Publicación Científica de la Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila
REVISTA MÉDICA ELECTRÓNICA DE CIEGO DE ÁVILA
Editorial Ciencias Médicas
2026;32: e4331
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

Artículo original

Modelo predictivo para la retirada de la ventilación mecánica

Predictive model for the withdrawal of mechanical ventilation

Modelo preditivo para a retirada da ventilação mecânica

José Alfredo Estevan-Soto[1*] https://orcid.org/0000-0003-3831-7532
Maricela de León-Vidal[2] https://orcid.org/0009-0005-8714-6022
Reinaldo Elias-Sierra[3] https://orcid.org/0000-0003-4909-168X
José González-Molina[4] https://orcid.org/0009-0008-4902-1503

[1]Máster en Urgencias Médicas. Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Profesor Auxiliar. Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo. Guantánamo, Cuba.
[2]Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Profesor Asistente. Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo. Guantánamo, Cuba.
[3]Máster en Urgencias Médicas. Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Profesor Titular. Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo. Guantánamo, Cuba.
[4]Especialista de Primer Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo. Guantánamo, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: jaes@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: la retirada de la ventilación mecánica invasiva es un desafío para los intensivistas. **Objetivo:** desarrollar un modelo predictivo para la retirada de la ventilación mecánica invasiva en la unidad de cuidados intensivos.

Métodos: se realizó un estudio de cohorte prospectivo en 51 egresados de la unidad de cuidados intensivos del Hospital General Docente "Dr. Agostinho Neto" de Guantánamo, tratados durante el 2024. Se estudiaron las variables: edad, sexo, escalas pronosticas al ingreso, estadía, diagnóstico médico y

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

variables de mecánica ventilatoria Se evaluó la asociación de cada variable con la probabilidad éxito o fracaso del destete, y se desarrolló un modelo predictivo. La capacidad predictiva del modelo se valoró mediante el cálculo del área bajo la curva ROC, se midió el impacto por la *"d de Cohen"* y el aporte de cada variable al modelo predictivo mediante la regresión de Lasso.

Resultados: las variables presión de oclusión de la vía aérea y el grosor diafragmático fueron las más asociadas con el éxito del destete. La validación de la viabilidad del modelo mostró excelente capacidad predictiva: área bajo la curva 0,97 (IC 95,00%: 0,83-0,98), sensibilidad de 94,00% y especificidad de 92,00%.

Conclusiones: la identificación de factores predictivos del resultado del destete de la ventilación mecánica invasiva posibilitó el desarrollo de un modelo para la predicción del éxito o fracaso de este proceso, con adecuada viabilidad para su aplicación en el entorno de la unidad de cuidados intensivos.

Palabras clave: desconexión del ventilador; predicción; respiración artificial; unidades de cuidados intensivos.

ABSTRACT

Introduction: the withdrawal of invasive mechanical ventilation poses a challenge for intensivists. **Objective:** to develop a predictive model for the withdrawal of invasive mechanical ventilation in the intensive care unit (ICU).

Methods: a prospective cohort study was conducted involving 51 patients discharged from the intensive care unit at the "Dr. Agostinho Neto" General Teaching Hospital in Guantánamo, who received care during 2024. The variables studied included age, sex, prognostic scores at admission, length of stay, medical diagnosis, and mechanical ventilation parameters. The association between each variable and the probability of successful or failed weaning was evaluated, and a predictive model was developed. The model's predictive capacity was assessed by calculating the area under the ROC curve; the impact was measured using *"Cohen's d"*, and the contribution of each variable to the predictive model was determined via Lasso regression.

Results: airway occlusion pressure and diaphragmatic thickness were the variables most strongly associated with successful weaning. Validation of the model's viability demonstrated excellent predictive

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

capacity: an area under the ROC curve of 0.97 (95.00% CI: 0.83–0.98), with a sensitivity of 94.00% and a specificity of 92.00%.

Conclusions: identifying predictive factors for the outcome of invasive mechanical ventilation weaning enabled the development of a model to predict the success or failure of this process, which shows sufficient viability for application within the intensive care unit setting.

Keywords: forecastin; intensive care units; respiration, artificial; ventilator weaning.

RESUMO

Introdução: a retirada da ventilação mecânica invasiva é um desafio para os intensivistas.

Objetivo: desenvolver um modelo preditivo para a retirada da ventilação mecânica invasiva na unidade de terapia intensiva.

Métodos: foi realizado um estudo de coorte prospectivo com 51 pacientes que receberam alta da unidade de terapia intensiva do Hospital Geral Docente "Dr. Agostinho Neto", em Guantánamo, atendidos durante o ano de 2024. Foram estudadas as seguintes variáveis: idade, sexo, escalas prognósticas na admissão, tempo de permanência, diagnóstico médico e variáveis de mecânica ventilatória. Avaliou-se a associação de cada variável com a probabilidade de sucesso ou fracasso do desmame, e desenvolveu-se um modelo preditivo. A capacidade preditiva do modelo foi avaliada por meio do cálculo da área sob a curva ROC; o impacto foi mensurado pelo *"d de Cohen"*, e a contribuição de cada variável para o modelo preditivo foi determinada por meio da regressão Lasso.

Resultados: as variáveis pressão de oclusão das vias aéreas e espessura diafragmática foram as que apresentaram maior associação com o sucesso do desmame. A validação da viabilidade do modelo demonstrou excelente capacidade preditiva: área sob a curva de 0,97 (IC 95,00 %: 0,83-0,98), sensibilidade de 94,00% e especificidade de 92,00%.

Conclusões: a identificação de fatores preditivos para o desfecho do desmame da ventilação mecânica invasiva possibilitou o desenvolvimento de um modelo para prever o sucesso ou fracasso desse processo, apresentando viabilidade adequada para aplicação no ambiente da unidade de terapia intensiva.

Palavras chave: desmame do respirador; previsões; respiração artificial; unidades de terapia intensiva.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

2026;32: e4331
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

Recibido: 19/05/2026
Aprobado: 10/10/2026
Publicado: 10/11/2026

INTRODUCCIÓN

En las unidades de cuidados intensivos es común la necesidad de emplear la ventilación mecánica invasiva (VMI) para el tratamiento de pacientes graves, lo que no está exento de complicaciones. El destete de la VMI, proceso también conocido como separación del ventilador, liberación de la VMI o "*weaning*", es la transición progresiva del uso de la VMI hasta alcanzar la continuación de la respiración espontánea efectiva, con la consiguiente extubación exitosa del enfermo.[1,2]

Este proceso es un desafío, pues el fracaso ocurre en un 10 al 20,00% de los casos, y se asocia a una mortalidad que oscila entre 25 y un 50,00%.[3,4]

Para asegurar el éxito del destete de la VMI es fundamental contar con herramientas precisas que permitan evaluar el momento ideal para comenzar el proceso y la valoración de las posibilidades de un destete satisfactorio. Para esta finalidad se identifican diversos criterios y múltiples predictores de éxito o fracaso.[5-7]

No obstante, a pesar de los avances relacionados con este campo de estudio, se revela la perspectiva de continuar la labor encaminada a la identificación de predictores precisos para este propósito, sobre todo estructurados en modelos multimodales que se integren variables relacionadas con la mecánica ventilatoria y con la funcionalidad del diafragma.[7,8]

La integración de los índices respiratorios con la excursión y el grosor del diafragma evaluado mediante ecografía posibilitan un enfoque más efectivo para la predicción del destete de la VMI.[9-11] Sin embargo, en la literatura médica no se encuentran suficientes modelos multimodales que contribuyan a este propósito, sobre todo elaborados en las condiciones tecnológicas de las unidades de cuidados intensivos (UCI) de Cuba, lo que ofrece pertinencia al estudio que se presenta. Ante esta realidad, el objetivo de este artículo es desarrollar un modelo predictivo para la retirada de la ventilación mecánica invasiva en la unidad de cuidados intensivos.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

MÉTODOS

Se realizó un estudio epidemiológico de riesgo, de tipo cohorte prospectiva en cuatro etapas, con la inclusión de egresados de la unidad de cuidados intensivos del Hospital General Docente "Dr. Agostinho Neto" de Guantánamo, tratados con ventilación mecánica invasiva durante el 2024.

En la primera etapa (enero – abril de 2024), el universo de estudio se conformó por 51 pacientes tratados con VMI y en los que se aplicó el proceso de destete de este soporte. Estos cumplieron con los criterios de inclusión (uso de la VAM más de 48 horas y menos de 10 días, resolución de la causa que motivó su empleo, estabilidad hemodinámica, estado neurológico con reactividad y adecuado esfuerzo tusígeno y deglutorio) y se excluyeron los pacientes con extubación fortuita.

Los pacientes incluidos conformaron un grupo con éxito del destete de la VMI en el momento en que este fue capaz de mantenerse sin VMI por más de 48 horas después de su retiro. (n=29) y un grupo con fracaso del destete en la ocasión en que este requirió nuevo apoyo ventilatorio en las primeras 48 horas después de su retiro (n = 22).

Se estudiaron las siguientes variables: características del paciente (edad, sexo, puntuación de las escalas *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA)[12] y *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* II (APACHE II)[13] al ingreso; estadía en UCI y diagnóstico médico; relacionadas con la mecánica ventilatoria [fuerza inspiratoria negativa (FIN), CROP (distensibilidad dinámica, PImax, oxigenación, presión); índice de destete integrador (IDI), compliancia estática x SaO2 (saturación arterial de oxigeno) / (frecuencia. respiratoria/volumen tidal), presión de oclusión de la vía aérea en 100 ms en cmH_2O (POVA (P0.1), índice de respiración superficial en L/min (IRS o índice de Tobin y Yang)], factores terapéuticos (días de VMI, uso de drogas vasoactivas), mediciones ecográficas del diafragma [excursión diafragmática (ED) y el grosor diafragmático al final de la espiración (GDFE)].

La evaluación de las variables SOFA, APACHE II IDI, CROP e IRS se realizó mediante la recogida de datos y los respectivos métodos que se refrendan en la literatura.[1,8] La fuerza inspiratoria negativa y la presión de oclusión de la vía aérea (P0.1), se recogieron desde los datos del ventilador mecánico.

Se realizó ecografía diafragmática con equipo Siemens S2 Color Doppler, mediante un transductor convexo de 3.5 MHz y un transductor lineal de 9-11 MHz. La evaluación de la ED y GDFE se realizó según las sugerencias de la literatura.[5,6]

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

En la segunda etapa (mayo - junio de 2024) se identificaron las variables que fueron altamente probables e incidentes en los resultados del destete de la VMI.

La tercera etapa (julio-agosto de 2024) consistió en la construcción de un modelo predictivo integrador de la probabilidad de éxito/fracaso del destete de la VMI, la que constó de las siguientes acciones:

a) Precisión de las variables relacionadas con el resultado del destete que conformaron el modelo.

b) Evaluación de la asociación de cada variable con la probabilidad de éxito o fracaso del destete, mediante el cálculo del odds ratio (OR).

Luego, se realizó el análisis bivariado de las variables, y con las que resultaron significativas se realizó un análisis multivariado, con el empleo del paquete estadístico SPSS 21. Se determinó la sensibilidad (S), especificidad E), valor predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN). La capacidad predictiva del modelo se valoró mediante el cálculo del área bajo la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Se midió el impacto por la "d de Cohen" y el aporte de cada variable al modelo predictivo mediante la regresión de Lasso.

En la cuarta etapa (septiembre – diciembre de 2024) se valoró el modelo diseñado con la participación de 11 especialistas en Medicina Intensiva y Emergencias Médicas (21,3 ± 2,2 años de experiencia profesional y coeficiente de competencia por encima de 0,7), que expresaron si se satisfacían los criterios de validez de presentación, contenido, predicción, discriminación, reproductibilidad, conveniencia; implicaciones prácticas; valor teórico y utilidad metodológica.

Con base al criterio positivo de los especialistas, se procedió a la aplicación del modelo en la práctica asistencial durante los meses de octubre-diciembre de 2024. El modelo se aplicó en el destete de 25 pacientes, y se calcularon los siguientes indicadores: S, E, VPP, VPN y la probabilidad de éxito o fracaso del destete de la VMI según el modelo.

Para el resumen de las variables nominales se utilizaron la frecuencia acumulada y el cálculo de porcentaje, y las cuantitativas se resumieron mediante el cálculo de la media ($\bar{X}$) y la desviación estándar (DS). Para la estadística inferencial se empleó la prueba de correlación de Pearson, la prueba de Ji cuadrado o de Fisher; para las variables cuantitativas, se utilizó la prueba t de *Student*. Se aceptó un valor $p \leq 0,05$.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

El estudio se aprobó por el consejo científico y el comité de ética de la institución sede, y se cumplieron los principios de la *Declaración de Helsinki*[14] El familiar representante del paciente incluido en el estudio firm el consentimiento informado para su inclusión.

RESULTADOS

En la tabla 1 se caracterizaron los grupos de pacientes estudiados. Estos mostraron diferencias respecto a la puntuación de la escala la SOFA al ingreso (p = 0.00) y a la frecuencia de la enfermedad cerebrovascular (p = 0.04).

Tabla 1 - Caracterización de los pacientes según el resultado del destete de la ventilación mecánica invasiva

Variables		Grupo		p
		Éxito (n = 29)	Fracaso (n = 22)	
Edad*		61 ± 12	65 ± 10	0,20
Sexo masculino‡		11 (37,90)	10 (45, 6)	0,59
SOFA al ingreso*		6 ± (3-10,80)	8 ± (5, 3-12, 5)	0,00
Apache II al ingreso*		12 (8-18)	13 (9-22, 2)	0,12
Estadía en unidad cuidados intensivos*		7 ± 2,30	8 ± 3, 1	0,21
Días ventilación mecánica invasiva*		5 ± 2,10	6 ± 3, 1	0,20
Uso de drogas vasoactivas‡		9 (45,00)	11 (55)	0,17
Diagnóstico médico‡	Choque séptico	9 (31,00)	2 (9, 1)	0,57
	Posoperatorio complicado	7 (24,10)	4 (18, 2)	0,28
	Neumonía bacteriana grave	4(13,80)	4 (18, 2)	0,35
	Trauma craneoencefálico	4(13,80)	1(4, 5)	0,49
	Enfermedad cerebrovascular	4 (13,80)	8 (36, 4)	0,04
	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1 (3,50)	3 (13, 6)	0,28

Leyenda: (*): $\bar{x}$ ± DS: media y desviación estándar; (‡): (frecuencia absoluta y porcentaje respecto al valor n de la columna.

En la tabla 2 se relacionan variables de la mecánica ventilatoria con el resultado del proceso de destete de la VMI. Todas se asociaron con el resultado del destete (p ≤ 0,05); valores altos de FIN, CROP e IDI, así como valores bajos de POVA (P0,1) que sustentan la predicción del éxito del destete, pero valores bajos de IRS (índice de Tobin y Yang) predicen el fracaso de este.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

Tabla 2 - Caracterización del proceso de destete de acuerdo a variables relacionadas con la ventilación mecánica invasiva

Variable	Grupo (x̄ ± DS)		p	Impacto de las variables estudiadas en el destete			
	Excito	Fracaso		d Cohen	Magnitud	Dirección (Éxito)	Interpretación clínica
FIN	-33 ± 6,70	-26 ± 4,80	0,001	1,14	Grande	Valores altos	Mayor fuerza inspiratoria*
CROP	15 ± 3,80	11 ± 3,90	0,002	1,04	Grande	Valores altos	Función respiratoria global preservada *
IDI	91, 3 ± 15,30	74 ± 14,20	0,001	1,15	Grande	Valores altos	Alta eficiencia ventilatoria*
POVA (P0, 1)	1, 6 ± 2,20	5, 6 ± 2,10	0,000	1,84	Muy grande	Valores bajos	Drive respiratorio bajo*
IRS	29 ± 48,20	101 ± 22,10	0,000	1,70	Muy grande	Valores bajos	Taquipnea + volúmenes bajos**

Leyenda: FIN: fuerza inspiratoria negativa, CROP: distensibilidad dinámica, IDI: índice de destete integrador, POVA (P0.1). presión de oclusión de la vía aérea en 100 ms en cm H_2O, IRS: índice de respiración superficial en L/min o índice de Tobin y Yang, (*): predice p favorece el éxito; (**): predice fracaso.

El estudio de variables ecográficas relacionadas con el resultado del proceso de destete se expresa en la tabla 3. Se pudo establecer que un valor alto de excursión diafragmática (ED) predice el éxito del destete, pero un valor bajo de grosor diafragmático de fin de espiración (GDFE) vaticina el fracaso de este ($p \leq 0,05$).

Tabla 3 - Caracterización de los resultados del proceso de destete de acuerdo a la valoración ecográfica del diafragma

Variable (cm)	Grupo (x̄ ± DS)		p	Impacto de las variables estudiadas en el éxito/fracaso del destete.			
	Éxito	Fracaso		d Cohen	Magnitud	Dirección (Éxito)	Interpretación clínica
ED	2, 4 ± 0, 80	1, 8 ± 0, 80	0, 028	0,75	Moderado	Valores altos	Predictor de éxito del destete
GDFE	0, 28 ± 0, 04	0, 23 ± 0, 06	0, 013	1,02	Grande	Valores bajos	

Leyenda: ED: Excursión diafragmática; GDFE: Grosor diafragmático fin de espiración

La tabla 4 muestra las variables más relevantes para la elaboración de un modelo predictivo. El Intercepto (coeficiente: 4,21) representa el valor esperado del resultado en la ocasión que todas las variables son de

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

cero; no tienen OR porque no se asocian a una variable específica. La POVA (P0,1) y el IRS, a pesar de tener un coeficiente negativo, sus OR son mayor que 1, y son variables importantes, lo que sugiere que tienen un impacto positivo en el resultado del destete. El resto de las variables (GDFE, IDI, FIN y ED) tienen un coeficiente positivo y un OR mayor que 1, lo que sugiere que tienen fuerte impacto positivo en el resultado. Las variables POVA (P0,1) y el GDFE son las más asociadas con el éxito del destete.

Tabla 4 - Variables más relevantes para la elaboración de un modelo logístico

Variable	Coeficiente	Odds Ratio	Importancia
Intercepto	4,21	N, A,	N.A.
POVA (P0,1) (cmH_2O)	- 1,92	1,55	★★★★
Índice de respiración superficial (L/min)	- 0,85	1,43	★★★
Grosor diafragmático fin de espiración (cm)	1,78	5,93	★★★
Excursión diafragmática (cm)	0,32	1,38	★★
Índice de destete integrador	0,02	1,02	★
Fuerza inspiratoria negativa	0,09	1,09	★

Leyenda: POVA (P01) = Presión de oclusión de la vía en 100 ms. N.A: no se aplica el cálculo.

Finalmente se elaboró un modelo predictivo para la predicción del éxito/fracaso del proceso de destete de la VMI. La siguiente ecuación resume la contribución de cada variable al resultado final. En este caso, el puntaje (score) para la predicción del éxito/fracaso del proceso de destete de la VMI se calculó de la siguiente manera:

Score = 4,21 – 1,92 x (P0,1 en cmH_2O) – 0,85 x (Tobin en L/min) + 1,78 x (GDFE en cm), donde el término 4,21 es el intercepto, P0,1 (POVA) y Tobin tienen coeficientes negativos (-1,92 y -0,85, respectivamente), lo que indica que, a mayor valor de estas variables, menor será el score. El GDFE tiene un coeficiente positivo (+1,78), lo que sugiere que un mayor grosor del diafragma, aumenta el score.

La probabilidad de éxito se calcula mediante la función logística, que transforma el score en un valor entre 0 y 1: P = 1 / (1 + e^(-Score)). Si el score es alto, la probabilidad de éxito (P) se acerca a 1. Si el score es bajo, la probabilidad de éxito se acerca a 0. La ecuación completa también puede expresarse en términos del logaritmo de la razón de probabilidades (log-odds). La probabilidad de éxito se calculó de la siguiente manera:

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

Para la interpretación del score generado por el modelo predictivo y tomar decisiones clínicas informadas se aplican las siguientes categorías y su relevancia en el proceso de destete: score > 2,0 (probabilidad éxito > 85,00 % recomendación destete inmediato); score 0-2,0 (probabilidad éxito 50,00 - 85,00 % Recomendación: zona gris (evaluación adicional) prueba SBT 30 min), score < 0 (probabilidad éxito < 50,00% Recomendación: alto riesgo de fracaso, postergar destete 24-48 h).

El análisis de la viabilidad del modelo mostró, excelente capacidad predictiva: AUC: 0,97 (IC95%: 0,83-0,98), sensibilidad 94,00% y especificidad 92,00%, por lo que posibilita una adecuada distinción entre los pacientes con probabilidad de éxito o fracaso del destete.

Por último, en la tabla 5, se muestran los puntos de corte clínicos de todas las variables operacionalizadas en la presente investigación, que pueden beneficiar la toma de decisiones a pie de cama.

Tabla 5 - Puntos de corte clínicos para la toma de decisiones médicas

Variable	Umbral de éxito	Umbral de alerta	Riesgo de fracaso
Fuerza inspiratoria negativa	< -30 cmH_2O	-25 a -30 cmH_2O	> -25 cmH_2O
Índice respiración superficial	< 35 L/min	35-50 L/min	> 50 L/min
POVA (P0.1)	< 2,5 cmH_2O	2,5-4,0 cmH_2O	> 4,0 cmH_2O
Índice de destete integrador	> 85	75-85	< 75
CROP	> 13	10-13	< 10
Grosor diafragma fin espiración	> 0,26 cm	0,22-0,26 cm	< 0,22 cm
Excursión diafragmática	> 2,0 cm	1,4-2,0 cm	< 1,4 cm

Leyenda: CROP: distensibilidad dinámica, PImax, oxigenación, presión);
POVA (P01 = Presión de oclusión de la vía en 100 ms.

Por otro lado, este tipo de modelo integrador sería útil en la identificación de fenotipos clínicos ocultos. La integración de variables de la mecánica ventilatoria y de la ecografía del diafragma permite clasificar a los pacientes en subgrupos con implicaciones terapéuticas:

Fenotipo: Disfunción neurológica con mecánica ventilatoria (P0,1 elevado) y ecografía del diagrama (GDFE normal) se sugiere el ajuste de la sedación.

Fenotipo: Atrofia diafragmática con mecánica ventilatoria (FIN normal) y ecografía del diagrama (GDFE < 0,22 cm) se sugiere la rehabilitación precoz.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

2026;32: e4331
ISSN: 1029-3035
RNPS: 1821

Fenotipo: Fatiga diafragmática incipiente con mecánica ventilatoria (IRS o índice de Tobin y Yang normal) y ecografía del diagrama (ED < 1,4 cm) se sugiere el retraso del destete al menos por 24 h.

DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan satisfacen el objetivo de identificar factores predictivos del resultado del destete de la VMI.

En relación con las variables estudiadas, la edad, sexo, escalas Apache y SOFA, estadía en la UCI, días de VMI y uso de drogas vasoactivas no se relacionaron con el resultado del proceso de destete. Estos resultados son similares a los de otros autores que reconocen que estas variables carecen de valor predictivo independiente.[6-8]

Otros autores muestran que, el fracaso del destete es más común en la medida que se eleva la edad del enfermo, y es mayor la puntuación de las escalas Apache y SOFA, los UCI, días de VMI y del uso de drogas vasoactivas,[11,15-17] sobre todo si se asocian a la presentación de disfunción diafragmática concomitante y a daño biológico significativo en enfermos con comorbilidades complejas.[18,19]

Respecto a los variables indicadoras de la mecánica ventilatoria, se observó que en la medida que el valor de la FIN fue más negativo fue superior el éxito del destete, lo que se relaciona con la mayor fuerza muscular respiratoria y una mejor capacidad para generar presión durante la inspiración, lo que sustenta los resultados de otros estudios.[15,18] Mahmoodpoor y cols., mostraron que, 5 cm H_2O de mejora en FIN reduce 32,00% el riesgo de fracaso.[19]

De igual manera se refrenda que valores de CROP superior a 13 (combina varios parámetros respiratorios: distensibilidad dinámica, PImax, oxigenación, presión); es indicador de un destete satisfactorio positivo para el destete, cuya utilidad se eleva si la predicción se combina con los resultados de la ecografía diafragmática.[13]

También se confirma por otros autores, que valores elevados de IDI (> 85, combina la compliancia estática y la saturación de oxígeno) es un predictor confiable del éxito en el destete, ya que refleja tanto la mecánica respiratoria como la oxigenación.[17,18]

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

En este orden de ideas, se argumenta, que un valor bajo la POVA (> 3,5 cmH_2O Presión de Oclusión de la Vía en 100 ms) puede indicar una menor resistencia en las vías respiratorias, lo que se asocia con una mayor probabilidad de éxito en el destete.[11,16]

Se ha señalado que, valores bajos de IRS (índice de Tobin y Yang mide la frecuencia respiratoria en relación con el volumen corriente) predicen el fracaso de este, pues indica hipoventilación o ineficiencia respiratoria.[10,13,14]

En síntesis, se reconoce que las variables de ventilación mecánica estudiadas son predictoras de la probabilidad de éxito o fracaso del destete de la VMI, lo que se corresponde con la literatura especializada que respalda la importancia de estos parámetros en la evaluación de la capacidad de los pacientes para ser destetados de la VMI.[16,17]

Los datos que se ofrecen respaldan también, la conveniencia de la evaluación ecográfica del diafragma para predecir el éxito del destete, pues una adecuada movilidad del diafragma y de GDFE, se asocian con un mejor pronóstico en el destete, lo que refuerza la idea de que la función diafragmática es crucial para la ventilación espontánea.[16,17]

En la literatura se encuentran otros criterios predictivos del resultado del destete de la VMI.[13,16,17] En el presente estudio las variables más asociadas al éxito del destete fueron la POVA (P0,1) y el GDFE. Estos resultados son concordantes con otras investigaciones.[16,17]

Limitaciones del estudio: necesidad de evaluar la viabilidad del modelo en un mayor número de pacientes, y con mayor diversidad de diagnósticos médicos pues en el que se presenta se incluyeron más pacientes con enfermedades que requieren intervenciones quirúrgicas en detrimentos de pacientes neurológicos y con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Por otra parte, la validez externa está comprometida pues se realizó un diseño unicéntrico, y no se descarta el sesgo por la variabilidad inter observador en la medición en las variables.

No obstante, estas limitaciones constituyen puntos de continuidad investigativa y no desmeritan la efectividad del modelo para estimar la probabilidad de éxito en función de POVA (P0,1), el ISR y el GDFE, que se conforma como un instrumento metodológico útil para la vigilancia clínica del paciente ventilado, lo que robustece la calidad de la atención a este tipo de enfermo.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

CONCLUSIONES

Los factores predictivos identificados posibilitaron el diseño de un modelo para la predicción del éxito o fracaso de la retirada de la ventilación mecánica invasiva, con adecuada viabilidad para su aplicación en la unidad de cuidados intensivos. El principal aporte del estudio está en la presentación de un modelo predictivo viable para su aplicación en la unidad de cuidados intensivos de un hospital de segundo nivel (tipo II).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. He G , Han Y, Zhang L, He C, Cai H, Zheng X. Respiratory effort in mechanical ventilation weaning prediction: an observational, case-control study. Intensive Crit Care Nurs [Internet]. 2025 [citado 19 May 2025];86:103831. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964339724002167?via%3Dihub

2. Pham T, Heunks L, Bellani G, Madotto F, Aragao I, Beduneau G, et al. Weaning from mechanical ventilation in intensive care units across 50 countries (WEAN SAFE): A multicentre, prospective, observational cohort study. The Lancet Respiratory Medicine [Internet]. 2023 [citado 19 May 2025];11(5):465-76. Disponible en: https://researchnow.flinders.edu.au/en/publications/weaning-from-mechanical-ventilation-in-intensive-care-units-acros/

3. Sahu S, Saluja V, Sharma A, Mitra LG, Kumar G, Maiwall R, et al. Evaluation of the integrative weaning index for predicting the outcome of spontaneous breathing trial in patients with cirrhosis on mechanical ventilation: a pilot study 2022. Turk J Anaesthesiol Reanim [Internet]. 2022 [citado 19 May 2025];50(2):107-13. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9361075/pdf/tjar-50-2-107.pdf

4. Tanaka A, Uchiyama A, Horiguchi Y, Hiramatsu D, Iguchi N, Ohta N. Predictors of post-extubation stridor in patients on mechanical ventilation: a prospective observational study. Sci Rep [Internet]. 2022 [citado 19 May 2025];11(1):19993. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/355138405_Predictors_of_post-extubation_stridor_in_patients_on_mechanical_ventilation_a_prospective_observational_study

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

5. Tamayo-González IE, Ruiz-Serna OH, Guillermo-Guzman D. Ecografía de diafragma en unidad de cuidados intensivos UCI. Revista Politécnica [Internet]. 2024 [citado 19 May 2025];20(39):128-47. Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/6078/607877254010/607877254010.pdf

6. Ribeiro-da Silva A, Magalhães-Novais MC, Gomes-Neto M, França-Correia H. Predictores del fracaso de la extubación en pacientes neurocríticos: una revisión sistemática. Aust Crit Care [Internet]. 2023 [citado 19 May 2025];36(2):285-291. Disponible en: https://www.australiancriticalcare.com/action/downloadMultiplePdfsCompressedFile?sig=e23fc2cb-1d9f-42d7-b262-edd16d53a861&anti-forgery-token=42d41bed-b707-4739-8f87-6ad9b05c9970

7. Salvador-Ibarra IJ, Cadeza-Aguilar JD, Monasterios-López SG, Ríos-Ayala MA, Hernández-Cárdenas CM, Nicolás-Martínez EL. Predicción de la desconexión de la ventilación mecánica invasiva mediante tomografía de impedancia eléctrica aplicando una red neuronal. Med Crit [Internet]. 2024 [citado 19 May 2025];38(6):427-432. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2024/ti246d.pdf

8. Sterr F, Reintke M, Bauernfeind L, Senyol V, Rester C, Metzing S, et al. Predictors of weaning failure in ventilated intensive care patients: a systematic evidence map. Crit Care [Internet]. 2024 [citado 19 May 2025];28(1):366. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11556093/pdf/13054_2024_Article_5135.pdf

9. Bootjeamjai P, Dianti K, Goligher EC. Noninvasive longitudinal monitoring of respiratory effort. Am J Respir Crit Care Med [Internet]. 2024 [citado 19 May 2025];210(6):838-840. Disponible en: https://academic.oup.com/ajrccm/article/210/6/838/8491480?login=false

10. Fossat G, Daillet B, Desmalles E, Boulain T. Does diaphragmatic ultrasound improve the accuracy of the rapid shallow breathing index for predicting successful weaning from mechanical ventilation? Aust Crit Care [Internet]. 2022 [citado 19 May 2025];35(3):233-40. Disponible en: https://www.australiancriticalcare.com/action/downloadMultiplePdfsCompressedFile?sig=cea3b1e6-c210-44f6-aee6-5d56d7e548e3&anti-forgery-token=42d41bed-b707-4739-8f87-6ad9b05c9970

11. Song J, Luo Q, Lai X, Hu W, Yu Y, Wang M, et al. Ultrasonido cardíaco, pulmonar y diafragmático combinado para predecir el fracaso del destete durante una prueba de respiración espontánea. Ann Intensive Care [Internet]. 2024 [citado 19 May 2025];14(1):60-8. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11031537/pdf/13613_2024_Article_1294.pdf

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

12. Soto-Balán JC, Campo-Mercado FJ, Fernández-Chica DA, Iglesias-Acosta Salcedo- Mendoza S, Mora-Moreo L. Escalas qSOFA, SOFA y SIRS para evaluación del riesgo de sepsis y admisión hospitalaria. Med Int Méx [Internet]. 2022 [citado 19 May 2025];38(2):258-67. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2022/mim222e.pdf

13. Tajan-Gouce MR, Atefeh G, Tahereh-Khaleghdoost M, Ehsan-Kazemnejad L, Sadra A. Evaluating APACHE II and APACHE IV Scoring Systems in Predicting Mortality Rate and Length of Hospital Stay in Patients with Head Trauma. Trauma Monthly [Internet]. 2021 [citado 19 May 2025];26(6):317-21. Disponible en: https://www.traumamon.com/article_140649_51b144af523dda81316a6f8ee3592c3e.pdf

14. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Ratificadaen la 75th WMA General Assembly, Helsinki, Finland, october 2024 [Internet]. Helsinki: 18ª Asamblea Mundial; 1964 [citado 10 Jun 2026]. Disponible en: https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/

15. Marchasson L, Rault C, Le Pape S, Arrivé F, Coudroy R, Frat JP, et al. Impact of sleep disturbances on outcomes in intensive care units. Crit Care [Internet]. 2024 [citado 19 May 2025];28(1):331. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11466020/pdf/13054_2024_Article_5118.pdf

16. Chuang CY, Hsu HS, Chen GJ, Chuang TY, Tsai MH. Underweight predicts extubation failure after planned extubation in intensive care units. PLoS ONE [Internet]. 2023 [citado 19 May 2025];18(4):e0284564. Disponible en: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0284564

17. Fritsch SJ, Riedel M, Marx G, Bickenbach J, Schuppert A. Development of a machine learning model for prediction of the duration of unassisted spontaneous breathing in patients during prolonged weaning from mechanical ventilation. J Crit Care [Internet]. 2024 [citado 19 May 2025];82:154795. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088394412400282X

18. Bonny V, Joffre J, Gabarre P, Urbina T, Missri L, Ladoire M, et al. La evaluación sonométrica de la tos predice el fracaso de la extubación: SonoWean: un estudio de prueba de concepto. Cuidado crítico [Internet]. 2025 [citado 19 May 2025];27(1):368-90. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10521471/pdf/13054_2023_Article_4653.pdf

19. Mahmoodpoor A, Fouladi S, Ramouz A, Shadvar K, Ostadi Z, Soleimanpour H. Diaphragm ultrasound to predict weaning outcome: systematic review and meta-analysis. Anaesthesiol Intensive

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.

Ther [Internet]. 2022 [citado 19 May 2025];54(2):164-74. Disponible en: https://www.ait-journal.com/pdf-148205-121799?filename=121799.pdf

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

José Alfredo Estevan-Soto: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición.

Maricela de León-Vidal: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, recursos y redacción, revisión y edición.

Reinaldo Elias-Sierra: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción, revisión y edición.

José González-Molina: curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, Software y redacción, revisión y edición.

Financiación

Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo. Guantánamo, Cuba.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution4.0/International/Deed.