

## Escala de predicción del fracaso de la ventilación no invasiva en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada

Prediction scale of non-invasive ventilation failure in acute chronic obstructive pulmonary disease

Zadis Navarro Rodríguez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6320-9547>

Lázaro Ibrahim Romero García<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3248-3110>

<sup>1</sup>Hospital Provincial “Saturnino Lora”. Departamento de Cuidados Intensivos. Santiago de Cuba, Cuba.

\*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [zadis.navarro@infomed.sld.cu](mailto:zadis.navarro@infomed.sld.cu)

### RESUMEN

**Introducción:** En la actualidad no existen escalas predictivas de fácil aplicación, del fracaso de la ventilación no invasiva en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada.

**Objetivos:** Validar una escala predictiva de fracaso de la ventilación no invasiva en un grupo de enfermos a partir de los factores identificados como predictores de fallo.

**Métodos:** Se realizó un estudio de cohortes, en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada, tratados con ventilación no invasiva, egresados de las unidades de atención al paciente grave del Hospital Provincial “Saturnino Lora”, desde enero del 2011 a enero del 2016, en quienes se identificaron los factores predictivos de fallo. La muestra quedó conformada por 118 pacientes. En un segundo momento, se diseñó la escala predictiva. Para su validación, se realizó un estudio de cohorte, en una nueva muestra de 82 pacientes con iguales características, desde enero del 2016 a enero del 2019.

**Resultados:** La presencia de fugas en la máscara, el inicio de los síntomas de más de 24 horas, la disminución de los valores promedios de la escala de coma de Glasgow y el pH, el incremento de las frecuencias cardíaca y respiratoria y la PaCO<sub>2</sub>, se asocian con el fracaso de la ventilación no invasiva. Los factores con magnitud causal, fueron la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, y la PaCO<sub>2</sub> a las dos horas.

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

**Conclusiones:** La escala predictiva del fracaso de la ventilación no invasiva en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada resulta adecuada para precisar la probabilidad de fallo del proceder terapéutico.

**Palabras clave:** respiración artificial; ventilación no invasiva; enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

## ABSTRACT

**Introduction:** There are currently no predictive scales, easy to apply, for the failure of non-invasive ventilation in acute chronic obstructive pulmonary disease.

**Objectives:** To validate a predictive scale of failure of non-invasive ventilation in a group of patients based on the factors identified as predictors of failure.

**Methods:** A cohort study was carried out in patients with acute chronic obstructive pulmonary disease, treated with non-invasive ventilation, graduated from the serious patient care units of the “Saturnino Lora” Provincial Hospital, from January 2011 to January 2016, in whom the predictive factors of failure were identified. The sample was made up of 118 patients. At a second moment, the predictive scale was designed. For its validation, a cohort study was conducted in a new sample of 82 patients with the same characteristics, recruited from January 2016 to January 2019.

**Results:** The presence of leaks, the onset of symptoms of more than 24 hours, the decrease in the average values of the Glasgow Coma Scale and pH, the increase in heart and respiratory rates and PaCO<sub>2</sub>, are associated with failure of noninvasive ventilation. The factors with causal magnitude were respiratory rate, heart rate, and PaCO<sub>2</sub> at two hours.

**Conclusions:** The predictive scale of failure of non-invasive ventilation in acute chronic obstructive pulmonary disease is adequate to determine the probability of failure of the therapeutic procedure.

**Keywords:** respiration, artificial; noninvasive ventilation; chronic obstructive pulmonary disease.

Recibido: 26/02/2020

Aprobado: 23/07/2020

---

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Bajo licencia Creative Commons

## INTRODUCCIÓN

La ventilación no invasiva (VNI) constituye en la actualidad una nueva modalidad de terapia de soporte respiratorio, en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda (IRA), para conseguir la corrección del intercambio gaseoso y disminuir el trabajo muscular ventilatorio. Se evita así la ventilación mecánica invasiva y las consecuencias que de ella se derivan.<sup>(1,2,3,4)</sup>

Dentro de las insuficiencias respiratorias agudas, en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) agudizada, no existen dudas de la utilización de la VNI, avalado en varios estudios aleatorizados y diversos metanálisis.<sup>(1,3,5)</sup>

La EPOC es la cuarta causa de muerte en todo el mundo, pero se prevé que llegue a ser la tercera en el 2020. En esta enfermedad, la VNI disminuye el trabajo respiratorio, mejora el intercambio de gases, reduce la necesidad de intubación orotraqueal, los ingresos en terapia intensiva y la mortalidad. Sin embargo, el fallo de esta ventilación también ocurre en determinado número de pacientes, estimado entre el 24 y el 58 %, y en estos casos, la mortalidad es más elevada.<sup>(2,4,6,7)</sup>

Los estudios referidos a la aplicación de la VNI, se centran en determinar qué variables son fundamentales para predecir el fracaso, basado en que el retraso en la intubación, puede empeorar el pronóstico en términos de mortalidad, estancia en cuidados intensivos y en el hospital.<sup>(3,8,9,10)</sup>

Dentro de los varios predictores descritos, la elevación de la presión arterial de dióxido de carbono, la disminución del pH, han sido referidos con mayor frecuencia por los investigadores, no obstante, los puntos de corte de esos parámetros, se desconocen.<sup>(4,5,6)</sup>

Existen múltiples pronósticos en terapia intensiva, pero no se cuenta con un instrumento de fácil aplicación para cuantificar el fenómeno en el paciente con EPOC agudizada, tratado con VNI ni para contribuir a decidir si está indicada la conversión a ventilación convencional, o puede continuar con esta técnica y por tanto, que ayude a no dejar una decisión en la que se define la evolución de un enfermo, solo al juicio de cada médico.

Esta investigación se realizó para validar una escala predictiva del fracaso de la VNI en pacientes con EPOC agudizada.

## MÉTODOS

Se realizó en un estudio analítico de cohorte, en pacientes con EPOC agudizada, tratados con VNI, egresados de las unidades de atención al grave del Hospital “Saturnino Lora”, desde enero del 2011 a enero del 2016. Se identificaron las variaciones en los parámetros clínicos (frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, escala de coma de Glasgow, neumonía), hemogasométricos (pH y PaCO<sub>2</sub>) y ventilatorios (duración de la ventilación, tiempo del inicio del tratamiento con respecto al inicio de los síntomas, modalidad ventilatoria, fugas y frecuencia de la VNI).

Se estimó la capacidad predictiva de estos parámetros antes descritos en el fracaso de la técnica de VNI (primer momento metodológico).

La población de enfermos estuvo constituida por todos los pacientes con EPOC agudizada, tratados con VNI en el escenario antes descrito, que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión: pacientes con diagnóstico de EPOC agudizada, ingresados en unidades de cuidados intensivos emergentes, unidades de cuidados intensivos e intermedios del hospital “Saturnino Lora” que recibieron VNI.

Criterios de exclusión: pacientes portadores de condiciones que contraindicaron la VNI (paro cardiaco o respiratorio, disfunción orgánica no respiratoria - hemorragia digestiva alta, inestabilidad hemodinámica, cirugía facial, trauma o deformidad facial, obstrucción de la vía aérea superior, secreciones orotraqueales que obstruyan la vía aérea superior, escala de coma de Glasgow  $\leq 8$ , pacientes fallecidos con menos de 2 horas, pues el corto tiempo limita la adecuada recolección de la información necesaria.

Según estos criterios en el periodo estudiado, resultaron 118 pacientes. De ellos, fueron seleccionadas dos cohortes para la identificación de los factores predictivos de fracaso de la VNI:

Pacientes expuestos: pacientes con EPOC agudizada tratados con VNI, expuestos a niveles de PCO<sub>2</sub>  $\geq 66$  mmHg ( $n_1 = 32$ ) en las primeras 2 horas de tratamiento.

Pacientes no expuestos: pacientes con EPOC agudizada tratados con VNI, expuestos a niveles de PCO<sub>2</sub>  $< 66$  mmHg ( $n_2 = 86$ ) en las primeras 2 horas de tratamiento.

El diseño y la validación de la escala predictiva, se realizó sobre la base de una nueva cohorte de enfermos ( $n = 82$ ) con EPOC agudizada, tratados con VNI, reclutada desde enero del 2016 a enero del 2019. A estos se les aplicó la escala predictiva de fracaso, diseñada sobre la base de los resultados de la magnitud

causal de los factores predictivos seleccionados, según métodos estadísticos multivariados (modelo logístico) y el marco teórico conceptual. A todos los enfermos incluidos en el estudio desde su inicio, se les aplicó el protocolo de VNI mediante el ventilador convencional disponible.

El análisis de los datos, se basó en la construcción de un modelo multivariado (regresión logística multivariable), para la identificación de los factores predictivos del fracaso de la VNI. Como variable dependiente de la predicción, se consideró la presencia o no del fracaso de la técnica. Para el diseño de la escala predictiva de fracaso, se calculó el coeficiente  $\beta$  estandarizado de cada variable, lo cual permitió identificar el peso explicativo que tiene cada una sobre el fracaso de la técnica, para asignar la puntuación seleccionada a través de la asignación de rangos por método aditivo, junto con lo reportado por la literatura, acerca de los factores predictores de más peso en el fallo de la técnica.

Para el análisis de las diferencias entre los diferentes parámetros hemogasométricos (variables cuantitativas) en las cohortes analizadas, se aplicó la prueba de hipótesis para diferencias de medias (t-Student). En el caso de las variables cualitativas se utilizó la prueba Ji cuadrado de homogeneidad. Para ambas pruebas de hipótesis se utilizó igual nivel de significación ( $\alpha = 0,05$ ).

Con el objetivo de validar la escala como predictor de la mortalidad, se utilizó la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Se realizó una estimación puntual y por intervalo de confianza del 95 % del área bajo la curva (ABC), sobre la base de la estimación de la sensibilidad, especificidad y los valores predictivos, que tomará valores entre 1 ( prueba perfecta) y 0,5 ( prueba inútil).

La investigación fue sometida a consideración y aprobación por el consejo científico de la institución de referencia, el comité de ética de las investigaciones y el consejo científico provincial de la salud. En este estudio se respetaron los principios promulgados en la declaración de Helsinki y del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), 2002.

## RESULTADOS

Dentro de los factores que pueden estar en relación con el éxito o fracaso de la técnica de VNI, se identificó la presencia de fugas (81,8 %), IC 95 % (72,5 - 91,0) y el tiempo de inicio de los síntomas mayor de 24 horas (77,9 %), IC 95 % (68,0 - 87,8) como los factores directamente relacionados con el fracaso, con significación estadística. Otros factores, como la duración de la ventilación, la modalidad

utilizada, la presencia de neumonía y la frecuencia de aplicación mayor que cada 2 horas, no se relacionaron con el fallo de la técnica. El fracaso de la VNI estuvo directamente relacionado con la mortalidad (79,2 %), IC 95 % (69,5 - 88,9) (tabla 1).

**Tabla 1-** Factores predictivos y desenlace de la VNI en la EPOC agudizada

Factores		Éxito n = 41*	Fracaso n = 77*	P
Fugas		6 (14,6)	63 (81,8)	0,00
Neumonía		36 (87,8)	62 (80,5)	0,31
Duración > 24 horas		36 (87,8)	54 (70,1)	0,80
Modalidad	Soporte de Presión	38 (92,6)	76 (98,7)	0,93
	BIPAP**	3 (7,3)	1 (1,3)	
Tiempo de inicio de los síntomas > 24 horas		2 (4,9)	60 (77,9)	0,00
Frecuencia mayor que cada 2 horas		39 (95,1)	59 (76,6)	0,82
Estado al egreso fallecido		2 (4,9)	61 (79,2)	0,00

\*Porcentaje en base al total de las columnas.

\*\*Sistema de bipresión positiva.

En la tabla 2 se analiza la variación de los parámetros clínicos y hemogasométricos. Se observa que las diferencias de la frecuencia respiratoria (FR) al inicio no fueron significativas, entre los pacientes con éxito o fracaso, sin embargo en la evaluación a las dos horas, sí existieron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes que presentaron éxito (28,2) y los que fracasaron (34,5).

En cuanto a la frecuencia cardiaca (FC), los valores promedios más bajos al inicio, se relacionaron con el éxito (105,3) y en los que fracasaron, se encontraron valores más elevados (120,5). La evolución de la FC a las dos horas, también fue significativamente superior. En los pacientes con éxito la FC promedio fue de 99,6 y 128,2 en los que fracasaron. La presencia de taquicardia al inicio y la no mejoría o incremento a las dos horas, está relacionado con el fracaso de la técnica.

En cuanto al pH, valores cercanos a la normalidad en el momento del ingreso del paciente, se correspondieron con el éxito de la técnica. Valores bajos (promedio de 7,20), se asociaron al fracaso. En la evolución, a las dos horas, se comprobó que valores normales de pH se relacionaron con éxito (7,40) y fracaso con pH promedio de 7,22.

Al inicio, la PaCO<sub>2</sub> media de 57,2 mmHg, se relacionó con éxito. Valores más altos (64,5 mmHg) se relacionaron con fracaso de la técnica. A las dos horas, aquellos que evolucionaron hacia el éxito, presentaron valores promedio de PaCO<sub>2</sub> de 54,9 mmHg. Quienes evolucionaron al fracaso, se elevó a 66,1 mmHg como valor promedio. La disminución del pH y el aumento de la PaCO<sub>2</sub>, a las dos horas y valores de pH bajos al inicio, se relacionaron con el fracaso de la VNI. El Glasgow bajo al inicio (11,9) y la caída a las dos horas (9,1) se relacionó con el fracaso.<sup>(4)</sup>

**Tabla 2** - Valores promedio basal y evolutivo de parámetros clínicos y hemogasométricos de la VNI en la EPOC agudizada

Parámetros	Inicio de la VNI			2 horas de VNI		
	Éxito	Fracaso	p	Éxito	Fracaso	p
FR	31,3	32,5	0,136	28,2	34,5	0,000
FC	105,3	120,5	0,000	99,6	128,2	0,000
pH	7,33	7,20	0,000	7,40	7,22	0,000
PaCO <sub>2</sub>	57,2	64,5	0,000	54,9	66,1	0,000
Glasgow	13,3	11,9	0,000	14,4	9,1	0,000

A través de un análisis estadístico de regresión logística, fue valorada la capacidad predictiva de fracaso de los parámetros clínicos y hemogasométricos, en los enfermos con EPOC agudizada, tratados con VNI (tabla 3). De los factores analizados, solo mostraron importancia predictiva significativa de fracaso, el aumento de la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca y la PaCO<sub>2</sub> a las dos horas de tratamiento. Se estimó que el incremento promedio de la FR, eleva la posibilidad de fracaso 5,6 veces cuando el resto de las variables permanecen constantes. Por cada unidad de aumento promedio de la PaCO<sub>2</sub> se incrementó el fracaso de la técnica 4,9 veces, cuando el resto de las variables permanecen constantes. Por cada unidad de incremento promedio de la frecuencia cardíaca, aumentó la probabilidad de fracaso en unas 4,6 veces en la población de enfermos, cuando el resto de las variables permanecen constantes.

**Tabla 3** - Factores clínicos y hemogasométricos predictivos de fracaso de la VNI en la EPOC agudizada

Variables en la ecuación		B	E.T.	Wald	Gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% para EXP(B)	
								Inferior	Superior
A las dos horas	PaCO <sub>2</sub>	1,601	0,633	6,408	1	0,011	4,959	1,435	17,130
	FR	1,731	0,549	9,941	1	0,002	5,647	1,925	16,562
	FC	1,531	0,534	8,233	1	0,004	4,623	1,625	13,155
	Constante	-2,033	0,627	10,532	1	0,001	0,131	-	-

a. Variable(s) introducida(s) en el paso 1: PaCO<sub>2</sub>, FR2, FC2.

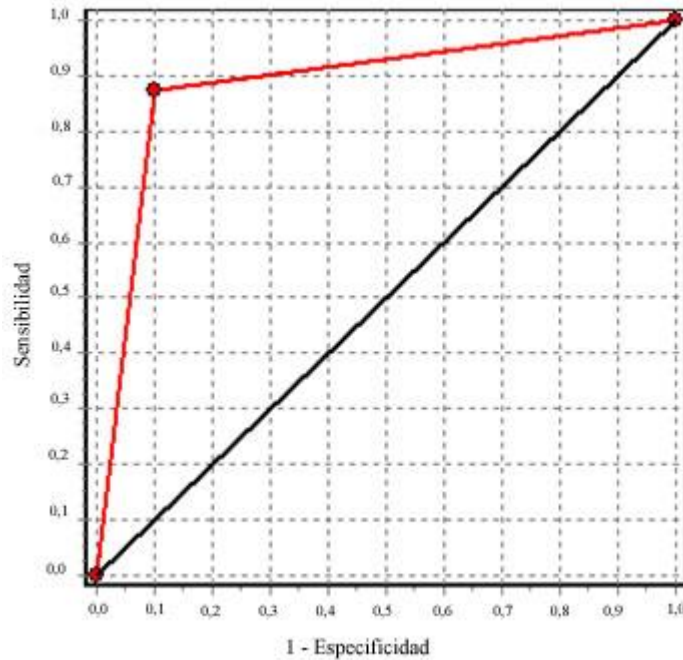
Cuando se analiza la aplicación de la escala predictiva se observa elevada sensibilidad y especificidad. En 100 pacientes con condiciones para fracasar, predice el fracaso en 87 (IC 95 %: 85,87 - 89,13). En 100 pacientes sin condiciones para fracasar el instrumento, en 90 de ellos predice que no fracasarán (IC 95 %: 88,95 - 91,05). Se estima además la razón de verosimilitud positiva; es 8 veces más probable que la escala prediga el fallo en los pacientes con fallo, que en los que no lo presentan. La aplicación del método clínico, con la ayuda de complementarios rutinarios, son suficientes para obtener los datos necesarios. Los resultados pueden ser interpretados con facilidad y brindan opciones terapéuticas en las variables modificables. El análisis estadístico permitió su validación (tabla 4).

**Tabla 4** - Parámetros de evaluación en la escala predictiva de fracaso de la VNI en la EPOC agudizada

Resultado de la escala	Éxito		Fracaso		Total	
	n	%	n	%	n	%
≤ 5	45	90,0	4	12,5	49	59,7
≥ 6	5	10,0	28	87,5	33	40,3
Total	50	60,9	32	39,1	82	100,0

Como predictor de la mortalidad, se utilizó la curva ROC (Fig. 1) y el área bajo la curva fue de 0,88 (IC 95 %: 0,80 - 0,96).





**Fig. 1** - Curva ROC.

Al realizar los cálculos porcentuales, se estimó que los pacientes con valores iguales o inferiores a 5 puntos, tienen pocas probabilidades de fracasar y aquellos con valores iguales o superiores a 6 puntos tendrían mayor probabilidad de fracaso. La presencia de cada variable, de forma independiente adquiere el valor de 2 puntos para la confección de la escala, excepto las fugas por la máscara y el Glasgow menor o igual a 9 que adquiere valor de 1 punto.

## DISCUSIÓN

La técnica de la ventilación mecánica no invasiva, brinda un soporte ventilatorio de fácil y rápida aplicación, que mantiene las vías aéreas intactas y evita el riesgo de neumonía asociada a la ventilación mecánica. Esto disminuye la estancia en la unidad de cuidados intensivos, las complicaciones y la mortalidad.<sup>(7,8,9)</sup>

En cuanto al tiempo en que se inicia el tratamiento con respecto a los síntomas respiratorios, la VNI muestra efectos beneficiosos como intervención de primera línea, por tanto debería iniciarse de forma

temprana en la insuficiencia respiratoria, antes de que los pacientes desarrollen acidosis grave, con el objetivo de disminuir la probabilidad de intubación traqueal, fracaso de tratamiento y mortalidad.<sup>(3,6,10,11)</sup>

Otro factor analizado en varios estudios es la presencia de fugas, relacionadas de forma directa con el fracaso, al provocar mala tolerancia a la técnica y asincronía paciente ventilador.<sup>(4,8,9,12,13)</sup>

La neumonía es un factor asociado al fracaso, en la mayoría de las investigaciones. La evidencia científica no avala beneficios de la VNI en la infección respiratoria, no se ha comprobado que realmente contribuya a la mejoría de la evolución.<sup>(14,15,16)</sup>

En las investigaciones de *Suárez Domínguez*<sup>(8)</sup> y *Moretti*<sup>(17)</sup> no existen diferencias entre la utilización de una u otra modalidad ventilatoria y el éxito o fracaso de la técnica. No hubo superioridad de un modo ventilatorio frente a otro en la EPOC agudizada, que haya determinado una menor tasa de intubación endotraqueal.<sup>(4,18,19)</sup>

Múltiples investigaciones señalan a los parámetros clínicos y hemogasométricos, como predictores de fracaso. *Ram*<sup>(12)</sup> realizó un metanálisis, en el cual se identificó disminución significativa de la FR y la PaCO<sub>2</sub> relacionadas con evolución satisfactoria. La mejoría de los parámetros gasométricos (en especial el pH) durante este periodo inicial, predicen el éxito de la terapia, por lo cual se debe realizar una gasometría de control, en el plazo de 1-2 horas tras el inicio de la VNI.<sup>(12,13,14,15)</sup>

Estudios practicados *Suárez Domínguez*<sup>(8)</sup> y *Navarro Rodríguez*,<sup>(4)</sup> así como en otras investigaciones, se ha demostrado que la PaCO<sub>2</sub> y el pH son factores predictivos de éxito en la IRA hipercápnica.<sup>(16,17)</sup>

En esta investigación, el promedio de PaCO<sub>2</sub> y el pH al ingreso y a las dos horas, en los pacientes en quienes fracasó la VNI, pudo influir en el fallo de la técnica, como el factor fundamental que repercutió sobre el elevado porcentaje de fallo. Por la elevada relación entre ambas variables, se escoge a la PaCO<sub>2</sub> como el factor principal que condiciona los cambios de pH. La prolongación inadecuada de la VNI en aquellos casos con criterios clínicos y gasométricos de pasar a ventilación convencional, incrementa la mortalidad.

*Plant*,<sup>(6)</sup> *Ambrossino*<sup>(15)</sup> y *Andrés Varón*<sup>(5)</sup> han encontrado como predictores de falla, la presencia de acidosis grave (respiratoria o metabólica) (pH < 7,20), puntuación de la escala APACHE II elevada, alteración del estado de conciencia, comorbilidades, neumonía y la ausencia de mejoría en los valores de gases arteriales, después de una a dos horas de VNI. *Fernández Vivas*<sup>(7)</sup> reportó como variables predictivas de falla, el puntaje de APACHE III, el índice de masa corporal y la falla tardía de la VNI. En

un estudio de 2017, se encontraron como predictores de fracaso de la VNI, un pH < 7,25, PaCO<sub>2</sub> > 80 mmHg, APACHE II > 20, así como bajo nivel de conciencia.<sup>(20)</sup>

Otros trabajos señalan que la mejoría clínica y gasométrica temprana, es un predictor del éxito de la VNI. La ausencia de mejoría en el pH y la PaCO<sub>2</sub> en las primeras horas de terapia, además de las alteraciones continuas de las variables clínicas, son factores predictores de fracaso y por tanto de la necesidad de intubación, así como de mayor mortalidad hospitalaria.<sup>(11,16,17,18)</sup>

Los trabajos realizados por *Moretti*,<sup>(17)</sup> *Antonelli*,<sup>(18)</sup> y *Fernández Vivas*,<sup>(7)</sup> evidencian que el fallo de la técnica, está directamente relacionado con la mortalidad, por tanto es capital la selección adecuada de los pacientes candidatos para su aplicación. Otros autores evidenciaron una mortalidad en enfermos, que superó el 72 % tras el fallo.<sup>(5,18,19,20)</sup>

De estos datos se infiere la necesidad del rápido acceso a la ventilación invasiva, cuando se considere apropiado, para evitar el incremento de la mortalidad. La VNI debería ser aplicada en forma temprana en el curso de la insuficiencia respiratoria, antes de la aparición de acidosis grave; esto reduciría la mortalidad y evita la intubación endotraqueal.<sup>(5, 6,15,19,20)</sup>

En el escenario de la EPOC agudizada, no es práctica médica habitual la aplicación de escalas pronósticas de fallo, al ser estas engorrosas y poco prácticas, por eso la decisión queda a juicio del colectivo que asiste al paciente. En 2005, *Confalonieri*<sup>(13)</sup> propuso una escala que incluye, APACHE II, pH, FR, Glasgow, al inicio y a las 2 horas. Su utilización en la cabecera del paciente y en situaciones de emergencia es engorrosa. Es muy frecuente que no se cuente en las primeras horas, con los resultados de complementarios que completan la escala pronóstica APACHE II.

La introducción de una escala de predicción del fallo de la VNI pacientes con EPOC agudizada, permite pronosticar el fracaso de esta técnica, y con ello identificar de manera precoz el momento óptimo para la conversión a ventilación convencional. La escala se constituirá en un instrumento de alerta clínica, que permitirá la aplicación temprana de estrategias de intervención, evitará el incremento de las complicaciones y la mortalidad.

Las modificaciones de variables propias de la ventilación, clínicas y hemogasométricas, estructuran el fracaso, en enfermos con EPOC agudizada, tratados con VNI. Dan como resultado elevada mortalidad en los pacientes con fracaso de esta técnica ventilatoria. Los factores con magnitud causal, asociados al fallo de la VNI las dos horas de tratamiento, fueron la PaCO<sub>2</sub>, la FR y la FC. La escala predictiva de

fallo de la VNI en la EPOC agudizada resultó adecuada para precisar la probabilidad de fallo de la técnica ventilatoria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Grupo de Trabajo de GesEPOC. Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de Pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) – Guía Española de la EPOC (GesEPOC). Versión 2017. Arch Bronconeumol. 2017 [acceso: 13/01/2020]; 53(Supl 1):2-64. Disponible en: <https://www.archbronconeumol.org/es-guia-espanola-enfermedad-pulmonar-obstructiva-articulo-S0300289617300844>
2. Soler Cataluña J, Martínez García M. Factores pronósticos en la EPOC. Arch Bronconeumol. 2017 [acceso: 23/12/2019]; 43(12):680-91. Disponible en: <https://www.archbronconeumol.org/es-factores-pronosticos-epoc-articulo-13112967>
3. Arancibia HF, Ugarte US, Saldias PF. Consenso chileno de ventilación no invasiva III. Ventilación no invasiva en pacientes con enfermedades pulmonares obstructivas. Rev Chil Enf Respir. 2008[acceso: 12/11/2019]; 24(3):185-91. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v24n3/art03.pdf>
4. Navarro Rodríguez Z, Torres Maceo JM, Romero García LI, Ortiz Zamora C. Factores predictivos de fracaso de la ventilación no invasiva en la enfermedad pulmonar obstructiva exacerbada. Rev Cub Med Int Emerg. 2017 [acceso: 27/12/2019]; 16(4):93-103. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedinteme/cie-2017/cie174i.pdf>
5. Varón Andrés F. Predicción de fracaso en ventilación mecánica no invasiva en falla respiratoria en enfermedad pulmonar obstructiva crónica a grandes alturas. Acta Colombiana de Cuidado Intensivo. 2013 [acceso: 13/01/2020]; 13(1):12-17. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/274891326\\_](https://www.researchgate.net/publication/274891326_)
6. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial. Lancet. 2000[acceso: 13/01/2020]; 355(9212):1931-935. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(00\)02323-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(00)02323-0/fulltext)

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

7. Fernández-Vivas M, González-Díaz G, Caturla-Such J, Delgado- Vílchez FJ, Serrano-Simón JM, Carrillo-Alcaraz A, et al. Utilización de la ventilación no invasiva en la insuficiencia respiratoria aguda. Estudio multicéntrico en unidades de cuidados intensivos. *Med Intensiva*. 2009 [acceso: 13/01/2020]; 33(4):153-60. Disponible en:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0210-56912009000400001](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912009000400001)
8. Suárez Domínguez R, Navarro Rodríguez Z, Lozada Mendoza Y. Caracterización de la ventilación no invasiva en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada. *Medisan*. 2015 [acceso: 12/11/2019]; 19(9):1088-1095. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192015000900003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192015000900003)
9. Navarro Rodríguez Z, Pacheco Quiñones M, Rodríguez Fernández A, Cohello Acosta R, Torres Maceo JM. Factores pronósticos del éxito de la ventilación mecánica no invasiva en la insuficiencia respiratoria aguda. *Medisan*. 2014 [acceso: 23/12/2019]; 18(1):68. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192014000100010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192014000100010)
10. Rodríguez Pérez I, Navarro Rodríguez Z, Romero García LI. Evolución de los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda tratados con ventilación no invasiva. *Rev Cub Med Int Emerg*. 2017 [acceso: 23/12/2019]; 16(3):41-8. Disponible en:  
[http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/41-48/html\\_113](http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/41-48/html_113)
11. Cervera GR, Castillo Blanco A, Pérez Aizcorreta O, Parra Morais L. Ventilación mecánica no invasiva en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y en el edema agudo de pulmón cardiogénico. *Med Intensiva*. 2014 [acceso: 23/12/2019]; 38 (2):111-21. Disponible en:  
<https://www.medintensiva.org/es-ventilacion-mecanica-no-invasiva-enfermedad-articulo-S0210569112003038>
12. Ram FS, Picot J, Lightowler J, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004 [acceso: 23/12/2019]; 3:CD004104. Disponible en:  
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004104.pub2/full>
13. Confalonieri M, Garuti G, Cattaruzza MS. A chart of failure risk for noninvasive ventilation in patients with COPD exacerbation. *Eur Respir J*. 2005 [acceso: 13/01/2020]; 25(2):348-55. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15684302>

14. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Non-invasive ventilation in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: long term survival and predictors of in-hospital outcome. *Thorax*. 2001[acceso: 13/01/2020]; 56(9):708-12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11514692>
15. Ambrosino N. Non-invasive mechanical ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: correlates for success. *Thorax*. 1995[acceso: 9/01/2020]; 50(7):755-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7570410>
16. Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV, Picot J, Wedzicha JA, Smith BJ. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Clinical Answers*. 2017[acceso: 9/01/2020];7(7):cd004104. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28702957>
17. 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*.2000 [acceso: 9/01/2020]; 55(10):819-25. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10992532>
18. Antonelli M, Conti G. Noninvasive positive pressure ventilation as treatment for acute respiratory failure in critically ill patients. *Crit Care*.2000 [acceso: 13/01/2020]; 4(1):15-22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC137248/>
19. Torres Maceo JM, Ortiz Zamora C, Navarro Rodríguez Z. Ventilación mecánica no invasiva en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada. *Medisan*. 2015 [acceso: 13/01/2020]; 18(9):1088. Disponible en: <http://www.medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/473>
20. Duiverman ML, Maagh P, Magnet FS, Schmoor C, Arellano-Maric MP, Meissner A. Impact of high-intensity-NIV on the heart in stable COPD: a randomised cross-over pilot study. *Respir Res*. 2017 [acceso: 13/01/2020]; 18(1):76. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28464911>

### **Conflictos de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### **Contribuciones de los autores**

*Zadis Navarro Rodríguez*: diseño y redactó el trabajo, realizó el análisis e interpretación de los resultados.

*Lázaro Ibrahim Romero García*: realizó el análisis e interpretación de los resultados. Participó en el diseño y redacción del trabajo.

Los autores se hacen individualmente responsables de todo el contenido del trabajo.