

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Relación PaO₂/FiO₂ como predictor de éxito en la ventilación no invasiva **PaO₂/FiO₂ relationship as a success predictor in non-invasive ventilation**

Gilberto Lázaro Betancourt-Reyes^{1,2}

¹Hospital General Docente "Manuel Ascunce Domenech". Camagüey, Cuba. **Correspondencia a:** Gilberto Lázaro Betancourt-Reyes, correo electrónico: bbgilbert.cmw@infomed.sld.cu.

Recibido: 1 de febrero de 2018

Aprobado: 6 de abril de 2018

RESUMEN

La hipoxemia representa una consecuencia drástica de numerosas enfermedades. Se hace imperioso que el médico cuente con todas las herramientas necesarias para evaluarla de manera eficaz y temprana. La relación PaO₂/FiO₂, o también llamado índice de Kirby, no es más que un cociente que refleja de manera indirecta alteraciones en la relación ventilación-perfusión o la presencia de shunts a nivel pulmonar. En numerosos estudios se habla a favor de su aplicación como factor predictor de mortalidad, así como predictor de éxito de la ventilación mecánica no invasiva, sirviendo, además, para el seguimiento desde el punto de vista hemogasométrico de un paciente grave, que está recibiendo esta forma de ventilación. Es por ello que se realizó una revisión bibliográfica utilizando los servicios disponibles en la red Infomed y con el objetivo de identificar investigaciones relevantes, que se refieran a la importancia del índice de Kirby como predictor de éxito y seguimiento de la ventilación mecánica no invasiva.

Palabras clave: RELACIÓN PAO₂/FIO₂; VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA; PREDICTOR DE ÉXITO.

Descriptor: RELACIÓN VENTILACION-PERFUSIÓN; RESPIRACIÓN ARTIFICIAL; VENTILACIÓN NO INVASIVA.

SUMMARY

Hypoxemia represents a drastic consequence of numerous diseases. It is imperative that the physician count on all the tools needed to assess it effectively and early. The PaO₂/FiO₂ ratio, also called Kirby index, is merely a quotient that indirectly reflects changes in the ventilation-perfusion ratio or presence of pulmonary shunts. Many studies are in favor of its application as a predictor of mortality, as well as a success predictor of non-invasive mechanical ventilation, besides being useful in the follow-up of a seriously ill patient, from a hemogasometric viewpoint, who is receiving this type of ventilation. This the reason why a bibliographic review article was carried out using the services available in Infomed with the objective to identify relevant research works that deal with the importance of the Kirby index as a success and follow-up predictor of the non-invasive mechanical ventilation.

Key words: PAO₂/FIO₂ RATIO; NON-INVASIVE MECHANICAL VENTILATION; SUCCESS PREDICTOR.

Descriptors: VENTILATION-PERFUSION RATIO; RESPIRATION, ARTIFICIAL; NONINVASIVE VENTILATION.

INTRODUCCIÓN

La determinación de la presión parcial de oxígeno (PaO₂) en una muestra de sangre arterial constituye el método "Gold Standard" con respecto a la valoración del estado de oxigenación. En tanto la fracción inspiratoria de oxígeno (FiO₂), no es más que aquella porción de oxígeno que el paciente está recibiendo. En donde el índice P/F es el resultado del cociente entre la PaO₂ y la FiO₂ y se ha utilizado clásicamente para definir el estado de insuficiencia

respiratoria aguda hipoxémica, que es cuando el cociente es menor de 300, siendo este tipo de insuficiencia respiratoria aguda indicación a tener en cuenta con la ventilación mecánica no invasiva. (1)

El índice de Kirby o una relación PaO₂/FiO₂ entre los valores de 200 a 300 (o cercano a los 200) se ha usado para evitar la entubación endotraqueal en este tipo de pacientes que lo ameritan. Se logra mejorar en la mayoría de los casos el intercambio gaseoso, al que se le da seguimiento según el estado

Citar como: Betancourt-Reyes GL. Relación PaO₂/FiO₂ como predictor de éxito en la ventilación no invasiva. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. 2018; 43(4). Disponible en: <http://www.revzoilomarinellosld.sld.cu/index.php/zmv/article/view/1254>.



Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas
Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas
Ave. de la Juventud s/n. CP 75100, Las Tunas, Cuba

de oxigenación del paciente, para valorar en qué momento continuar o no con este tipo de modalidad ventilatoria.

En los últimos 20 años el uso de la VNI (ventilación no invasiva) se ha generalizado tanto en pacientes agudos como crónicos. Ofrece ventajas de gran valor, así como la posibilidad de evitar la intubación endotraqueal con sus potenciales complicaciones, ya bien conocidas y en ocasiones tan temidas. Además, es un método de ventilación más cómodo para el paciente, no requiere sedación profunda y permite preservar los mecanismos de defensa de la vía aérea superior, asegurando una adecuada oxigenación en todo momento. (2) En pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, la VNI reduce la intubación traqueal, la morbimortalidad y la estancia hospitalaria.

En enfermedades crónicas los síntomas pueden mejorar significativamente, la calidad de vida y ciertos parámetros fisiológicos. La relación PaO₂/FiO₂ tiene gran valor, pues siempre permite evaluar el grado de oxigenación del paciente y de si pudiera o no requerir la aplicación de otro tipo de modalidad ventilatoria. Es por eso, en este artículo se tiene como objetivo resaltar la importancia de la misma en el seguimiento y valoración del paciente, al definirse como problema actual la necesidad de identificar un marcador confiable, como es este, según refiere la bibliografía, para valorar la evolución favorable o no de la ventilación no invasiva. Por todo lo anterior, se decide realizar dicha revisión. Se enfocó la misma hacia el uso de la ventilación no invasiva y su vínculo con la relación PaO₂/FiO₂ como predictor de éxito. Para ello se seleccionaron de todas las referencias encontradas alrededor de 21 bibliografías de actualidad en idioma español e inglés, principalmente, localizadas utilizando las bases de datos de PubMed, Scielo, EBSCO y otras, disponibles en los servicios de la red Infomed.

DESARROLLO

La ventilación no invasiva constituye en la actualidad una herramienta de primera línea en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda. Se plantea que en las indicaciones con carácter más fuerte para su uso se encuentran las agudizaciones de la EPOC y en el edema pulmonar de origen cardiogénico, aunque también se ha empleado en el fallo respiratorio agudo de diversa etiología. (3)

La oxigenación constituye una variable de indescriptible valor tanto para el paciente como para el propio médico, pues una de las principales indicaciones que tiene el empleo de la ventilación mecánica no invasiva es que el paciente esté en su total y completa capacidad de vigilia para poder aplicar este tipo de modalidad de ventilación. Cuando la PaO₂ disminuye por debajo de los niveles normales el paciente se torna encefalopático, producto de una encefalopatía hipóxica, pudiendo llegar hasta la pérdida total del nivel de conciencia, lo que conduciría de manera inmediata a la

entubación endotraqueal, de ahí la importancia del grado de oxigenación.

La VNI es empleada ampliamente en un gran número de enfermedades, en las cuales esta variedad de ventilación cumple con sus indicaciones bien precisas. Entre las afecciones más frecuentes está la exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el edema pulmonar cardiogénico, la neumonía adquirida en la comunidad, pacientes inmunodeprimidos, pacientes en estadios avanzados de su enfermedad en fase terminal, el síndrome de obesidad-hipoventilación, entre muchas otras más, que de una forma u otra hacen que el paciente evolucione hacia un estado de insuficiencia respiratoria aguda o crónica, mejorando la disnea y parámetros gasométricos y reduciendo la incidencia de intubación, la estancia en centros hospitalarios y la mortalidad. (4-6)

Un metaanálisis realizado hace algunos años (7) demostró que a los pacientes que sufren un trauma torácico la VNI mejora de manera significativa la oxigenación y disminuye el riesgo de la intubación, entre tanto, también reduce el periodo de estancia en las unidades de atención al grave y la mortalidad. Este estudio además planteó que la VNI no solamente tiene utilidad en este tipo de pacientes (que sufren un traumatismo de tórax), sino que también tiene un impacto positivo en aquellos en los que se empleó esta modalidad ventilatoria para prevenir que cayeran en un estado de insuficiencia respiratoria aguda.

Hace ya algún tiempo se comenzó a introducir el sistema de cánula nasal de alto flujo, el cual brinda una mezcla de oxígeno bastante elevada, llegando a aproximadamente unos 60 L/min. Existen actualmente estos dispositivos que son usados en la práctica clínica para entregar oxígeno a una velocidad de flujo que supera la velocidad de flujo normal del sujeto, siendo capaces de entregar de manera más precisa una fracción inspirada de oxígeno (FiO₂). (8) La misma se ha venido utilizando con resultados alentadores a nivel mundial en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda hipóxica de leve a moderada. (9) Este útil sistema resulta muy beneficioso para tan novedoso tema, que ha tomado auge y cada vez más presenta una vigencia indescriptible en los tiempos actuales. Se puede apreciar como la evaluación constante y sistemática de la oxigenación del paciente resulta de vital importancia, pues el método empleado aquí es a base de administración de oxígeno a altas dosis, en donde se conoce que el exceso de oxígeno produce intoxicación por el mismo, en ocasiones pudiendo producir una hipoplasia eritroide, siendo imprescindible la valoración constante del índice de oxigenación a través de una adecuada relación PaO₂/FiO₂.

Las mascarillas faciales suelen utilizarse con bastante frecuencia, pudiendo llegar hasta más del 70 % de todos los pacientes a los cuales se les ha aplicado la VNI. Las mascarillas oronasales son las más empleadas en Europa, estando especialmente indicadas en pacientes que presentan taquipnea

acompañada de respiración bucal. La máscara facial total ocasiona en la mayoría de los casos menos lesiones cutáneas y puede ser, incluso, hasta más cómoda. En la actualidad, se recomienda como primera elección en pacientes agudos una mascarilla oronasal, tomándose como alternativa razonable la facial total. (10)

Con la ventilación no invasiva se intenta conseguir los mismos objetivos que se persiguen con la ventilación mecánica invasiva, entre los cuales se pueden mencionar el esfuerzo por garantizar la adaptación y normalizar el intercambio gaseoso y minimizar el trabajo respiratorio del paciente. En situaciones en las que existiera enfermedad cardiopulmonar o neurológica, la VNI mejora el intercambio gaseoso a través del aumento del volumen corriente (V_t) y asegura de esta manera una ventilación alveolar óptima. (11) Al mejorar el V_t y la posibilidad de utilizar la presión positiva al final de la espiración (PEEP), se puede mejorar la distensibilidad del sistema respiratorio, debido al reclutamiento y a la estabilización de los alveolos colapsados, mejorando la aireación alveolar. Además, el aumento del V_t reduce la intensidad y duración de las contracciones de los músculos inspiratorios, con la consiguiente disminución del trabajo muscular. (12, 13)

De ahí que la ventilación no invasiva ha demostrado tener un impacto positivo sobre la morbilidad hospitalaria, así como la disminución del tiempo de hospitalización, además de facilitar el proceso de retiro de la ventilación mecánica, la disminución de los costos y mayor comodidad para el paciente. (14)

La vigilancia de los pacientes que están recibiendo la modalidad de ventilación no invasiva debe ser constante y estrecha, teniendo siempre presente que el mejor sistema de monitorización lo va a constituir una buena y cercana observación clínica, el cual sustituye a la más alta tecnología. Se hace necesario evaluar el nivel de conciencia, la fatigabilidad de los músculos respiratorios, la asincronía paciente-ventilador, el control de la frecuencia respiratoria, la existencia de fugas, así como la coloración del paciente en todo momento. Todo lo anterior es importante, pues en algún instante pudiera indicar que existe una inadecuada oxigenación, lo cual llevaría al fracaso de la ventilación no invasiva.

El seguimiento es esencial para intentar llegar a cumplir y valorar los objetivos, cuando a un paciente se le aplica la ventilación no invasiva según las indicaciones de la misma. A través de la relación PaO_2/FiO_2 , de forma sencilla y eficaz se puede evaluar el grado de oxigenación y trabajar en base al tratamiento, detectar precozmente y tratar el inicio prematuro de una exacerbación de la enfermedad, así como, también, la progresión de la misma, minimizar y llegar a tratar los efectos adversos que pudieran aparecer, evitar complicaciones relacionadas con la hospitalización e incentivar cambios en el estilo de vida.

Sin duda alguna, el empleo de esta variante de ventilación, cuando se cumple con sus indicaciones bien establecidas, otras no tan así, el paciente es el

principal beneficiado del uso de la misma de manera racional. No se puede decir que las complicaciones y eventos adversos no están presentes, a pesar de ser escasos y poco relevantes, pues no formaría parte entonces del mundo real, pero sí se puede afirmar que la oxigenación del paciente mejora notablemente. En el paciente adulto son más amplios los usos de esta modalidad ventilatoria en comparación con los pacientes en edades pediátricas, donde se va a circunscribir principalmente al periodo posoperatorio durante la estancia en las unidades de cuidados intensivos pediátricos. (15) En los pacientes adultos se ha logrado llegar a emplear la ventilación no invasiva incluso hasta en sedación para la práctica de fibrobronoscopias, colangiopancreatografías retrógradas endoscópicas, ecocardiografías transesofágicas, etc. (16-19) Todo esto ha sido posible gracias a la confianza de que la ventilación no invasiva representa un método seguro, en donde los pacientes pueden ser sometidos a varios procedimientos diagnóstico-terapéuticos sin ningún tipo de dificultad, asegurando la vida de los pacientes a través del mismo.

Moretti y colaboradores (20) demostraron en su estudio que mientras menores fueran los valores a partir del índice de oxigenación (PaO_2/FiO_2), mayor sería la posibilidad de fracaso de la aplicación de la ventilación no invasiva. Bhattacharyya y Ramprasad (21) identificaron, además, que aquellos pacientes que mejoraban el índice de oxigenación (PaO_2/FiO_2), la frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, entre otras variables, luego de permanecer solo una hora de tratamiento con la instauración de este modo de ventilación, indicaba que estos son predictores de éxito en estos pacientes.

CONCLUSIONES

La ventilación no invasiva ha surgido y tomado auge como modelo de un nuevo horizonte de oportunidades para el paciente, donde se garantiza algo tan vital para la vida como es la oxigenación, mejorando el intercambio gaseoso y disminuyendo la intubación endotraqueal. Sin lugar a dudas, esta modalidad de soporte ventilatorio ha demostrado su superioridad en cuanto a tratamientos convencionales. No solamente mejora el grado de oxigenación, sino que, además, esto posibilita que el paciente mejore de una manera más cómoda, disminuyendo su estancia en las salas de atención al grave, reduciendo las complicaciones que tan frecuente se asocian con la intubación endotraqueal, así como de la mortalidad. La decisión para su aplicación depende de la valoración clínica del médico, así como del conocimiento de sus indicaciones y manejo de la misma, teniendo siempre presente que el paciente es el que debe beneficiarse en todo momento de la misma. La aceptación y adaptación inicial del enfermo a la ventilación no invasiva son decisivos para el éxito de la misma, en donde la vigilancia estrecha de la oxigenación, sobre todo en las primeras horas, es crucial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Kaditis AG, Alonso Alvarez ML, Boudewyns A, et al. Obstructive sleep disordered breathing in 2- to 18-year-old children: diagnosis and management. *The European respiratory journal* [revista en internet]. 2016 [citado 25 de diciembre 2017]; 47: 69-94. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26541535>.
2. Thomrongpaioj P, Tongyoo S, Tragulmongkol W, Permpikul C. Factors predicting failure of noninvasive ventilation assist for preventing reintubation among medical critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med* [revista en internet]. 2017 [citado 25 de diciembre 2017]; 38: 177-181. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29258722>.
3. Mas A, Masip J. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease* [revista en internet]. 2014 [citado 25 de diciembre 2017]; 9: 837-52. Disponible en: <https://www.dovepress.com/noninvasive-ventilation-in-acute-respiratory-failure-peer-review-ed-article-COPD>.
4. Ramsay M, Hart N. Current opinions on non-invasive ventilation as a treatment for chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Pulm Med* [revista en internet]. 2013 [citado 25 de diciembre 2017]; 19(6): 626-630. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24060980>.
5. Non-invasive positive pressure ventilation should be considered in patients with COPD and persistent hypercapnia at least 2 weeks after resolution of acute respiratory failure. *Evid Based Nurs* [revista en internet]. 2018 [citado 25 de diciembre 2017]; 21(1): 12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29175966>.
6. Masclans J.R. Pérez-Terán P. Roca O. Papel de la oxigenoterapia de alto flujo en la insuficiencia respiratoria aguda. *Med Intensiva* [revista en internet]. 2015 [citado 25 de diciembre 2017]; 39(8): 505-15. Disponible en: <https://www.medintensiva.org/es/pdf/S0210569115001217/S300/>.
7. Chiumello D, Coppola S, Froio S, Gregoret C, Consonni, D. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* [revista en internet]. 2013 [citado 25 de diciembre 2017]; 39(7): 1171-80. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23571872>.
8. Gotera C, Díaz-Lobato S, Pinto T, Winck JC. Clinical evidence on high flow oxygen therapy and active humidification in Adults. *Rev Port Pneumol* [revista en internet]. 2013 [citado 25 de diciembre 2017]; 19(5): 217-227. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23845744>.
9. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault, C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med* [revista en internet]. 2015 [citado 25 de diciembre 2017]; 372(23): 2185-96. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1503326>.
10. Hess DR. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Resp Care* [revista en internet]. 2013 [citado 25 de diciembre 2017]; 58(6): 950-69. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23709194>.
11. Yáñez P. L. Ventilación no invasiva en el paciente con falla respiratoria aguda. *Neumol Pediatr* [revista en internet]. 2017 [citado 25 de diciembre 2017]; 12(1): 9-14. Disponible en: <http://www.neumologia-pediatrica.cl/wp-content/uploads/2017/06/ventilacion-invasiva.pdf>.
12. Kallet RH, Campbell AR, Dicker RA. The effects of tidal volume demand on work of breathing during lung protective ventilation in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* [revista en internet]. 2006 [citado 25 de diciembre 2017]; 34(1): 8-14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16374150>.
13. Flick GR, Bellamy PE. Diaphragmatic contraction during assisted mechanical ventilation. *Chest* [revista en internet]. 1989 [citado 25 de diciembre 2017]; 96(1): 130-5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2736970>.
14. Thokala P, Goodacre S, sala M, Penn-Ashman J. Cost-effectiveness of out-of-hospital continuous positive airway pressure for acute respiratory failure. *Ann Emerg Med* [revista en internet]. 2015 [citado 25 de diciembre 2017]; 65(5): 556-563. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25737210>.
15. Marohn K, Panisello JM. Noninvasive ventilation in pediatric intensive care. *Curr Opin Pediatr* [revista en internet]. 2013 [citado 25 de diciembre 2017]; 25(3): 290-96. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23652681>.
16. Esquinas A, Zuil M, Scala R, Chiner E. Bronchoscopy during non-invasive mechanical ventilation. A review of techniques and procedures. *Arch Bronconeumol* [revista en internet]. 2013 [citado 25 de diciembre 2017]; 49(3): 105-112. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/7e24/cafea71232147402cf0c47b45465f325dd41.pdf>.

17. Cabrini L, Nobile L, Cama E, Borghi G, Pieri M, Bocchino S, et al. Non-invasive ventilation during upper endoscopies in adult patients. A systematic review. *Minerva Anesthesiol* [revista en internet]. 2013 [citado 25 de diciembre 2017]; 79: 683-94. Disponible en: <http://www.minervamedica.it/en/journals/minerva-anestesiologica/article.php?cod=R02Y2013N06A0683>.
18. Folgado MA, de la Serna C, Llorente A, Rodríguez S, Ochoa C, Díaz-Lobato S. Utility of non-invasive ventilation in high-risk patients during endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Lung India*. [revista en internet]. 2014 [citado 25 de diciembre 2017]; 31(4): 331-5. Disponible en: <http://www.lungindia.com/article.asp?issn=0970-2113;year=2014;volume=31;issue=4;spage=331;epage=335;aulast=Folgado>.
19. Pisano A, Angelone M, Iovino T, Gargiulo S, Manduca S, de Pietro A. Transesophageal echocardiography through a non-invasive ventilation helmet. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [revista en internet]. 2013 [citado 25 de diciembre 2017]; 27(6): e78-81. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24267579>.
20. Moretti M, Cilione C, Tampieri A, Fracchia C, Marchioni A, Nava S. Incidence and causes of non-invasive mechanical ventilation failure after initial success. *Thorax* [revista en internet]. 2000 [citado 25 de diciembre 2017]; 55(10): 819-25. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10992532>.
21. Bhattacharyya D, Ramprasad R. Early predictors of success of non-invasive positive pressure ventilation in hypercapnic respiratory failure. *MJAFI* [revista en internet]. 2011 [citado 25 de diciembre 2017]; 67(4): 315-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27365838>.

Copyright Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. Este artículo está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 Internacional](#), los lectores pueden realizar copias y distribución de los contenidos por cualquier medio, siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras, ni se realice modificación de sus contenidos.