

Título: Escala de predicción del fracaso de la ventilación no invasiva en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada.

Navarro Rodríguez, Zadis¹
Romero García, Lázaro Ibrahim
Guzmán Pérez, Níger³
Torres Maceo, Jose Manuel⁴

¹ Hospital Provincial “Saturnino Lora”/Departamento de Cuidados Intensivos, Santiago de Cuba, Cuba, zadis.navarro@infomed.sld.cu

² Hospital Provincial “Saturnino Lora”/Departamento docente, Santiago de Cuba, Cuba, lazaoroig@infomed.sld.cu

³ Hospital Militar “Joaquín Castillo Duany”/Departamento de Cuidados Intensivos, Santiago de Cuba, Cuba, niger.guzman@infomed.sld.cu

⁴ Hospital Provincial “Ambrosio Grillo”/Departamento de Cuidados Intensivos, Santiago de Cuba, Cuba, torresmaceo@gmail.com

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

Objetivos: Diseñar y validar una escala predictiva de fracaso de la ventilación no invasiva en este grupo de enfermos a partir de los factores identificados como predictores de fallo.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio de cohortes, en los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada tratados con ventilación no invasiva, ingresados en las unidades de atención al grave del Hospital “Saturnino Lora, desde enero del 2011 a enero del 2016, donde se identificaron los factores predictivos de fallo. La muestra quedó conformada por 118 pacientes. En un segundo momento metodológico, se diseñó la escala predictiva. Posteriormente para su validación, se realizó un estudio de cohortes, en una nueva muestra de pacientes (n=180) con iguales características, reclutados desde enero del 2016 a enero del 2021.

Resultados: La presencia de fugas, el inicio de los síntomas de más de 24 horas, la disminución de los valores promedios del pH y el Glasgow, el incremento de las frecuencias respiratoria y cardiaca y la PaCO₂, se asocian con el fracaso de la ventilación no invasiva. Los factores con magnitud causal, fueron la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardiaca, y la PaCO₂ a las dos horas.

Conclusiones: La escala predictiva de fallo de la ventilación no invasiva en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada resulta adecuada para precisar la probabilidad de fallo de la misma.

Palabras clave: Ventilación no Invasiva, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.

I. INTRODUCCIÓN

La insuficiencia respiratoria en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es causa frecuente de ingreso hospitalario en urgencias y en casos graves en unidades de cuidados intensivos (UCI). La conducta ante las exacerbaciones está basada en tratamiento farmacológico y de soporte respiratorio. La evidencia de beneficios de la ventilación no invasiva (VNI) en la insuficiencia respiratoria hipercápnica en pacientes con EPOC ha sido ampliamente demostrada por la literatura científica y avalada tanto por el alto grado de recomendación de las guías como por el progresivo aumento de su uso en los últimos años. (1-3)

Numerosos estudios aleatorizados y diversos metaanálisis han mostrado como 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 de estos pacientes. Sin embargo, puede fallar entre el 10 y el 40% de los casos, y se ha comprobado que el fracaso incrementa la mortalidad, por lo que se precisa del análisis de los posibles factores predictores de fracaso; los que constituyen una herramienta útil para orientar en cuanto a la selección de los pacientes candidatos a su aplicación y no retardar la ventilación invasiva en aquellos casos en los cuales exista una elevada probabilidad de fallo, no como un dogma, sino como un complemento a la evaluación clínica. (4-7)

A pesar de la existencia de múltiples scores pronósticos en terapia intensiva, no se cuenta con un instrumento de fácil aplicación que permita cuantificar el fenómeno en el paciente con EPOC agudizada tratado con VNI que contribuya a decidir si está indicada la conversión a ventilación convencional o puede continuar con esta técnica, ayudando a no dejar una decisión en la que se define la evolución de un enfermo, al juicio de cada médico. Tener que Instrumentar a un paciente EPOC incrementa la mortalidad por múltiples factores, por otro lado, prolongar la ventilación no invasiva en un paciente con criterio para la conversión a ventilación convencional incrementa la mortalidad.

Por tal motivo se realiza esta investigación para diseñar y validar una escala pronóstica del fracaso de la VNI en la EPOC agudizada sobre la base de los factores predictivos identificados que contribuya a la toma de decisiones.

II. MÉTODO

Se realizó en un primer momento investigativo un estudio analítico en una primera cohorte, en los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica agudizada tratados con ventilación no invasiva, que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, ingresados en las unidades de atención al grave del Hospital “Saturnino Lora” de Santiago de Cuba, desde enero del 2011 a enero del 2016, mediante el cual se identificaron las variaciones en los parámetros clínicos, ventilatorios y hemogasométricos y se estimó la capacidad predictiva de dichos parámetros en el fracaso de la técnica de ventilación mecánica no invasiva. La muestra quedó conformada por 118 pacientes. En un segundo momento metodológico y sobre la base de estos factores predictivos de fallo, se diseñó la escala predictiva de fracaso de la VNI en los enfermos con EPOC agudizada. Posteriormente, para la validación de la misma, se realizó un nuevo estudio analítico de cohortes (n=180) con iguales características de la enfermedad y del tratamiento ventilatorio, reclutados desde enero del 2016 a enero del 2021, a los que se les aplicó la escala predictiva de fracaso. A todos los enfermos incluidos en el estudio desde su inicio se les aplicó el protocolo de ventilación no invasiva mediante el ventilador convencional disponible. Se utilizó la máscara

facial nasobucal del tamaño más adecuado para el paciente con fijadores elásticos de fabricación industrial o artesanal. (3)

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 ventilación no invasiva y la consulta de expertos. Como variable dependiente de predicción se consideró el fracaso. Para el diseño de la escala predictiva de fracaso se calculó el coeficiente β estandarizado de cada variable, lo que permitió identificar el peso explicativo que tiene cada una sobre la mortalidad y poder asignar la puntuación seleccionada, junto con lo reportado por la literatura acerca de los factores predictores de más peso en el fracaso de la técnica. 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 para el punto de corte de 0,50.

III. RESULTADOS

En el análisis de los factores que pueden estar en relación con el éxito o fracaso de la técnica de VNI, se identifica la presencia de fugas (81,8%) y el tiempo de inicio de los síntomas mayor de 24 (70,1%) como los factores directamente relacionados con el fracaso con elevada relación 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%).

Tabla 1 Factores predictivos y desenlace de la VMNI en la EPOC agudizada.

	Éxito n=41	Fracaso n=77	Prob.
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)	0,8
Modalidad	38 (92,6)	76(98,7)	
Soporte de Presión BIPAP	3 (7,3)	1(1,3)	0,93
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

Cuando se analiza la variación de los parámetros clínicos y hemogasométricos (Tabla 2) se observa que las diferencias de las frecuencias respiratoria (Fr.) al inicio no fueron significativas entre los pacientes con éxito o fracaso, sin embargo en la evaluación a las 2 horas, si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes que presentaron éxito (28,2) y los que fracasaron (34,5).

En cuanto a la frecuencia cardíaca (Fc.) los valores promedios más bajos al inicio, se relacionaron con el éxito (85,3) y en los que fracasaron se encontraron valores más elevados (110,5), la evolución de

la frecuencia cardiaca a las dos horas también fue representativa con una Fc. en los pacientes con éxito con un promedio de 89,6, siendo de 120,2 en los que fracasaron por lo que la presencia de taquicardia al inicio y la no mejoría o incremento de la misma a las 2 horas está relacionado con el fracaso de la técnica. En cuanto al pH valores cercanos a la normalidad, al ingreso se correspondieron con el éxito de la técnica; mientras que valores bajos, en promedio (7,20), se asociaron al fracaso de la misma. 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.

La PaCO₂ promedio al inicio de 57.2 mmHg se relacionó con éxito, valores más altos (64,5 mmHg) con fracaso de la técnica. A las dos horas aquellos que evolucionaron hacia el éxito presentaron valores promedio de PaCO₂ de 49,4 mmHg y fracaso aquellos en que se elevó a 55,1 mmHg como valor promedio. Por lo tanto la disminución del pH y el aumento de la PaCO₂ 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 del mismo a las dos horas (9,1) se relacionó con el fracaso.

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

Valores	Inicio de la VNI Medias			2 horas de VNI Medias		
	Éxito	Fracaso	P	Éxito	Fracaso	P
Fr.	31,3	32,5	0,136	28,2	34,5	0,000
Fc.	85,3	110,5	0,000	89,6	120,2	0,000
pH	7,33	7,20	0,000	7,40	7,22	0,000
PaCO ₂	57,2	64,5	0,000	49,9	55,1	0,000
Glasgow	13,3	11,9	0,000	14,4	9,1	0,000

La capacidad predictiva de éxito de los parámetros clínicos y hemogasométricos, en los enfermos con IRA tratados con VNI fue valorada a través de un análisis estadístico de regresión logística (Tabla 3). Se evidencia que del total de los factores analizados solo mostraron importancia predictiva significativa de fracaso el aumento de la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardiaca, la PaCO₂ y la disminución del pH a las 2 horas de tratamiento. En tal sentido se estimó que por cada unidad de disminución promedio del pH se incrementa en 58 veces la probabilidad de fracasar, el incremento promedio de la Fr eleva la posibilidad de fracaso 5,6 veces; de igual forma, por cada unidad de aumento promedio de la PaCO₂ se incrementa el fracaso de la técnica 3,2 veces y por cada unidad de incremento promedio de la frecuencia cardiaca se aumenta la probabilidad de fracaso en unas 4,2 veces en la población de sujetos enfermos, cuando el resto de las variables permanecen constantes.

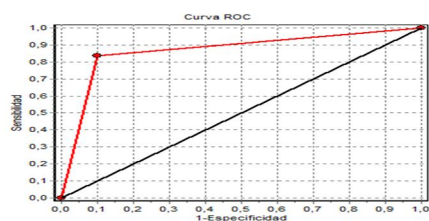
Tabla 3. Factores clínicos y hemogasométricos predictivos de fracaso de la VNI en la EPOC agudizada.

Variables a las 2 horas de tratamiento	B	Wald	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% para EXP(B)	
					Inferior	Superior
PaCO ₂	1,601	6,408	,011	4,959	1,435	17,130
Fr	1,731	9,941	,002	5,647	1,925	16,562

Fc	1,531	8,233	,004	4,623	1,625	13,155
Constante	-2,033	10,532	,001	,131	1,435	17,130

Cuando se analiza la aplicación de la escala predictiva en la muestra de validación presenta elevada sensibilidad y especificidad, en 100 pacientes con condiciones para fracasar predice el fracaso en 83 de ellos (IC 95%: 89,46- 90,54) y en 100 pacientes sin condiciones para fracasar el instrumento en 90 de ellos predice que no fracasarán (IC95%: 83,08-84,42), siendo además la razón de verosimilitud positiva estableciendo que es 8 veces más probable que la escala prediga el fallo en los pacientes con fallo que en los que no lo presentan. El área bajo la curva fue de 0,86 (IC 0,81; 0,92 Hanley & McNeil). Por otro lado las variables que componen la escala son alcanzables no necesitan de medios diagnósticos sofisticados, ni de procedimientos complejos. La sola 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 validó la misma. (Gráfico 1)

Gráfico 1: Curva ROC simple para muestra de validación

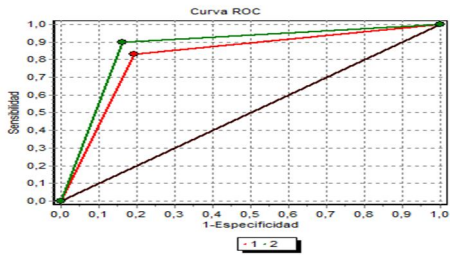


Al realizar los cálculos porcentuales, se estimó que los pacientes con valores iguales o inferiores a 5 puntos de la escala, tienen pocas probabilidades de fracasar, siendo lo contrario para aquellos con valores iguales o superiores a 6 puntos. La presencia de cada variable, de forma independiente adquiere 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, seleccionada por expertos, que adquiere valor de 1 punto.

El coeficiente que corresponde a la variable independiente (escala), se consideró significativamente distinto de cero, con valor de $OR=2,158$; es decir, que por cada punto incrementado en la escala fue dos veces mayor la posibilidad de sufrir fracaso de la ventilación; ($p < 0,001$).

Se comparó la capacidad discriminadora de la escala con la de la regresión logística que le dio origen, y se observó que no existen diferencias significativas entre ellas, con 0,81 de área bajo la curva ROC para el modelo pronóstico y 0,86 para la escala. Es necesario precisar que los porcentajes globales de clasificación ($a + d/n$), estimados para ambas muestras analizadas (desarrollo del modelo vs. validación), no identifican diferencias estadísticamente significativas: ($Z= 1,2178$; $p= 0,2233$). (Gráfico 2)

Gráfico 2: Curvas ROC de la muestra de construcción y validación.



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.(7-9)

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 Los parámetros clínicos y hemogasométricos son analizados en múltiples investigaciones como predictores de fracaso, varios estudios demuestran que la mejoría de los parámetros gasométricos (en especial el pH) durante este periodo inicial, predicen el éxito de la terapia por lo que proponen realizar una gasometría de control en el plazo de 1-2 horas tras el inicio de la VNI. (12-15) 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.(3,6,10,11)

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.(4,8,9,12,13)

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.(14-16)

En las investigaciones de *Suárez Domínguez*(8) y *Moretti*(17) 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.(4) Múltiples investigaciones señalan a los parámetros clínicos y hemogasométricos, como predictores de fracaso. *Ram*(12) realizó un metanálisis, en el cual se identificó disminución significativa de la Fr y la PaCO₂ 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.(12-15)

Estudios practicados *Suárez Domínguez*(8) y *Navarro Rodríguez*,(4) así como en otras investigaciones, se ha demostrado que la PaCO₂ y el pH son factores predictivos de éxito en la IRA hipercápnica.(16,17)

Plant,(6) *Ambrossino*(15) y *Andrés Varón*(5) 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*(7) reportó como variables predictivas de falla, el puntaje de APACHE III, el índice de masa corporal y la falla tardía de la VNI.

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 PaCO₂ 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.(11,16-18)

Los trabajos realizados por *Moretti*,⁽¹⁷⁾ y *Fernández Vivas*,⁽⁷⁾ 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.^(5,17)

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.^(5, 6,15)

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*⁽¹³⁾ 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.

IV. CONCLUSIONES

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 PaCO₂, 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

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_
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)
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
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
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
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
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 pul-

monary 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>