

Correlación entre SO_2/FiO_2 y PaO_2/FiO_2 en pacientes con insuficiencia respiratoria en ventilación mecánica

Correlation between SO_2 / FiO_2 and PaO_2 / FiO_2 in patients with respiratory insufficiency in mechanical ventilation

Jenny Ameghino Bautista,^I Jorge Morales Corbacho,^{II} Moises Apolaya-Segura^{III,IV}

^I Hospital Nacional "Guillermo Almenara". Lima, Perú.

^{II} Clínica Montefiori. Perú.

^{III} Centro de Investigación de Epidemiología Clínica y Medicina Basada en Evidencia, Universidad San Martín de Porres. Lima- Perú

^{IV} Clínica Jesús del Norte, Complejo Hospitalario San Pablo. Perú.

RESUMEN

Introducción: Los pacientes con insuficiencia respiratoria en ventilador mecánico requieren control estricto de parámetros que indiquen presencia de daño pulmonar; uno de los parámetros es valorar la relación presión arterial de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno, sin embargo, utilizar otros parámetros menos invasivos es la tendencia actual, como la relación saturación de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno.

Objetivo: Determinar la correlación entre el índice de saturación de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno y presión arterial de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno en pacientes con insuficiencia respiratoria en ventilador mecánico.

Métodos: Se realizó estudio observacional de correlación en pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos. Se midió el coeficiente de Pearson entre las variables presión arterial de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno y saturación de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno al inicio de ventilador mecánico, a las 24, 48 y 72 horas de iniciado ventilación mecánica.

Resultados: Se estudiaron 180 muestras de 45 pacientes, se encontró que la correlación entre saturación de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno y presión arterial de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno al inicio de ventilador mecánico fue moderada con $r=0,64$ $p < 0,001$, sin embargo, la correlación tiende a ser más fuerte en las mediciones de las 24, 48 y 72 horas con valores de $r=0,67$ $p < 0,001$, $r=0,91$ $p < 0,001$ y $r=0,92$ $p < 0,001$ respectivamente. Proponiendo la siguiente ecuación = presión arterial de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno = 0.8106 (saturación de oxígeno / fracción inspirada) + 54.419 .

Conclusiones: El uso del índice saturación de oxígeno / fracción inspirada en el periodo inmediato de uso de ventilación mecánica la correlación con presión arterial de oxígeno / fracción inspirada es moderada, pero después de 24 horas de ventilación mecánica la correlación es fuerte. Los métodos no invasivos para la evaluación de la oxigenación pueden ser una alternativa para el seguimiento clínico en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.

Palabras clave: insuficiencia respiratoria aguda; saturación de oxígeno; ventilación mecánica.

ABSTRACT

Introduction: Patients with mechanical ventilation respiratory insufficiency require strict control of parameters that indicate the presence of lung damage; One of the parameters is to assess the relationship between arterial pressure of oxygen and inspired fraction of oxygen, however, using other less invasive parameters is the current trend, such as oxygen saturation and inspired oxygen fraction.

Objective: To determine the correlation between the oxygen saturation index / inspired fraction of oxygen and oxygen blood pressure / inspired fraction of oxygen in patients with respiratory insufficiency in a mechanical ventilator.

Methods: An observational correlation study was performed in patients hospitalized in the Intensive Care Unit. The Pearson coefficient was measured between the variables arterial oxygen pressure / inspired fraction of oxygen and oxygen saturation / inspired fraction of oxygen at the beginning of the mechanical ventilator, at 24, 48 and 72 hours after the start of mechanical ventilation.

Results: 180 samples from 45 patients were studied, it was found that the correlation between oxygen saturation / inspired fraction of oxygen and arterial pressure of oxygen / inspired fraction of oxygen at the beginning of mechanical ventilator was moderate with $r = 0.64$ $p < 0.001$, however, the correlation tends to be stronger in the measurements of 24, 48 and 72 hours with values of $r = 0.67$ $p < 0.001$, $r = 0.91$ $p < 0.001$ and $r = 0.92$ $p < 0.001$ respectively. Proposing the following equation = oxygen arterial pressure / inspired fraction of oxygen = 0.8106 (oxygen saturation / inspired fraction) + 54.419.

Conclusions: The use of the index of oxygen saturation / fraction inspired by the immediate period of use of MV, the correlation with arterial pressure of oxygen / inspired fraction is moderate, but after 24 hours of MV the correlation is strong. Non-invasive methods for the evaluation of oxygenation can be an alternative for clinical follow-up in patients with acute respiratory failure.

Keywords: acute respiratory failure; oxygen saturation; mechanic ventilation.

INTRODUCCIÓN

En el paciente crítico frecuentemente se pueden observar alteraciones graves del intercambio gaseoso que se asocia a una alta mortalidad.^{1,2} Esta alteración de la función respiratoria deber corregirse de forma inmediata, con diversas medidas

terapéuticas de rescate de forma escalonada; y si persiste dicha alteración requerirá de asistencia ventilatoria artificial.³

Sin embargo, la ventilación mecánica invasiva puede causar lesiones pulmonares y por esto, debe ser monitorizado de forma constante para permitir una intervención oportuna que mantenga la integridad de la respiración y aumente sus probabilidades de supervivencia.⁴

Con este propósito se han utilizado, diversos índices en la Unidad de Cuidados Intensivos(UCI) para vigilar el estado ventilatorio y oxigenatorio de los pacientes con insuficiencia respiratoria que usan ventilador mecánico, y evaluar la evolución de su función respiratoria, grado de compromiso pulmonar y los efectos de los cambios en las modalidades de ventilación y para controlar el daño pulmonar producto de la intervención de la respiración mecánica. Así, la búsqueda de un predictor de forma no invasiva que detecte pacientes con mayor compromiso pulmonar ha ganado auge; estableciendo los grados de hipoxemia moderada o severa como criterios para lesión pulmonar aguda (LPA) y síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA).⁵

La presión arterial de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno (PaO_2/FiO_2) es un indicador que mide el intercambio gaseoso y tiene utilidad en la UCI para poder tomar decisiones en el tratamiento.⁶ Existen diversos estudios que valoran la relación entre el índice PaO_2/FiO_2 y saturación de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno (SO_2/FiO_2), en su mayoría en niños, que tienden a recomendar el monitoreo no invasivo de daño pulmonar con el índice SO_2/FiO_2 .⁷⁻¹²

Sin embargo, es necesario fortalecer con evidencias en el paciente adulto con insuficiencia respiratoria, por lo que es necesario evaluar la correlación entre el índice PaO_2/FiO_2 y SO_2/FiO_2 , que ayude a reducir el número de punciones arteriales y las complicaciones que pueden acompañar a dicho procedimiento, y sobre todo permita un monitoreo continuo del paciente crítico.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional de correlación, en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda en ventilación mecánica que ingresaron a la UCI durante el periodo julio de 2014 a julio del 2015. Se excluyeron a pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardiaca congestiva, neumotórax, anemia severa, pacientes con desarrollo de Síndrome de distres respiratorio agudo antes de las 48 horas de ingreso UCI, fallecidos antes de las 48 horas de ingreso a la UCI.

En todos los pacientes se midió la saturación de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno, así como, se tomaron análisis de gases arteriales, y se calcularon los índices de PaO_2/FiO_2 y SO_2/FiO_2 , las determinaciones se realizaron en 4 momentos durante la estancia del paciente (Fig.):

- Ingreso: inmediatamente después de iniciada la ventilación mecánica artificial.
- 24 horas de iniciada la ventilación mecánica.
- 48 horas: luego de las 48 horas de iniciada la ventilación.
- 72 horas: Posterior a las 72 horas de iniciada la ventilación.

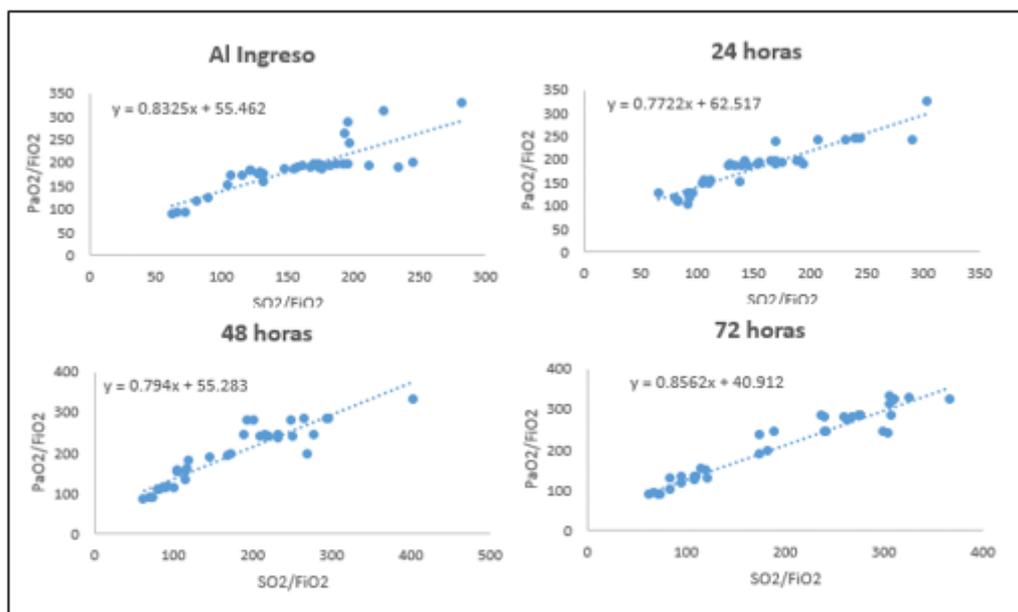


Fig. Correlación entre PaO₂/F_iO₂ y SO₂/F_iO₂ en pacientes con insuficiencia respiratoria en ventilador mecánico.

La información fue registrada en ficha de recolección de datos de cada paciente. Para la descripción de los resultados del estudio se utilizó frecuencias absolutas y relativas, promedios. Se calculó la correlación de Pearson de la puntuación del índice de PaO₂/F_iO₂ y SO₂/F_iO₂ utilizando el coeficiente de regresión r, valores entre -0,25 y 0,25 se consideró como correlación baja, de -0,50 a -0,25 ó 0,25 a 0,50 como correlación media, de -0,75 a -0,5 ó 0,50 a 0,75 se considera correlación moderada, y entre -1 y -0,75 ó 0,75 a 1 como correlación fuerte. Para el análisis estadístico se utilizó la aplicación de SPSS 20, y consideró nivel de confianza de 95 %.

RESULTADOS

La muestra constó de 180 ejemplares de sangre en 45 pacientes con insuficiencia respiratoria en ventilación mecánica (VM) de la UCI del Hospital de la Policía Nacional del Perú "Luis N. Sáenz"; fueron excluidos 5 pacientes por no cumplir con los criterios de selección. La edad media fue 61 ± 17,28 años, la mayoría fueron del sexo masculino con el 51,1 %. En relación a la estancia hospitalaria, se pudo observar un rango de 3 días a 96 días, siendo el promedio de 24 ± 28 días ([tabla 1](#)).

En relación a los aspectos clínicos, el diagnóstico de ingreso predominantemente fue de origen pulmonar en un 54,1%, se encontró el uso de inotrópicos en el 37,8 % de los pacientes. El 37,8 % tuvo una comorbilidad, de estos la Hipertensión arterial fue la más frecuente con un 26 % seguida de Diabetes mellitus 17,8 % y otros con un 28,9 %. Durante su estancia al 31 % de los pacientes evaluados se agregó neumonía asociada a ventilación mecánica. De los pacientes estudiados un 35,6 % fallecieron en la UCI ([tabla 1](#)).

Al revisar la correlación entre la PaO₂/FiO₂ y SO₂/FiO₂ se encontró al inicio del uso de ventilador mecánico una correlación moderada con $r = 0,64$ $p < 0,001$, cuya correlación tiene a ser fuerte en las mediciones de las 24, 48 y 72 horas, siendo los valores de $r = 0,911$ $p < 0,001$, $r = 0,920$ $p < 0,001$ y $r = 0,935$ $p < 0,001$ respectivamente (tabla 2).

Tabla 1. Características clínicas de pacientes con insuficiencia respiratoria que iniciaron ventilación mecánica en la UCI del Hospital Nacional de la Policía del Perú "Luis N. Sáenz"

Variables		N, μ	%, DS
Sexo	Femenino	22	49,0
	Masculino	23	51,0
Edad	X (DS)	61	$\pm 17,28$
Uso de Inotrópicos	No	28	62,2
	Si	17	37,8
Neumonía por VM	No	31	69,0
	Si	14	31,0
Tipo de Diagnóstico	Extra-pulmonar	17	45,9
	Pulmonar	20	54,1
Supervivencia	Fallecido	16	35,6
	Vivo	29	64,4
Hubo comorbilidad	No	28	62,2
	Si	17	37,8
Diagnóstico de comorbilidad	Diabetes mellitus	8	17,8
	HTA	12	26,7
	Otros	13	28,9

Tabla 2. Correlación entre PaO₂/FiO₂ y SO₂/FiO₂ de pacientes en estudio del Hospital Nacional PNP "Luis N. Sáenz"

		Media	DS	r	Valor p
Al ingreso	PaO ₂ /FiO ₂	172,22	69,27	0,64	<0,001
	SO ₂ /FiO ₂	188,53	48,87		
A las 24 horas	PaO ₂ /FiO ₂	167,49	75,05	0,911	<0,001
	SO ₂ /FiO ₂	189,47	54,65		
A las 48 horas	PaO ₂ /FiO ₂	187,89	95,60	0,920	<0,001
	SO ₂ /FiO ₂	201,89	73,12		
A las 72 horas	PaO ₂ /FiO ₂	207,05	93,22	0,935	<0,001
	SO ₂ /FiO ₂	217,24	82,05		

En relación al tiempo se observó que dicha correlación se hacía más fuerte, brindándole mayor especificidad a los resultados. En el presente estudio se encontró la siguiente fórmula: $PaO_2/FiO_2 = 0.8106 (SO_2/FiO_2) + 54.419$.

DISCUSIÓN

La medición y detección de la hipoxemia con índices de oxigenación es común en la terapia intensiva para la detección de disfunción pulmonar aguda, tradicionalmente se usa la determinación del índice PaO_2/FiO_2 , pero existen estudios recientes que demuestran la utilidad del índice SO_2/FiO_2 para la detección de la hipoxemia en pacientes con falla multiorgánica como fue expuesto en los estudios realizados por *Rice*,⁷ *Pratik*,² *Khemani*¹³ y *Camargo*¹⁴ quienes encuentran una correlación entre ambos índices.

La oximetría de pulso es ampliamente aceptada como un monitor clínico válido y proporciona una valiosa información clínica continua, a pesar de algunas condiciones que pueden influenciar en la medición, existen una serie de estudios que han demostrado la fiabilidad de los oxímetros de pulso en diferentes situaciones clínicas específicas en general. Los registros en los oxímetros de pulso son más exactos a mayor número de saturaciones y por lo general con saturación de pulso por encima del 75 %.⁶

Así, estudios realizados por *Schmidt* y colaboradores consideran que el SO_2/FiO_2 puede ser un sustituto adecuado para el PaO_2/FiO_2 , como herramienta automatizada para screening de SDRA,¹⁵⁻²¹ por lo que se establece la utilización del índice SO_2/FiO_2 en lugar del índice PaO_2/FiO_2 para la detección temprana de disfunción pulmonar con un método de monitoreo no invasivo.

La SO_2 es un índice que generalmente se obtiene por medios no invasivos por lo que se encuentra disponible de manera continua en la monitorización estándar en la mayoría de las UCI. La SO_2 es confiable y predice PaO_2 medido por el análisis de gases, como ha señalado *Rice* y cols.⁷ Los hallazgos obtenidos son muy útiles desde el punto de vista clínico para detectar rápidamente pacientes con hipoxemia moderada y severa, con riesgo potencial de deterioro, cuando no se dispone de línea arterial o gases arteriales.

En este sentido a pesar de la inocuidad de la SO_2 , la PaO_2 es el "patrón de oro" para la determinación de la oxigenación arterial y aunque la medición de la PaO_2 debido a factores como el posicionamiento, la agitación y la aspiración endotraqueal, se observa que las modificaciones son mínimas. Sin embargo, el monitoreo continuo condiciona utilizar herramientas que ayuden a aproximarse a dichos valores. La saturación de oxígeno medida por la relación de SO_2/FiO_2 es un marcador sustituto no invasivo adecuada para la relación PaO_2/FiO_2 . La SO_2/FiO_2 puede ser un marcador no invasivo ideal para los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica.⁸ Así mismo *Bilan* y colaboradores concluyeron que Relación SO_2/FiO_2 es un sustituto no invasivo fiable para la relación de PaO_2/FiO_2 para identificar a los niños con LPA o SDRA con la ventaja de la sustitución de muestreo de sangre arterial invasiva por oximetría de pulso no invasiva.¹⁶⁻²¹

Los principales hallazgos de este estudio fueron la correlación directamente proporcional entre el SO_2/FiO_2 con PaO_2/FiO_2 , resultados similares a lo hallado por *Rice* y colaboradores, aunque dicho estudio fue realizado para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con LPA y el SDRA. En relación al tiempo se observó que dicha correlación se hacía más fuerte, brindándole mayor correlación entre ambas variables, así mismo se halló una propuesta de ecuación, que ayude a estimar en función a la SO_2/FiO_2 los valores de la PaO_2/FiO_2 .

En relación a lo expuesto es necesario indicar algunas limitaciones, los hallazgos proceden de un estudio de correlación, por lo que no se contempla análisis causal; solo se pretende hacer una descripción de los hallazgos y determinar si existe algún tipo de relación entre estas variables de estudio, pero de ninguna manera sustituir el uso de la gasometría arterial ya que los enfermos críticos pueden tener factores que generen una inadecuada perfusión periférica.

A pesar de ello, el índice SO_2/FiO_2 se puede utilizar como una alternativa para el seguimiento de la función ventilatoria no invasiva, ya es una técnica barata y existen aparatos portátiles muy manejables versus la gasometría arterial que es una técnica cruenta e invasiva, que produce dolor y nerviosismo durante la extracción, dando lugar a hiperventilación, lo que puede llevar a sobreestimación de la oxigenación.

CONSIDERACIONES FINALES

El índice SO_2/FiO_2 se correlaciona fuertemente con los valores del índice PaO_2/FiO_2 en pacientes con IRA en el periodo inicial y a medida que pasa el tiempo se va haciendo más fuerte.

Se propone el índice SO_2/FiO_2 como una forma no invasiva de medir hipoxia pulmonar, con la finalidad de estimar el índice PaO_2/FiO_2 en la insuficiencia respiratoria aguda.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sarmiento X, Almirall J, Guardiola JJ, Mesalles E, Labarta L, Mate JL, et al. Study on the clinicopathological correlation in the secondary acute respiratory distress syndrome. *Medicina intensiva / Sociedad Española de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias*. 2011; 35(1):22-7.

2. Pandharipande PP, Shintani AK, Hagerman HE, St Jacques PJ, Rice TW, Sanders NW, et al. Derivation and validation of Spo₂/Fio₂ ratio to impute for Pao₂/Fio₂ ratio in the respiratory component of the Sequential Organ Failure Assessment score. Crit Care Med. 2009;37(4):1317-21.
3. Garcia-Prieto E, Amado-Rodriguez L, Albaiceta GM. Monitorization of respiratory mechanics in the ventilated patient. Medicina intensiva / Sociedad Espanola de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias. 2014;38(1):49-55.
4. Alvarez Lerma F, Sanchez Garcia M, Lorente L, Gordo F, Anon JM, Alvarez J, et al. Guidelines for the prevention of ventilator-associated pneumonia and their implementation. The Spanish "Zero-VAP" bundle. Medicina intensiva / Sociedad Espanola de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias. 2014;38(4):226-36.
5. González Vélez CL. Correlación SO₂/FiO₂ con PaO₂/FiO₂ en niños en ventilación mecánica a grandes alturas: estudio multicéntrico. Universidad del Rosario; 2012.
6. Carrasco Chavez I. Relación SO₂/FiO₂ y grado de correlación con el radio de Pa/FiO₂ en la evaluación de las alteraciones de la oxigenación pulmonar en neumonia adquirida en la comunidad. Instituto Politecnico Nacional; 2010.
7. Rice W Todd M, Arthur P, Wheeler MD. Comparison of the Spo₂/Fio₂ Ratio and the Pao₂/Fio₂ Ratio in Patients With Acute Lung Injury or ARDS. For the National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Network. Chest. 2007;132(2):418-24.
8. Lobete C, Medina A, Rey C, Mayordomo-Colunga J, Concha A, Menendez S, et al. Correlation of oxygen saturation as measured by pulse oximetry/fraction of inspired oxygen ratio with Pao₂/fraction of inspired oxygen ratio in a heterogeneous sample of critically ill children. Journal of critical care. 2013;28(4):538
9. Miranda MC, Lopez-Herce J, Martinez MC, Carrillo A. Relationship between PAO₂/FIO₂ and SATO₂/FIO₂ with mortality and duration of admission in critically ill children. Barcelona, Spain: Anales de pediatria. 2012;76(1):16-22.
10. Malicdem MGP, Banzon AG. Determination of the utility of the spo₂/fio₂ ratio in the diagnosis of patients admitted at the philippine heart center with acute lung injury or acute respiratory distress syndrome: A cross-sectional study. CHEST Journal. 2010;138:222A-A.
11. Gómez A LL, Quijano M. Utilidad de la relación Sao₂/Fio₂ en la evaluación del grado de compromiso pulmonar en pacientes críticos. Revista de la Facultad de Medicina - Universidad Nacional de Colombia. 2002;50(2):2-7.
12. Murcia H FJ. Estudio de correlación entre la PAO₂/FIO₂ y la SO₂/FIO₂ en niños en ventilación mecánica de la fundación cardiointantil en Bogotá entre Abril y Junio de 2011. Bogotá: Facultad de Medicina, Universidad del Rosario. 2011. p. 1-49.
13. Rincón J. Correlación de los índices PaO₂/FiO₂ y SpO₂/FiO₂ en el postoperatorio de cirugía cardíaca en una Unidad de Terapia Postquirúrgica Cardiovascular. Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva. 2013;27(2):71-6.

14. Camargo GD. Comparación de la razón saturometría de pulso/fracción inspirada de oxígeno (SA/FIO₂) y la razón presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno (PO₂/FIO₂) en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda. Acta Colombiana de Cuidado Intensivo. 2011;11(2):86-90.
15. Cardinal-Fernandez P, Nin N, Lorente JA. Acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a genomic perspective. Medicina intensiva / Sociedad Española de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias. 2011;35(6):361-72.
16. Rodríguez Reyes Oscar RCOB, Marberty Giro Judith. Índice de oxigenación arterial en pacientes con sepsis respiratoria ventilados. MEDISAN. 2010;14(2):225-31.
17. Khemani Robider TN, Venkatachalan Vani, Scimeme Jason, Sneider James, Ross Patrik. Comparison of Spo₂ to Pao₂ based markers of lung disease severity for children with acute lung injury. Crit Care Med. 2012;40(4):1309-16.
18. Sanchez Casado M, Quintana Diaz M, Palacios D, Hortiguela V, Marco Schulke C, Garcia J, et al. Relationship between the alveolar-arterial oxygen gradient and PaO₂/FiO₂-introducing PEEP into the model. Medicina intensiva / Sociedad Española de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias. 2012;36(5):329-34.
19. Khemani RG, Thomas NJ, Venkatachalam V, Scimeme JP, Berutti T, Schneider JB, et al. Comparison of SpO₂ to PaO₂ based markers of lung disease severity for children with acute lung injury. Crit Care Med. 2012;40(4):1309-16.
20. Cawcutt KA, Peters SG. Severe Sepsis and Septic Shock: Clinical Overview and Update on Management. Mayo Clinic proceedings. 2014;89(11):1572-8.
21. Schmidt MF, Gernand J, Kakarala R. The use of the pulse oximetric saturation to fraction of inspired oxygen ratio in an automated acute respiratory distress syndrome screening tool. J Crit Care. 2015 Jun;30(3):486-90.

Recibido: 14 de junio de 2018.

Aprobado: 12 de septiembre de 2018.

Moisés Apolaya-Segura. Centro de Investigación de Epidemiología Clínica y Medicina Basada en Evidencia, Universidad San Martín de Porres. Lima- Perú.
Correo electrónico: moises.apolaya@gmail.com