

Modelo predictivo del riesgo de muerte por neumonía asociada a la ventilación mecánica

Predictive model of the risk of death due to pneumonia associated with mechanical ventilation

Reinaldo Elias Sierra^{1*}
Rodney Vargas Alonso¹
Javier Pérez Capdevila¹
Karla Sucet Elias Armas¹

¹ Hospital Provincial General Docente “Dr. Agostinho Neto”, Guantánamo, Cuba.

* Autor para la correspondencia: relias@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: En la unidad de terapia intensiva del Hospital “Dr. Agostinho Neto”, Guantánamo, Cuba, no hay disponible un instrumento para valorar el riesgo de muerte del paciente con neumonía asociada a la ventilación mecánica.

Objetivo: Diseñar un instrumento para la predicción del riesgo de muerte por neumonía asociada a la ventilación mecánica.

Método: Estudio observacional, prospectivo y longitudinal de 144 pacientes, de los que se consideró la edad, sexo, diagnóstico, estadía, tipo y etiología de la neumonía, tiempo y duración de la ventilación, y complicaciones. Se elaboró y validó un modelo predictivo de la muerte por esta neumonía.

Resultados: La aplicación del modelo mostró su nivel de precisión, pues sobre todo fue muy específico para predecir este riesgo.

Conclusiones: Se diseñó un modelo de probabilidad de muerte del paciente con neumonía asociada a la ventilación mecánica, que contribuyó a la valoración más objetiva de su pronóstico.

Palabras clave: unidad de terapia intensiva; neumonía asociada al ventilador; mortalidad.

ABSTRACT

Introduction: In the intensive care unit of the Hospital “Dr. Agostinho Neto”, Guantanamo, Cuba, there is no instrument available to assess the risk of death of patients with pneumonia associated with mechanical ventilation.

Objective: Design an instrument for predicting the risk of death from pneumonia associated with mechanical ventilation.

Method: Observational, prospective and longitudinal study of 144 patients. Age, sex, diagnosis, stay, type and etiology of pneumonia, time and duration of ventilation, as well as complications

were considered. A predictive model of death from this pneumonia was developed and validated.

Results: The application of the model showed its level of precision, since above all it was very specific to predict this risk.

Conclusions: A model of the probability of death of the patient with pneumonia associated with mechanical ventilation was designed, which contributed to the more objective assessment of the prognosis.

Keywords: unit of intensive therapy; pneumonia associated to mechanical ventilation; mortality.

Introducción

La neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVМ), es una problemática en las unidades de terapia intensiva (UTI), pues se diagnostica hasta en el 60 % de los pacientes tratados con ventilación mecánica y la mortalidad fluctúa entre 7 - 76 %.⁽¹⁻⁴⁾ Por ello en Cuba^(5,6) y en el extranjero,^(7,8) se han ponderado varios factores predictores del riesgo del paciente grave de enfermar o morir por esta causa; pero las exigencias para su uso no siempre posibilitan su aplicación en las diversas UTI, en las que la apreciación de los pacientes con riesgo de muerte está lejos de ser satisfactoria.

Siguiendo la idea anterior, se señala que en la UTI del Hospital General Docente “Dr. Agostinho Neto” de Guantánamo, Cuba (en lo adelante HGD “Dr. Agostinho Neto”) en el 60 – 70 % de los pacientes tratados con ventilación mecánica sobreviene la NAVМ, y la letalidad de esta varía entre el 30 y el 60 %. Sin embargo, en esta unidad la estimación del pronóstico del paciente con NAVМ es un problema no resuelto, pues no se sustenta en la aplicación de un instrumento que satisfaga esta finalidad.⁽⁹⁾

Por lo anterior, se declara el siguiente problema científico: ¿Qué vía utilizar para la predicción del riesgo de muerte por NAVМ del paciente ingresado en la UTI del HGD “Dr. Agostinho Neto”? El objetivo del estudio fue diseñar un instrumento que contribuya a la predicción de la probabilidad de muerte por NAVМ adecuado a las condiciones de la UTI del HGD “Dr. Agostinho Neto”.

Método

Se realizó un estudio analítico, prospectivo, y longitudinal en la UTI del HDG “Dr. Agostinho Neto” durante el trienio 2015 – 2017. El protocolo de investigación se aprobó por el Comité de Ética del hospital. El diagnóstico de la NAVМ se sustentó en los criterios revelados en la literatura científica.⁽¹⁰⁻¹²⁾

Se estudiaron todos los pacientes egresados con diagnóstico de NAVМ (n=185) y que él o el familiar que lo representaba ofreciera el consentimiento para incluirlo en el estudio. Además, todos los pacientes debieron ser tratados según la guía de buenas prácticas clínicas en la NAVМ, para evitar que la terapéutica fuera una variable confusa en la evolución clínica de la enfermedad.

Se formó un grupo estudio con todos los egresados fallecidos (n=48) y un grupo control de egresados vivos (n=96) elegidos aleatoriamente, de modo que se seleccionaron dos casos controles por cada caso estudio. Las variables que se estudiaron fueron: edad, sexo, tipo de

paciente, estaba en la UTI, estado al egreso; y respecto a la NAVM se precisó el tipo de neumonía, la etiología, el tiempo de ventilación mecánica (VM), las complicaciones y las acciones realizadas durante la VM. Intencionalmente las variables fueron dicotómicas (presencia o ausencia de estas).

La fase de construcción del modelo de probabilidad de muerte por NAVM estuvo dirigida a: la selección de las variables que conformarían el modelo; la precisión de los factores relacionados con la mortalidad por NAVM; y la búsqueda de los pesos o ponderaciones de cada variable.

Se utilizaron como medidas de resumen: la frecuencia absoluta (n), el cálculo de la probabilidad (P), del intervalo de confianza (IC), del riesgo relativo (RR), del riesgo absoluto (RA), y del riesgo atribuible (Rat), para lo que se utilizó la aplicación estadística SPSS 10.0.

Luego se validó el modelo diseñado con la participación de 18 especialistas en Medicina Intensiva y Emergencias Médicas, con $17,5 \pm 7,4$ años de experiencia profesional y con un coeficiente de competencia por encima de 0,7, los que expresaron si se satisfacían los siguientes criterios: validez de presentación y contenido, construcción, de criterio (predictiva, concurrente, discriminante), interna y externa (reproductibilidad, rendimiento, exactitud y representatividad); conveniencia; relevancia social; implicaciones prácticas; valor teórico y utilidad metodológica (anexo 1). Ellos tenían la opción de clasificar la validez de cada indicador en las siguientes categorías: Leyenda: 1: Decididamente Sí; 2: De modo general Sí; 3: No siempre.

Además se aplicó el modelo en 50 pacientes con NAVM y se calcularon los siguientes indicadores: sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, la razón de verosimilitud positiva y negativa, y la probabilidad de morir si el modelo predijo esta posibilidad o de morir si el modelo predijo la posibilidad de sobrevivir.

Tabla 1- Factores más frecuentes identificados en los pacientes con neumonía asociada a la ventilación mecánica.

Variable	RR	IC (95.0 %)	p
Disfunción multiorgánica	9.82	4.50 - 22.46	0.0000
Ventilación mecánica más de 5 días	9.01	3.85 - 22.87	0.0000
Acidosis mixta	7.49	2.97 - 11.23	0.0002
Estadía en la UCI más de 5 días	8.92	5.05 - 39.52	0.0000
Edad 80 y más años	3.38	1.57 - 7.33	0.002
Tipo paciente Quirúrgico	2,61	1,32 - 5,14	0,004
Fracaso renal agudo	1.77	1.01 - 3.10	0.04
Tipo Tardío de la NAVM	1,98	0,97 - 4,05	0,050
Presentación de trastornos hemodinámicos	2.31	1.30 - 4.11	0.004
Uso sedación profunda 24 horas o más	2,74	1,46 - 6,65	0,411

La tabla 1 muestra los factores más frecuentes identificados en los pacientes con neumonía asociada a la ventilación mecánica, y en la tabla 2 se revelan los factores que cumplieron la cualidad de ser altamente probables y frecuentes en la determinación de la muerte del paciente con NAVM.

Tabla 2- Factores más frecuentes y con mayor probabilidad de determinar la muerte del paciente con neumonía asociada a la ventilación mecánica

Indicador	Probabilidad	Estimación del Riesgo de muerte			Ponderación de cada probabilidad
		RR	Rat	RA	
1. Estadía/UCI ≥ 5 días	0,29	8.92	0.46	0.91	0.176
2. Disfunción multiorgánica	0,33	9.82	0.33	0.88	0.201
3. Ventilación mecánica ≥ 5 días	0,25	9.01	0.51	0.73	0.152
4. Acidosis mixta	0,23	7.49	0.49	0.66	0.140
5. Fracaso renal agudo	0,26	1.77	0.38	0.63	0.156
6. Edad 80 o más años	0,16	3.38	0.42	0.57	0.078
7. Paciente Quirúrgico	0,16	2,61	0.22	0.41	0.097
Suma					1.000

Tabla 3-Modelo de probabilidad de muerte del adulto mayor por neumonía asociada a la ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos.

Variables	Ponderación de cada probabilidad	Marcar la casilla si la variable se presenta
I ₁ -Estadía en la mayor de > 5 días	0.176	
I ₂ -Tiempo ventilación mecánica >5 días	0.152	
I ₃ -Edad 80 años o más	0.078	
I ₄ -Disfunción multiorgánica	0.201	
I ₅ -Acidosis mixta	0.140	
I ₆ -Fracaso renal agudo	0.156	
I ₇ -Tipo paciente Quirúrgico	0.097	
Suma	1.000	

En la tabla 3 se expresa un modelo de probabilidad de muerte por NAVM en la UTI; y del procedimiento matemático aplicado emergió un modelo que facilita prospectar la probabilidad de fallecer del paciente adulto mayor con NAVM, el que se expresa en la tabla 4 y se concreta en la siguiente fórmula para el cálculo de esta probabilidad:

$$P_f = (0,176 \times E_1) + (0,152 \times E_2) + (0,078 \times E_3) + (0,201 \times E_4) + (0,140 \times E_5) + (0,156 \times E_6) + (0,097 \times E_7);$$

donde P_f es la probabilidad de fallecer.

Para la aplicación del modelo, el evaluador deberá marcar la casilla que corresponda a la variable que esté presente, y luego aplicar la fórmula; la ponderación que corresponda a cada variable presente se multiplica por 1 o por 0 si está ausente; luego se suman las puntuaciones y se obtiene la probabilidad de que el paciente fallezca. Se asume que mientras más se aproxime la probabilidad a 1, mayor es el riesgo de morir.

Para la comprensión de la aplicación del modelo se muestra el siguiente ejemplo: Se trata de un paciente de 87 años de edad, operado por abdomen agudo por perforación de una neoplasia de colon, con una estadía de 18 días en la UTI y acoplado a ventilación mecánica por 10 días, con

ritmo diurético de 0.3 ml/kg/hora y creatinemia en 500 mMol/L. Al aplicar el modelo propuesto y la fórmula que deriva de esta intencionalidad se obtendría el siguiente resultado:

$P_f = (0,176 \times 1) + (0,152 \times 1) + (0,078 \times 1) + (0,201 \times 0) + (0,140 \times 0) + (0,156 \times 1) + (0,097 \times 1) = 0,659$. Como puede apreciarse, el paciente tiene una probabilidad alta de fallecer, equivalente a un 65,9 %.

Tabla 4- Resultado de la evaluación del modelo por parte de los especialistas

Indicadores: respecto al modelo responde:		Evaluación*		
		1	2	3
Validez de presentación y contenido: ¿se revela una relación entre las variables que incluye y su valor predictivo de muerte?		18	0	0
Validez de construcción: ¿se manifiesta una relación entre el modelo y la probabilidad real de que el paciente fallezca?		18	0	0
Validez de criterio: ¿posibilita una discriminación en el riesgo del paciente de fallecer según sus singularidades?		18	0	0
Validez de criterio	Concurrente: ¿posibilita la diferencia de los pacientes de acuerdo con las variables que se miden?	17	1	0
	Discriminante ¿Ud. cuenta con algún instrumento que permita medir lo que se logra con este modelo?	18	0	0
	Interna: ¿las variables que incluye el modelo son factibles de medir y recoger de forma prospectiva?	17	1	0
Validez externa: ¿podría ser generalizado a otras UCI		18	0	0
Rendimiento y exactitud del modelo: ¿revela la capacidad para una buena estimación del riesgo de muerte por NAVM?		17	1	0
Representatividad del modelo: ¿el modelo podría aplicarse a otros pacientes a través de una cohorte histórica?		18	0	0
Conveniencia: ¿es conveniente su uso en la práctica clínica?		17	1	0
Relevancia social: ¿beneficia a los profesionales y los pacientes?		17	1	0
Implicaciones prácticas: ¿Ayudará a estimar el riesgo de muerte?		17	1	0
Valor teórico: ¿tributa una estimación objetiva del riesgo de muerte?		18	0	0
Utilidad metodológica: ¿significa un nuevo instrumento para una estimación objetiva del riesgo de muerte por NAVM?		18	0	0

Legenda: Para la evaluación se utilizaron las siguientes categorías: 1: Decididamente Sí; 2: De modo general Sí; 3: No siempre

La tabla 4 muestra que el 100,0 % de los indicadores seleccionados para la evaluación del modelo propuesto se calificaron sobre todo en la categoría adecuado, lo que revela la conformidad y satisfacción de los usuarios con el modelo.

No obstante, se valoró la viabilidad del modelo propuesto, mediante su aplicación en una muestra aleatoria de 50 pacientes, los que de acuerdo con los resultados se agruparon en tres categorías (riesgo bajo, riesgo moderado y riesgo alto de fallecer por NAVM) a partir de los puntos de corte que se fijaron (tabla 5).

Tabla 5-Resultados de la aplicación práctica del modelo de probabilidad de muerte del adulto mayor por neumonía asociada a la ventilación mecánica.

Riesgo estimado		Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo elevado
Puntuación		0 – 0,3	0,4 – 0,6	0,7 – 1,0
Egreso	Vivo (n)	9	10	2
	Fallecido (n)	1	2	26
Letalidad		11,1 %	21,4 %	93,1
Sobrevida		88,9 %	78,6 %	6,9 %
OR [IC95%]		0,05 [0,01,0,42]	0,9 [0,02; 0,47]	82,33[12,55;108,8]
p		0,0009	0,002	0,00000
Sensibilidad		3,45%	6,90%	89,66%
Especificidad		57,14%	54,55%	93,10%
Valor predictivo	Positivo	10,0%	16,67%	92,86%
	Negativo	30,0%	30,77%	86,36%

Se comprobó que aquellos que tenían resultados muy bajos (punto de corte $\leq 0,3$) o muy altos (punto de corte $\geq 0,7$) presentaron una letalidad de 9,1 % y 87,1 %, respectivamente. Para los pacientes con resultados intermedios (punto de corte 0,4-0,6) la letalidad fue 27,3 %.

La agrupación de los pacientes a partir de un punto de corte $\geq 0,7$ puntos mostró una sensibilidad, especificidad y valor predictivo superior al 90,0 %, lo que expresa que los pacientes agrupados en esta categoría tienen un elevado riesgo de fallecer por NAVM. Se precisó que el área bajo la curva ROC del modelo validado fue 0,90, lo que se consideró alta, y expresa que tiene una buena capacidad predictiva.

De modo general, la aplicación del modelo permitió corroborar su nivel de precisión acerca de la probabilidad de cada paciente de morir por NAVM, pues se obtuvieron los siguientes resultados: sensibilidad (95,6 % IC 95,0 % 87,12–100,00 $p < 0,001$), especificidad (90,8 % IC 95,0 % 73,5–100,0 $p < 0,01$), valor predictivo positivo (92,4 % IC 95,0 % 73,3–100,0) y negativo (91,6 % IC 95,0 % 70,6–100,0), razón de verosimilitud positivo (8,1 IC 95,0 % 2,18–17,96) y negativo (0,13 IC 95,0 % 0,04–0,37), índice de validez (94,0 IC 95,0 % 86,4–100,0), e índice de Kappa 0,84. Con base en estos resultados se estableció que el modelo propuesto es sobre todo muy específico para predecir la probabilidad de la muerte del paciente adulto mayor por NAVM.

Discusión

La aplicación del método clínico incluye la determinación del pronóstico de un enfermo lo que hace pertinente el diseño de vías para la estratificación del riesgo de muerte del paciente grave con NAVM. Para esta intencionalidad, en la literatura científica se encuentran algunas escalas o modelos, cuyas exigencias no siempre las hacen viables para aplicarlas de acuerdo con las condiciones tecnológicas de las diversas UTI, en las que se reconoce la utilidad de los predictores evaluados para la estratificación del riesgo en esta población, entre los que se incluyen la edad, sexo, tipo de paciente, estadía en la UTI, tipo y etiología de la NAVM, tiempo de VM, complicaciones y terapéutica aplicada, entre otras.^(13–16)

Conclusiones

El modelo diseñado se constituye en un instrumento científico metodológico útil para la vigilancia clínica y epidemiológica del paciente ventilado en las UTI, y de modo particular para la

evaluación del riesgo de muerte por NAVM, lo que enriquece la calidad del trabajo con un enfoque de alerta clínica, sustentado en el tratamiento de la información con una orientación probabilística. Por tanto, se puede afirmar que la investigación realizada permite dar respuesta al problema científico declarado.

Referencias

1. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated. *Lancet* [Internet]. 2009 May [cited 2018 Jul 18];373:1874-82. Available from: <https://www.clinicalkey.es/#!/content/playContent/1-s2.0S0140673609606589?returnurl=https:%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0140673609606589%3Fshowall%3Dtrue&referrer=https:%2F%2Fwww.ncbi.nlm.nih.gov%2F>.
2. Peñasco Y, Duerto J, González-Castro A, Domínguez MJ, Rodríguez Borregán JC. Neumonía asociada a ventilación mecánica por *Chryseobacterium indologenes*. *Med Inten* [Internet]. 2016 [citado 18 Jul 2018];40(1):66-67. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/#!/content/playContent/1-s2.0-S0210569115000236?returnurl=https:%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0210569115000236%3Fshowall%3Dtrue&referrer=>.
3. Rodríguez Martínez HO, Sánchez Lago G. Neumonía asociada a la ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos. *Rev Ciencias Médicas* [Internet]. 2016 Sep-Oct [citado 18 Jul 2018];20(5):[aprox. 9 pantallas]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942016000500010 & lng=es.
4. Sotillo Díaz JC, Bermejo López E, García Olivares P, Peral Gutiérrez JA, Sancho González M, Guerrero Sanz JE. Papel de la procalcitonina plasmática en el diagnóstico de la neumonía asociada a ventilación mecánica: revisión sistemática y metaanálisis. *Med Intensiva* [Internet]. 2014 Ago-Sep [citado 18 Jul 2018];38(6):337-46. Disponible en: <http://www.medintensiva.org/es-papel-procalcitonina-plasmatica-el-diagnostico-articulo-S0210569113001563>.
5. Navarro RZ, Safonts FJR, Guibert UY, Porto CMR. Factores de pronóstico relacionados con la mortalidad por neumonía asociada a ventilación mecánica. *MEDISAN* [Internet]. 2013 Ene [citado 18 Jul 2018];17(1):5-9. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192013000100009.
6. Valdés Cordero I, Brown Sotolongo C, Delgado Rodríguez AE, Prieto Hernández JA, Linares Soto R. Morbilidad y ortalidad en la Unidad de Cuidados Intensivos No. 3 del Hospital General Docente «Abel Santamaría», 2010. *Rev Ciencias Médicas* [Internet]. 2011 Oct-Dic [citado 18 Jul 2018];15(4):25-32. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942011000400012.
7. Grossman RF, Fein A. Diagnostic tests for ventilator associated pneumonia. Executive summary. *Chest*. [Internet]. 2000 Apr [cited 2018 Jul 18];177(4 Supl 2):S177-81. Available from: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(15\)30765-0/pdf](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(15)30765-0/pdf).
8. Loza VA. Impacto de la posición del paciente sobre la incidencia de neumonía adquirida en ventilación mecánica. *REMI* [Internet]. 2010 Ene [citado 18 Jul 2018]; 10 (1):[aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://remi.uninet.edu/2010/01/REMI1453i.html>.
9. Matos Rico N, Elias Sierra R, Mendoza Fonseca NL, Elias Armas KS. Factores determinantes para el éxito de la ventilación mecánica no invasiva en unidades de cuidados intensivos. *Rev Inf*

- Cient [Internet]. 2017 May-Jun [ciltado 18 Jul 2018];96(3):395-404. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revinfcie/ric-2017/ric173f.pdf>.
10. Díaz E, I Martín Loeches I, Vallés J. Neumonía nosocomial. *Enferm Infecc Microbiol Clin* [Internet]. 2013 Ene [citado 18 Jul 2018];31(10):692–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eimc.2013.04.014>.
11. American Thoracic Society. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator associated, and healthcare associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2005 Feb [cited 2018 Jul 18];171(4):388-416. Available from: https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1164/rccm.200405-644ST?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Aacrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed.
12. González MI, Espinosa BAD, Gustavo AA, Fragoso MMC, Mosquera FMA. Evaluación del cumplimiento de la guía de práctica clínica para el tratamiento de la neumonía adquirida en la comunidad. *MediSur* [Internet]. 2009 May-Jun [ciltado 18 Jul 2018];7(3):23-31. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-97X2009003004&script=sci_arttext.
13. Ramirez P, Lopez-Ferraz C, Gordon M, Gimeno A, Villarreal E, Ruiz J, Menendez R, Torres A. From starting mechanical ventilation to ventilator-associated pneumonia, choosing the right moment to start antibiotic treatment. *Crit Care* [Internet]. 2016 Jun [cited 2018 Jul 18];20:[aprox. 27 pantallas]. Disponible en: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-016-1342-1>.
14. Quinto Félix ML. Prevalencia de neumonía nosocomial en paciente con ventilación mecánica en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Regional Ayacucho – 2016 [tesis grado (Enfermería Intensivista) Internet]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado, Cybertesis UNMSM. 2016. 49 p. 2017 Abr [ciltado 18 Jul 2018]. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5837>.
15. Nydahl P, Ruhl AP, Bartoszek G, Dubb R, Filipovic S, Flohr HJ, et al. Early mobilization of mechanically ventilated patients: a 1-day point-prevalence study in Germany. *Crit Care Med* [Internet]. 2014 May [cited 2018 Jul 18];42(5):1178-86. Available from: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=24351373>.
16. Rodríguez GRM, Pérez SR, Roura CJO, Basulto BM. Neumonía asociada a la ventilación mecánica en una unidad polivalente de cuidados intensivos. *Rev Med Electrón* [Internet]. 2015 Sep-Oct [cited 18 Jul 18];37(5):439-51. Disponible en: <http://scieloprueba.sld.cu/pdf/rme/v37n5/rme040515.pdf>.