 (IC95%: 2.36-32.35). En el modelo multivariado con un OR de 9.26; (IC95%: 2.39-35.78), después del inicio del DOBF se asoció consistentemente con un mayor riesgo de intubación.

Conclusión: En pacientes hospitalizados con COVID-19 grave, un iROX < 5.35 a las 12 horas es un predictor para el inicio de la VMI.

Abstract

Background: The ROX index (iROX) obtained from pulse oximetry saturation/inspired fraction of oxygen and respiratory rate, predicts success with high-flow nasal cannula (HFNC), however its performance for low-flow oxygenation devices (DOBF) is unknown.

Objective: To determine suitability of iROX at 12 hours as a predictor of mechanical ventilation (VMI) in hospitalized patients with severe COVID-19 and DOBF.

Material and methods: An historical cohort was performed. Adults with COVID-19, hospitalized, with supplemental oxygen supply are included, excluding patients with pathologies in chronic stages that could alter the results, calculating the iROX at 12 hours, obtaining the cut-off point using a ROC curve and Youden index, the risk of VMI is prolonged using relative risk (RR), with 95% confidence intervals (95%CI). Confounding variables were evaluated to determine the performance of the iROX. The dependent variable mechanical ventilation recorded as reported in the file and the independent iROX obtained in the same way as the previous one.

Results: 63 patients with a median age of 62 years were included. The best iROX cut-off point at 12 hours was 5.35. With this cut-off point, VMI was associated with a RR of 8.75 (95% CI 2.36-32.35). In the multivariate model with an OR of 9.26; (95% CI, 2.39 – 35.78), after initiation of DOBF was consistently associated with an increased risk of intubation.

Conclusion: In hospitalized patients with severe COVID-19, an iROX < 5.35 at 12 hours appears to be a predictor for the onset of VMI.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital General de Zona No. 68, Departamento de Urgencias. Ecatepec de Morelos, Estado de México, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Hospital de Especialidades “Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”, Unidad de Cuidados Intensivos. Ciudad de México, México

³Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Medicina, Departamento de Posgrado. Ciudad de México, México

ORCID: 0000-0002-7723-8055^a, 0000-0003-3989-5174^b, 0000-0001-5662-7679^c

Palabras clave

COVID-19
Oximetría
Terapia por Inhalación de Oxígeno

Keywords

COVID-19
Oximetry
Oxygen Inhalation Therapy

Fecha de recibido: 27/12/2022

Fecha de aceptado: 13/03/2023

Comunicación con:

Fanny Margarita Olivares Melgoza
✉ fannyolivares1@hotmail.com
☎ 55 5776 7331, extensión 21419

Cómo citar este artículo: Olivares-Melgoza FM, Garrido-Herrera S, Sánchez-Hurtado LA. Índice ROX para predecir falla con dispositivos de bajo flujo en COVID-19. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61 Supl 3:S477-83. doi: 10.5281/zenodo.8319821

Antecedentes

El índice ROX (iROX) se define como la relación de oximetría de pulso/fracción de oxígeno inspirado (SpO₂/FiO₂) entre la frecuencia respiratoria (FR), cuando este es < 4.88 a las 12 horas nos permite identificar pacientes con alto riesgo de fracaso de las CNAF.¹

La hipoxemia grave resultante de la neumonía por COVID-19, frecuentemente se asocia con una distensibilidad normal del sistema respiratorio, misma que nunca es vista en el síndrome de distrés respiratorio agudo grave (SDRA), aunque la neumonía por COVID-19, en la mayoría de los casos, encaja en la definición de SDRA de Berlín.²

En los pacientes gravemente hipoxémicos con neumonía por COVID-19, a pesar de compartir una sola etiología, puede tener diferentes presentaciones: marcada disnea o respiración normal (hipoxemia *feliz*) y puede responder a la posición prona o no, por lo que podemos darnos cuenta de que la misma enfermedad se presenta con una heterogeneidad impresionante. Existen dos fenotipos primarios: tipo 1, caracterizado por baja elastancia (es decir, alta distensibilidad), bajo reclutamiento y bajo peso pulmonar, y tipo 2, caracterizado por alta elastancia, alto reclutamiento y alto peso pulmonar.^{2,3,4}

Se ha demostrado que la intubación retrasada se asocia a un resultado clínico deficiente, por lo que la predicción del fracaso de la ventilación no invasiva o la oxigenoterapia sigue siendo un área importante de investigación.⁵ Una preocupación importante durante el manejo de la neumonía por COVID-19 es no retrasar la intubación en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda.⁶ Se necesita un método objetivo para identificar a los sujetos que probablemente no respondan a la oxigenoterapia. El iROX es notablemente simple y tiene el potencial de convertirse en un parámetro de rutina en la práctica clínica.⁷

Se ha informado de varios estudios durante la pandemia por COVID-19 que evalúan la precisión del iROX para predecir el fracaso de las cánulas nasales de alto flujo (CNAF), pero los hallazgos son inconsistentes dadas las diferencias en el entorno clínico, como: el punto de corte utilizado y la población heterogénea, además de que no se cuenta con reportes sobre el uso de dispositivos de oxigenación de bajo flujo (DOBF).^{8,9}

Calcular el poder predictivo del iROX para predecir el fracaso de DOBF nos puede proporcionar información valiosa para poder utilizarlo basados en la evidencia de los entornos clínicos.¹⁰

Existe la necesidad de evaluar los métodos de escalada

actuales, teniendo como desafío encontrar maneras innovadoras de mejorar la identificación temprana del deterioro en los pacientes con COVID-19, esto mientras se trabaja dentro de sistemas con recursos limitados debido a la pandemia.¹¹

Las ventajas del iROX es que utiliza datos fisiológicos accesibles y longitudinales a la cabecera del paciente, lo que nos ayudará con la estratificación del riesgo de estos con un compuesto de resultados clínicamente importantes y comparables. Debido a que el iROX utiliza las observaciones que ya se encuentran registradas en la hoja de enfermería, es posible calcularlo e integrarlo de manera fácil con los protocolos de escalamiento actuales.^{11,12}

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar el punto de corte y el desempeño del iROX a las 12 horas como predictor para el inicio de la ventilación mecánica (VMI) en los pacientes hospitalizados con COVID-19 grave y DOBF.

Material y métodos

Se realizó una cohorte histórica¹³ en un hospital de segundo nivel de atención en el Estado de México, en las áreas designadas para aislamiento de pacientes con COVID-19, y la recolección de la información se realizó en un periodo de dos años (enero 2020 a enero 2022). Nuestra investigación se apegó a los principios nacionales de ética y fue sometido a evaluación por el Comité de Ética e Investigación de la Delegación Estado de México Oriente y aceptado con el número: R-2021-1402-028. Debido a las características retrospectivas del estudio no se realizó consentimiento informado.

Se revisaron los expedientes de pacientes hospitalizados con criterios clínicos e imagenológicos de neumonía por COVID-19 confirmada por prueba rápida o PCR y que requirieron manejo con DOBF, independientemente si era un reingreso o ingreso de primera vez. El paciente con COVID-19 grave fue clasificado de acuerdo con los lineamientos del año 2020 para la atención de pacientes con COVID-19 de la Secretaría de Salud, en los que se recomienda la utilización del índice de severidad de neumonía, entre otros.¹⁴ Se excluyeron pacientes con antecedentes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica en etapas avanzadas tratamiento previo a su ingreso con oxígeno suplementario domiciliario, crisis asmática, insuficiencia hepática Child-Pugh C, enfermedad renal crónica en diálisis o hemodiálisis, insuficiencia cardíaca clase funcional III o IV, pacientes con cetoacidosis diabética, manejados ventilación mecánica no invasiva o que rechazaron la intubación orotraqueal. Se excluyeron los pacientes que fueron intubados por déficit neurológico,

que requirieron ventilación mecánica invasiva sin hipoxemia previa a la intubación y aquellos que egresaron antes de completar 24 horas de hospitalización o que fueron trasladados a otra unidad.

La ventilación mecánica se consideró como variable dependiente, la cual fue registrada con lo reportado en el expediente y el iROX como variable independiente, obteniéndose al verificar los signos vitales (saturación por oximetría de pulso, fracción inspirada de oxígeno y frecuencia respiratoria) a las 12 horas de ingreso del paciente a hospitalización.

El manejo con oxigenoterapia de bajo flujo y los criterios para ventilación mecánica invasiva no difieren de lo reportado en estudios validados. El bajo flujo fue administrado por medio de cánulas nasales, mascarilla facial simple y mascarilla reservorio. El criterio para iniciar VMI fue el empeoramiento de la condición respiratoria, la cual se define con al menos dos de los siguientes criterios: falla para lograr una correcta oxigenación ($\text{PaO}_2 < 60$ mmHg o $\text{SpO}_2 < 90\%$ a pesar de la administración de oxígeno a 15 L/min), acidosis respiratoria ($\text{PaO}_2 > 50$ mmHg o $\text{PvCO}_2 > 55$ mmHg con $\text{pH} < 7.25$), frecuencia respiratoria > 30 respiraciones por minuto, o inhabilidad para manejar secreciones.¹⁵

El iROX predice la necesidad de VMI, y fue calculado a partir de variables respiratorias que evalúan la insuficiencia respiratoria que difieren significativamente entre los pacientes que presentan éxito frente a falla con cánulas nasales de alto flujo. En el numerador se colocan variables con asociación positiva con el éxito de la CNAF, como la oxigenación, evaluada por el cociente $\text{SpO}_2/\text{FIO}_2$. En contraste, la frecuencia respiratoria se colocó en el denominador ya que tiene una asociación inversa con el éxito de CNAF.¹⁶

Se calculó el tamaño de muestra por medio de la fórmula de diferencia de medias¹⁷ entre dos grupos de pacientes que presentaron éxito frente a falla con dispositivos de oxigenación de bajo flujo, asumiendo una prevalencia de 28% reportado por Roca et al.¹⁸

Análisis estadístico

Se procedió a la limpieza de la base de datos en búsqueda de datos aberrantes o perdidos.

En las variables cuantitativas (edad, Glasgow, creatinina, bilirrubina, plaquetas, fracción inspirada de oxígeno hemoglobina, hematocrito, leucocitos, temperatura, sodio, potasio, glucosa, urea y bun) presentaban menos de 17% de datos perdidos y presentaban libre distribución, por lo

que se sustituyeron con la mediana, mientras que en el caso de las variables: peso, tensión arterial sistólica, diastólica y frecuencia cardiaca, al presentar distribución normal se procedió a imputar con la media. En el caso de las variables cualitativas: tabaquismo (20% de datos perdidos), dispositivo de aporte de oxígeno (2.3% de datos perdidos) y uso de vasopresor (1.1% de datos perdidos), se sustituyeron con la moda.

En el análisis univariado en el caso de la variable cuantitativa *edad* que presentó libre distribución fue resumida como mediana y su medida de dispersión el rango intercuartil (RIQ: 25-75). Para determinar el tipo de distribución se verificó que no cumplía con los supuestos de normalidad y se realizó la prueba de hipótesis Kolmogorov-Smirnov. Las variables cualitativas [iROX, ventilación mecánica, mortalidad, APACHE II (*Acute Physiology and Chronic Health Evaluation*), PSI (índice de severidad de neumonía), EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica), ASMA, obesidad, tabaquismo y sexo] se expresaron como frecuencias y porcentajes.¹⁹

En el análisis bivariado se realizó la comparación entre grupos con un iROX < 5.35 y > 5.35 obteniendo riesgos con intervalos de confianza, la variable edad al presentar libre distribución se analizó con la prueba para mostrar diferencia de grupos independientes *U* de Mann-Whitney²⁰ y Chi cuadrada,²¹ para estimar diferencias con las variables: iROX, ventilación mecánica, mortalidad, APACHE II, índice de severidad de neumonía, obesidad y sexo se utilizó la prueba Chi cuadrada de Pearson, y para las variables EPOC, ASMA y tabaquismo, Chi cuadrada de Fisher. Para evaluar la precisión de las diferentes variables para clasificar correctamente a los pacientes que tuvieron éxito o fracaso en el uso de dispositivos de oxigenación de bajo flujo se realizó curva ROC calculando el área bajo la curva (AUROC). Se calculó el índice de Youden de cada valor para así obtener el mejor punto de corte para el iROX, se determinó el riesgo de fracaso usando riesgo relativo (RR) y se evaluaron las variables confusoras (sexo, APACHE II, índice de severidad para neumonía, obesidad y tabaquismo) para conocer el desempeño del iROX por medio de regresión logística múltiple se incluyeron las variables (iROX, edad, sexo, APACHE II, índice de severidad de neumonía, obesidad y tabaquismo), realizando posteriormente un modelo de regresión logística múltiple ajustado con sexo.²² El análisis de los datos se realizó utilizando el *Statistical Package for Social Science* versión 26.0 para mac (IBM SPSS Statistics v. 26.0 para mac, Armonk, NY). Se asumió como significativo una *p* bilateral ≤ 0.05 , los resultados se presentan a continuación en cuadros y representados en gráficos.

Resultados

Características generales de la población incluida

Un total de 63 pacientes con neumonía grave por COVID-19 fueron tratados con DOBF. Dentro de los factores de riesgo conocidos para desarrollar enfermedad grave por COVID-19 se presentaron 10 (62.5%) pacientes masculinos con iROX < 5.35, en el caso de la obesidad 34 (72.3%) pacientes presentaron iROX > 5.35, al comparar la edad con respecto al iROX se pueden observar las similitudes en ambos grupos en esta variable.

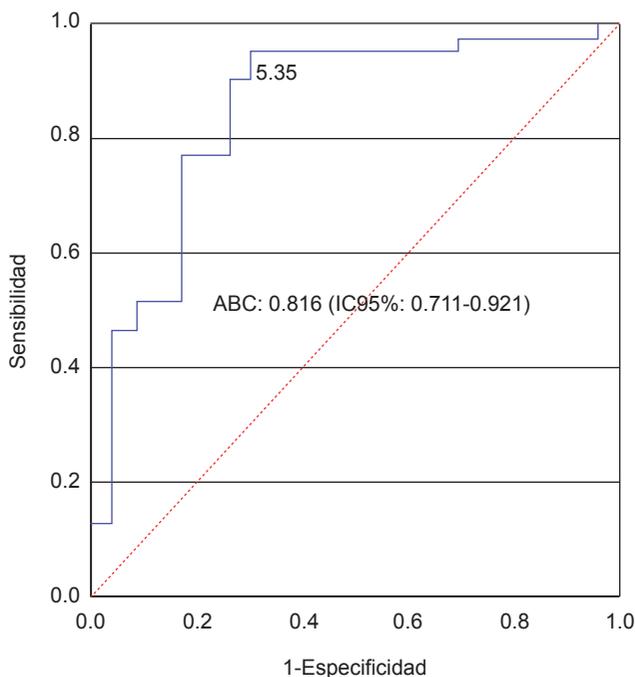
Todos los pacientes fueron monitoreados durante su estancia en hospitalización. Los pacientes tenían un puntaje de APACHE II y PSI similar (cuadro I).

Usando la curva ROC, el mejor punto de corte para el iROX a las 12 horas se estimó en 5.35, para predecir una mayor necesidad de VMI se evaluó el AUROC mostrando una precisión de predicción de 81% (AUROC, 0.81) (figura 1).

Análisis de variables relacionadas con la necesidad de VMI

Para evaluar la asociación del iROX < 5.35 a las 12 horas de la terapia con DOBF y otras covariables en el riesgo de

Figura 1 Curva ROC para iROX a las 12 horas en pacientes con COVID-19 hospitalizados



Curva ROC que representa el mejor punto de corte de iROX a las 12 horas en pacientes con COVID-19 hospitalizados para predecir VMI

ABC: Área bajo la curva

VMI en pacientes tratados con DOBF se realizó un modelo de regresión logística múltiple sin ajuste (cuadro II).

Cuadro I Comparación entre características basales de los pacientes con COVID-19 grave y dispositivos de oxigenación de bajo flujo VS iROX

Variables	iROX > 5.35 (n = 47)	iROX < 5.35 (n = 16)	p
Edad, mediana (RIQ), ^a años	62 (55 – 67)	64.5 (53 – 78)	0.416
PSI, IV-V, No (%) ^a	11 (39.3)	9 (75)	0.038*
APACHE II, > 15 puntos, No (%) ^b	11 (39.3)	10 (83.8)	0.011*
Ventilación mecánica, Si (%) ^b	12 (25)	12 (75)	0.001*
Hombres, No (%) ^b	27 (57.4)	10 (62.5)	0.723
EPOC, No (%) ^c	1 (2.1)	0 (0)	1.000
Asma, No (%) ^c	1 (2.1)	0 (0)	1.000
Obesidad, IMC >30, No (%) ^b	34 (72.3)	14 (87.5)	0.219
Fumador, No (%) ^c	10 (21.3)	4 (25)	0.739
Fallecidos, No (%) ^c	12 (25.5)	12 (75)	0.001*

IMC: Índice de masa corporal; n: Total de la muestra; No: Número; RIQ: Rango intercuartil 25-75

^aU de Mann Whitney

^bChi cuadrada de Pearson

^cChi cuadrada de Fisher

*p < 0.05

Cuadro II Modelo de regresión logística múltiple no ajustado para analizar el efecto del iROX menor a 5.35 después de 12 horas de terapia DOBF y posibles covariables en el riesgo de VMI

Variables	No VMI n = 39	VMI n = 24	OR	IC95%	R ²
iROX <5.35, No (%)	4 (10.3)	12 (50)	8.75	2.36 – 32.35*	0.24
Edad, mediana (RIQ), años	61 (54 – 67)	64 (56 – 70)	1.33	0.47 – 3.71	0.014
Hombres, No (%)	20 (51.3)	17 (70.8)	2.3	0.78 – 6.8**	0.051
APACHE II, >15 puntos, No (%)	9 (40.9)	12 (66.7)	1.13	0.979 – 1.31	0.10
PSI (IV-V) , No (%)	9 (40.9)	11 (61.1)	2.27	0.63 – 8.10	0.053
Obesidad, IMC >30, No (%)	29 (74.4)	19 (79.2)	2.88	0.79 – 10.57	0.086
Tabaquismo, No (%)	8 (20.5)	6 (25)	1.29	0.38 – 4.32	0.004
Fallecidos, No (%)	0 (0)	24 (100)	n/a	n/a	n/a

IC95%: Intervalo de confianza al 95%

n/v: no aplica

OR; Razón de probabilidades

R²; R cuadrado de Nagelkerke

*p < 0.05

** Tendencia al riesgo

Un iROX menor o igual a 5.35 medido después de 12 horas de DOBF se asoció consistentemente con un mayor riesgo de VMI, incluso después de ajustar por posibles factores de confusión (figura 2).

Se construyó un modelo regresión logística múltiple ajustado (cuadro III) con la variable que mayormente se asoció con el riesgo de VMI: iROX y sexo (hombres). Este modelo arrojó resultados similares, sin mostrar resultados significativos.

Figura 2 Forest Plot de factores asociados a VMI en pacientes con COVID-19

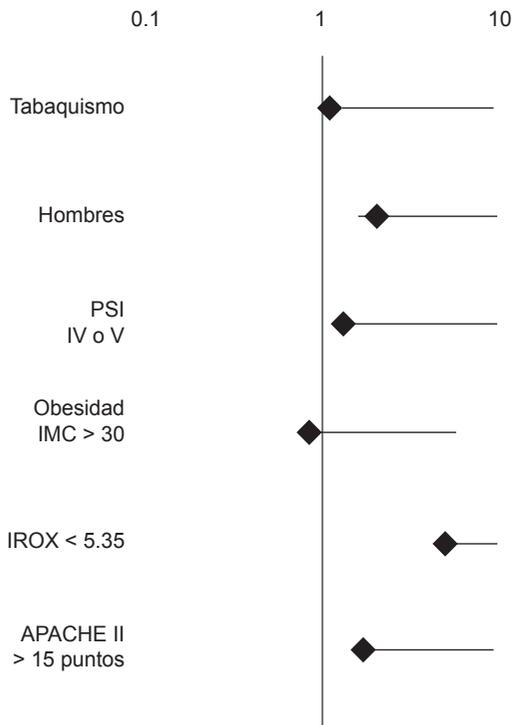


Figura de Forest Plot para analizar los distintos factores asociados a ventilación mecánica invasiva en pacientes con COVID-19

Discusión

Un iROX a 12 horas \leq de 5.35 después del inicio de DOBF, es un factor determinante del fracaso de la administración de oxígeno con dichos dispositivos en pacientes con neumonía por COVID-19, incluso posterior al ajuste por posibles factores de confusión, lo cual difiere de lo reportado en investigaciones previas donde utilizan el iROX como predictor de fracaso, encontrando distintos puntos de corte, evidenciando un subgrupo que utilizó un iROX > 5 con mayor precisión discriminatoria para predecir los fracasos [AUROC, 0.87 (IC95%: 0.83-0.89)], en comparación con un valor de corte \leq 5 [AUROC, 0.76 (IC95%: 0.72-0.80)], respectivamente, con un valor de $p = 0.002$,²³ lo cual puede diferir con los resultados de esta investigación porque sus datos fueron obtenidos en pacientes tratados con CNAF.

El retrasar la intubación con DOBF podría aumentar la mortalidad, por esta razón es crucial identificar correctamente a los pacientes que pueden mantenerse con DOBF (sin exponerlos a riesgos innecesarios) y aquellos que necesitan ser intubados, hay reportes de investigaciones previas donde muestran que los valores de iROX medidos durante las primeras 8 horas después del inicio de la estrategia no invasiva podría ser un predictor independiente de mortalidad en UCI en pacientes con COVID-19 grave que

Cuadro III Modelo de regresión logística múltiple ajustado para analizar el efecto del IROX mayor o igual a 5.35 después de 12 horas de terapia DOBF y posibles covariables en el riesgo de VMI

Variables	RM	IC95%	R ²
IROX < 5.35	9.26	2.39-35.78*	0.284
Hombres	2.56	0.75-8.72	

* $p < 0.05$

necesitan VMI.²⁴ En los pacientes de esta investigación que presentaron falla a los DOBF no está claro si se cumplieron los criterios de intubación en algún momento antes de que finalmente se realizara la intubación o no, por lo que no puede descartarse que algunos pacientes hayan sido subtratados y esto haya contribuido a la mortalidad.

Se puede demostrar que se incluyó una cohorte homogénea de pacientes con neumonía todos tratados en el área de aislamiento respiratorio. Independientemente del efecto inicial de los DOBF, los pacientes que empeoraron fueron intubados cuando presentaban hipoxemia grave. La ventilación mecánica salva vidas en los pacientes que presentan insuficiencia respiratoria grave y pocas terapias médicas igualan su poder. Si bien algunos pacientes con COVID-19 pueden tratarse con oxígeno suplementario, los pacientes con insuficiencia respiratoria más grave exigen la intubación orotraqueal, esto facilita el control de una vía aérea inestable y permite una regulación precisa de oxígeno, presión y volumen, aunque este trae consigo una serie de complicaciones ya conocidas y aumenta la mortalidad.²⁵

El iROX fue medido 12 horas después de iniciar el tratamiento con DOBF y la falla a estos puede ocurrir antes, lo cual es consistente con lo reportado por Hu *et al.*, mencionando que la monitorización cautelosa de los parámetros y patrón respiratorio es de gran importancia, ayudando a establecer la próxima estrategia de tratamiento, encontrando que el iROX calculado después de 6 horas de la aplicación de oxigenoterapia tuvo una buena capacidad predictiva sobre el éxito de los mismos,²⁶ resultados que no podrían corroborarse en nuestra investigación dado que no fue analizado el punto de corte en este tiempo.

Limitaciones

Todos los pacientes ingresados en el estudio tenían neumonía relacionada con COVID-19, por lo que estos resultados pueden no necesariamente ser generalizables a pacientes con neumonía de otras etiologías. Se podría analizar si en los pacientes que requieren intubación por neumonía por diferentes patógenos manejados con DOBF se podría aplicar el mismo punto de corte encontrado en estos pacientes.

Se encontró que todos los pacientes intubados que ingresaron al estudio fallecieron, por lo que se considera que se deberían realizar investigaciones donde se busque si los pacientes intubados presentan un mejor desenlace si se analiza un punto de corte de iROX antes de las 12 horas (al ingreso o a las 6 horas), en un estudio prospectivo.

Es importante mencionar las limitaciones que se presentaron mayormente en la recolección de datos, dado que se encontró un gran número de expedientes con información incompleta lo que impidió tomarlos en cuenta para la investigación y que contribuyó a no alcanzar el tamaño de muestra calculado.

Fortalezas

El presente estudio da una pauta para que en las unidades donde no se cuente con un dispositivo de oxigenación de alto flujo se pueda predecir la necesidad que llegará a tener el paciente de requerir manejo avanzado de la vía aérea, esto porque lo reportado en estudios previos no debe de ser utilizado en dichas unidades al no haber sido realizados en pacientes con estas características.

Conclusión

En pacientes hospitalizados con COVID-19 grave, un IROX < 5.35 a las 12 horas es un predictor aceptable para el inicio oportuno de la ventilación mecánica invasiva.

Agradecimientos

Al Instituto Politécnico Nacional, a los profesores del Centro de Adiestramiento en Investigación Clínica y al personal involucrado del Hospital General de Zona No. 68 del Instituto Mexicano del Seguro Social, ya que sin el apoyo otorgado este trabajo no habría sido posible.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Referencias

- Vega M, Dongilli R, Olaizola G, Colaianni N, Sayat M, Pisani L, et al. COVID-19 Pneumonia and ROX index: Time to set a new threshold for patients admitted outside the ICU. *Pulmonology*. 2022;28(1):13-7. doi: 10.1016/j.pulmoe.2021.04.003
- Suliman L, Abdelgawad T, Farrag N, Abdelwahab H. Validity of rox index in prediction of risk of intubation in patients with covid-19 pneumonia. *Adv Respir Med*. 2021;89(1):1-7. doi: 10.5603/ARM.a2020.0176
- Ochoa H, Martínez I, Díaz J, Greene E. Ventilación mecánica en pacientes con COVID-19 de acuerdo a los fenotipos de Gattinoni. *Acta Médica Grupo Ángeles*. 2020;18(3):336-40. doi: <https://dx.doi.org/10.35366/95421>
- Pérez J, Thiri6n I, Aguirre T, Rodríguez S. ¿Qué tan silenciosa es la hipoxemia en COVID-19? *Neumol y Cirugía T6rax*. 2020;79:69-70. doi: 10.35366/94629
- Matta A, Chaudhary S, Lo K, De Joy I, Gul F, Torres R. Timing of Intubation and Its Implications on Outcomes in Critically Ill Patients With Coronavirus Disease 2019 Infection. *Crit Care Explor*. 2020;2(10):e0262. doi: 10.1097/CCE.0000000000000262.
- Flores A, Torres X, Llausás E, Pérez G. Protocolo de Atención para pacientes con sospecha o confirmación de SARS CoV2 Sinaloa. Secretaría salud. 2020. Disponible en: <http://saludsinaloa.gob.mx/wp-content/uploads/2020/files/Protocolo%20de%20Atencioin%20SARS%20CoV2%20Sinaloa%20Anexo%201%20v.1.1%2012%2005%202020.pdf>
- Dulcey L, Castillo J, Theran J, Caltagirone R, Aguas M. Utilidad del índice ROX como predictor de fallo respiratorio, mortalidad y complicaciones en pacientes con COVID-19 sin soporte ventilatorio invasivo, estudiounic6ntrico. *Rev Med Clínica*. 2022;22. doi: 10.5281/zenodo.6949776
- Zakaria A, Levy N, Charpentier J, Mira J, Jamme M, Jozwiak M. Use of high-flow nasal cannula oxygen and risk factors for high-flow nasal cannula oxygen failure in critically-ill patients with COVID-19. *Respiratory Research*. 2022; 23:329. doi: 10.1186/s12931-022-02231-2.
- García L, Ramos V, Tornero M, Lluna A, Velasco S, Parra J. Benefits of early use of high-flow-nasal-cannula (HFNC) in patients with COVID-19 associated pneumonia. *Med Clin (Barc)*. 2022;158(11):540-2. doi: 10.1016/j.medcli.2021.05.015
- Prakash J, Bhattacharya P, Yadav A, Kumar A, Tudu L, Prasad K. ROX index as a good predictor of high flow nasal cannula failure in COVID-19 patients with acute hypoxemic respiratory failure: A systematic review and meta-analysis. *J Crit Care*. 2021;66:102-8. doi: 10.1016/j.jcrc.2021.08.012
- Prower E, Grant D, Bisquera A, Breen C, Camporota L, Gavrillovski M. The ROX index has greater predictive validity than NEWS2 for deterioration in Covid-19. *E Clinical Medicine*. 2021;35. doi: 10.1016/j.eclim.2021.100828.
- Hernández G, Roca O, Colinas L. High-flow nasal cannula support therapy: New insights and improving performance. *Crit Care*. 2017;21(1):62. doi: 10.1186/s13054-017-1640-2.
- Talavera J, Rivas R. Del juicio clínico al diseño de cohorte. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2012; 50(4):383-8. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2012/im124i.pdf>.
- Comisión coordinadora de institutos nacionales de salud y hospitales de alta especialidad. Lineamiento para la atención de pacientes por COVID-19. Secretaría de salud. 2020. Disponible en: https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2020/04/Lineamiento_Clinico_COVID-19_CCINSHAE_14022020.pdf
- Instituto Mexicano del Seguro Social. Material de apoyo para equipos de respuesta COVID-19. Educación en Salud. 2020;47. Disponible en: http://educacionensalud.imss.gob.mx/es/system/files/Material_de_apoyo_COVID-19.pdf.
- Roca O, Caralt B, Messika J, Samper M, Sztrymf B, Hernández G. An index combining respiratory rate and oxygenation to predict outcome of nasal high-flow therapy. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;199(11):1368-76. doi: 10.1164/rccm.201803-0589OC.
- Talavera J, Rivas R, Palacios L, Bernal L. Tamaño de muestra. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2011;49(5):517-22. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2011/im115i.pdf>.
- Roca O, Messika J, Caralt B, García M, Sztrymf B, Ricard J. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: The utility of the ROX index. *J Crit Care*. 2016;35:200-5. doi:10.1016/j.jcrc.2016.05.022.
- Talavera J, Rivas R. Pertinencia de la prueba estadística. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2011;49(4):401-5. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2011/im114j.pdf>.
- Rivas R, Moreno J, Talavera J. Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2013; 51(4):414-9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2013/im134k.pdf>.
- Rivas R, Castelán O, Pérez M, Talavera J. Prueba X2, de lo esperado a lo observado. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2013;51(5):552-7. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2013/im135j.pdf>.
- Berea R, Rivas R, Pérez M, Palacios L, Moreno J, Talavera J. Del juicio clínico a la regresión logística múltiple. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2014;52(2):192-7. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2014/im142r.pdf>.
- Montiel G, Toledo A, Castro-Sayat M, Herrera F. Rol de la cánula nasal de alto-flujo en contexto del COVID-19: revisión clínica. 2021;13:157-203. Disponible en: <https://alatorax.org/es/publicaciones/respirar/36/rol-de-la-canula-nasal-de-alto-flujo-en-contexto-del-covid-19-revision-clinica>.
- Leszek A, Wozniak H, Giudicelli A, Suh N, Boroli F, Pugin. Early Measurement of ROX Index in Intermediary Care Unit Is Associated with Mortality in Intubated COVID-19 Patients: A Retrospective Study. *J Clin Med*. 2022;11(2):365. doi:10.3390/jcm11020365.
- Tobin M, Laghi F, Jubran A. Caution about early intubation and mechanical ventilation in COVID-19. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):4-6. doi: 10.1186/s13613-020-00692-6
- Hu M, Zhou Q, Zheng R, Li X, Ling J, Chen Y. Application of high-flow nasal cannula in hypoxemic patients with COVID-19: a retrospective cohort study. *BMC Pulm Med*. 2020;20(1). doi: 10.1186/s12890-020-01354-w.