



Ecografía de músculos intercostales: una herramienta para predecir resultados en la extubación del paciente crítico

Ultrasound of intercostal muscles: a tool to predict outcomes in extubation of the critically ill patient

Juan Manuel Celestino López,* Marcela Pinedo Lechuga,* Roxana Vázquez Ramírez*

RESUMEN

Introducción: el retiro oportuno de la ventilación mecánica es esencial para reducir complicaciones. La predicción del éxito mediante ultrasonido es una herramienta simple y no invasiva. Se ha observado que una fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal superior a 10%, predice fracaso del retiro. **Objetivo:** determinar si la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal menor de 10% predice éxito a la extubación. **Material y métodos:** estudio observacional, analítico, longitudinal y prospectivo con pacientes mayores de 18 años con ventilación mecánica invasiva por más de 24 horas. Se realizó ecografía del músculo intercostal, se aplicó análisis descriptivo e inferencial con regresión logística binaria. **Resultados:** se incluyeron 87 pacientes. El éxito a la extubación se observó en 90.8% de los pacientes. El valor medio de la fracción de engrosamiento de músculos intercostales fue 10 ± 2.3 (%). El valor de la media de los pacientes que presentaron éxito a la extubación fue 9.85 ± 2.2 y el valor medio de los pacientes que presentaron fracaso a la extubación fue 12.5 ± 1.6 . **Conclusiones:** los pacientes con valores superiores a 10% de la fracción de engrosamiento de músculo intercostal tienen menos probabilidad de éxito en la extubación.

Palabras clave: ultrasonografía, músculos intercostales, extubación traqueal, destete, respiración artificial, cuidados críticos.

ABSTRACT

Introduction: timely weaning from mechanical ventilation is essential to reduce complications. Predicting success using ultrasound is a simple and noninvasive tool. It has been observed that a thickening fraction of the parasternal intercostal muscle greater than 10% predicts extubation failure. **Objective:** to determine whether a parasternal intercostal muscle thickening fraction of less than 10% predicts successful extubation. **Material and methods:** observational, analytical, longitudinal and prospective study with patients over 18 years of age with invasive mechanical ventilation for more than 24 hours. Ultrasound of the intercostal muscle was performed, and descriptive and inferential analysis was applied with binary logistic regression. **Results:** 87 patients were included. Successful extubation was observed in 90.8% of patients. The mean value of the thickening fraction of the intercostal muscles was 10 ± 2.3 (%). The mean value of patients who had successful extubation was 9.85 ± 2.2 and the mean value of patients who had failed extubation was 12.5 ± 1.6 . **Conclusions:** patients with values greater than 10% of the intercostal muscle thickening fraction have less probability of successful extubation.

Keywords: ultrasonography, intercostal muscles, tracheal extubation, weaning, artificial respiration, critical care.

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica invasiva es una técnica que se emplea con frecuencia en la unidad de cuidados intensivos con el objetivo de optimizar la función respiratoria, mejorar el intercambio gaseoso al disminuir el trabajo respiratorio y proteger la vía aérea.

La estadística internacional reporta que poco más de 50% de los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos, en algún momento de su estancia, llega a requerir ventilación mecánica. Esto es variable según el tipo de unidad, de hospital, así como de características sociodemográficas y epidemiológicas.¹

A pesar de los múltiples beneficios terapéuticos que aporta, también puede llegar a ser causante de graves complicaciones, algunas de ellas relacionadas con la duración de la ventilación. Se considera que la ventilación mecánica es prolongada cuando es mantenida durante más de 21 días, al menos seis horas por día.² De acuerdo con la literatura, las principales complicaciones asociadas son: neumonía, barotrauma, volutrauma, atelectrauma, biotrauma, complicaciones hemodinámicas, toxicidad por oxígeno, entre otras.³ Además de esto, también se relaciona con aumento del costo de la atención médica, la morbilidad y la mortalidad.⁴ Por lo tanto, debe ser descontinuada tan pronto como sea factible.

El retiro de la ventilación mecánica tampoco está exento de complicaciones. El fracaso en la extubación contribuye a empeorar los resultados con consecuencias como mayor duración de la ventilación, incremento en los días de estancia en la unidad de cuidados intensivos, infecciones, hipoxemia y asociación con mayor mortalidad.⁵ De modo que, el retiro de la ventilación mecánica constituye un paso crítico en todos los pacientes.

El destete de la ventilación puede definirse como el procedimiento por medio del cual ocurre la transferencia progresiva del trabajo respiratorio al paciente, trabajo respiratorio que previamente era realizado por el ventilador mecánico. Para considerar que un paciente es apto para iniciar el proceso de destete, es necesario que cumpla con condiciones clínicas que son variables dependiendo del tipo de paciente y su patología de base; pero, en general, pueden tomarse en cuenta las siguientes condiciones: la resolución de la causa que lo llevó a requerir ventilación mecánica, una condición de estabilidad respiratoria como requerimientos ventilatorios bajos –por ejemplo: $FiO_2 < 40\%$, presión positiva al final de la espiración (PEEP) < 10 cmH₂O, volumen/minuto < 15 L/min, $PaO_2/FiO_2 > 150$ –, además de contar con estabilidad hemodinámica, capacidad de proteger la vía aérea, adecuado estado de conciencia y buen manejo de secreciones.⁶

* Instituto Mexicano del Seguro Social. México.

Recibido: 20/12/2024. Aceptado: 20/01/2025.

Citar como: Celestino LJM, Pinedo LM, Vázquez RR. Ecografía de músculos intercostales: una herramienta para predecir resultados en la extubación del paciente crítico. Med Crit. 2026;40(1):43-48. <https://dx.doi.org/10.35366/123039>

Se ha calculado que aproximadamente 20% de los pacientes tienen dificultad para retirar la ventilación; de ellos, un grupo numeroso presenta falla al retiro del ventilador, muchos a pesar de contar con parámetros óptimos.⁷ Lo anterior nos indica que en este grupo de pacientes es necesario investigar la utilidad de la aplicación de otros predictores de éxito.

Una herramienta de uso fácil es el ultrasonido. Tiene la ventaja de ser un método simple, portátil, no invasivo, que puede realizarse rápidamente a la cabecera del paciente, es reproducible y conveniente para la evaluación de dimensiones lineales, áreas de sección transversal, grosor e índices de la arquitectura muscular.⁸

Se han realizado numerosos estudios dirigidos principalmente a la evaluación ecográfica del diafragma; en los que se ha reportado que la fracción de engrosamiento menor de 20% del grosor comparado con la medición al momento del ingreso tiene sensibilidad de 61% y especificidad de 84% para falla en el retiro de la ventilación mecánica.⁸

El diafragma es el principal músculo inspiratorio y la disfunción del diafragma provoca una serie de mecanismos de adaptación que permiten que la ventilación y el intercambio de gases pulmonares se mantengan dentro de límites razonables. Sin embargo, un estudio reciente destacó que el ultrasonido del diafragma no permite predecir el fracaso de la extubación,⁹ lo que justifica la exploración de los músculos extradiafragmáticos.

Junto con el diafragma, los músculos inspiratorios extradiafragmáticos participan en la generación del volumen corriente. Los músculos intercostales externos están activos durante la fase inspiratoria e interactúan con el diafragma y el resto de los músculos inspiratorios. A diferencia de otros músculos inspiratorios extradiafragmáticos, como los escalenos o los esternocleidomastoideos ubicados en el cuello, la ventana de ultrasonido del intercostal paraesternal tiene la ventaja de estar generalmente libre de equipo de atención médica (traqueostomía, líneas intravasculares).¹⁰ En un complejo estudio fisiológico se demostró cómo los músculos intercostales paraesternales tienen una acción inspiratoria sobre el pulmón, aunque con capacidad de generación de presión menor en comparación con otros músculos extradiafragmáticos.¹¹

Se ha utilizado la ecografía para estudiar los músculos intercostales paraesternales de voluntarios sanos debido a que los músculos intercostales internos y externos en la parte lateral y posterior a menudo se superponen, lo que imposibilita la detección de ambas capas musculares. Los hallazgos sugieren una función estabilizadora de los músculos intercostales paraesternales. En un estudio realizado por Yoshida y colaboradores, se utilizó la ecografía para evaluar si el grosor del músculo intercostal paraesternal aumentaba durante esfuerzos respiratorios vigorosos, los resultados

mostraron un aumento en el espesor muscular sólo en la porción anterior del espacio intercostal y no se pudieron detectar diferencias significativas en las porciones lateral y posterior.¹²

En la actualidad, existen pocos estudios dedicados específicamente a los músculos intercostales en pacientes con ventilación mecánica. La fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal se asoció de manera significativa con el fracaso en una prueba de respiración espontánea en pacientes con ventilación mecánica, además de que este engrosamiento era significativamente mayor en pacientes con disfunción del diafragma. Específicamente, una fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal superior a 8% se asoció a pacientes con disfunción del diafragma y un valor superior a 10% predijo el fracaso del destete. Umbrello y colaboradores¹³ demostraron que la fracción de engrosamiento del diafragma fue mayor (> 30%) y la del intercostal paraesternal menor (< 5%) en pacientes sin disfunción diafragmática en comparación con los enfermos con disfunción diafragmática.¹³

El fracaso en el retiro de la ventilación mecánica es multifactorial, pudiendo ser resultado de disfunciones musculares, cardiovasculares o de un manejo inadecuado de las secreciones, entre otros factores. Por consiguiente, predecir el éxito o fracaso en el destete no puede basarse únicamente en un parámetro, por lo que, con un sólido fundamento fisiológico, se realizó la medición de la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal como predictor del éxito en la extubación de pacientes críticos sometidos a ventilación mecánica invasiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio observacional, analítico, longitudinal y prospectivo con pacientes mayores de 18 años sometidos a ventilación mecánica invasiva por más de 24 horas, con criterios para retiro de la ventilación mecánica invasiva en las próximas horas. Fueron excluidos del estudio los pacientes con enfermedades neuromusculares, portadores de traqueostomía, con parálisis diafragmática, cirugía torácica o embarazo y se eliminaron de la muestra pacientes a quienes, por sus condiciones físicas o clínicas, no fue posible realizar las mediciones ultrasonográficas. Previa autorización del comité de ética y el comité local de investigación, se incluyeron a todos los pacientes que fueron ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos de la Unidad Médica de Alta Especialidad No. 25 de Monterrey, Nuevo León.

Se utilizó un transductor lineal de 10 a 15 MHz en modo M, con el paciente en decúbito, con la cabecera a 20°, se colocó el transductor perpendicular a la superficie anterior del tórax a 3 a 5 cm lateral al esternón entre la segunda y tercera costilla, a partir del modo B, se

detectó la línea pleural como parte del «signo del murciélago», se realizó la medición durante la inspiración y espiración. Se calculó la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal con la fórmula:

$$TFic = [(TF \text{ insp}-TF \text{ exp})/TF \text{ exp}] \times 100$$

donde:

TFic: fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal

TF insp: grosor al final de la inspiración

TF exp: grosor al final de la espiración

También se realizó la medición de la fracción de acortamiento diafragmática, con el paciente en la misma posición, se colocó el transductor en el octavo-no-veno espacio intercostal a nivel de la línea media axilar. Se calculó con la fórmula:

$$TF \text{ di} = [(T \text{ di insp}-T \text{ di exp})/T \text{ di exp}] \times 100$$

donde:

TF di: fracción de engrosamiento diafragmático

T di insp: diámetro en inspiración

T di exp: diámetro en espiración

Se registraron en el instrumento de recolección los datos sociodemográficos del paciente, diagnóstico, índices calculados durante el procedimiento del destete de la ventilación, además de las mediciones realizadas por ultrasonido, y se capturó la información en la base de datos para su análisis estadístico y obtención de resultados.

Se utilizó estadística descriptiva de las variables cualitativas, las cuales se presentan con frecuencias absolutas, proporciones o porcentajes; las variables cuantitativas como promedios o medianas dependiendo de su distribución. Para conocer la normalidad de la distribución de los datos se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Con el objetivo de determinar si la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal predice éxito en el retiro de la ventilación mecánica se realizó un modelo de regresión logística binario, y para el análisis de la correlación entre variables cuantitativas y ante la ausencia de distribución normal de los datos se realizó una prueba no paramétrica rho de Spearman. Además, se elaboró una curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para determinar el mejor punto de corte de la fracción de engrosamiento de músculo intercostal con fracaso a la extubación.

El nivel de significancia alfa fue 5%. Todos los análisis se llevaron a cabo en el programa estadístico SPSS versión 27.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de 87 pacientes a quienes se les realizaron las mediciones de la fracción de engrosamiento del músculo intercostal y fracción de engrosamiento del diafragma. La *Tabla 1* muestra las características clínicas y demográficas de los pacientes.

El valor medio de la fracción de engrosamiento de músculos intercostales fue $10 \pm 2.3\%$. El valor de la media de los pacientes que presentaron éxito a la extubación fue 9.85 ± 2.2 y el valor medio de los pacientes que presentaron fracaso a la extubación fue 12.5 ± 1.6 (*Figura 1*).

El valor promedio de la fracción de engrosamiento de músculo del diafragma fue 34.4 ± 9.4 , con un valor mínimo de 18 y máximo de 65. El éxito a la extubación se observó en 66 pacientes con fracción de engrosamiento diafragmático mayor a 25, y en 12 casos con fracción de acortamiento diafragmático menor a 24. El fallo a la extubación se observó en seis pacientes con fracción engrosamiento mayor a 25 y en dos con fracción de engrosamiento diafragmático menor a 24 (*Figuras 2 y 3*).

La correlación entre la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal y la fracción de engrosamiento diafragmático en los pacientes con ventilación mecánica invasiva, mediante rho de Spearman, fue 0.119 con $p = 0.272$.

La correlación entre la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal y excursión diafragmática en los pacientes con ventilación mecánica

Tabla 1: Características clínicas y demográficas de los pacientes (N = 87).

Variable	n (%)
Sexo	
Masculino	57 (65.5)
Femenino	30 (34.5)
Edad (años)*	56.28 ± 15.8 [19-87]
Peso (kg)†	76 ± 17.71
Índice de masa corporal (kg/m ²)†	27.34 ± 5.5
Modo de ventilación mecánica	
CPAP	86 (98)
Presión soporte	1 (1.1)
Patología	
Quirúrgica	81 (93)
Médica	6 (6.9)
Extubación	
Exitosa	79 (90.8)
Fracaso	8 (9.2)
Fracción de engrosamiento del músculo intercostal (%)‡	10 ± 2.3
Fracción de engrosamiento del diafragma‡	34.4 ± 9.4
Excursión diafragmática*	17 ± 4.5 [7-32]

CPAP = *Continuous Positive Airway Pressure* (presión positiva continua en la vía aérea).

* Datos expresados en media \pm desviación estándar, [rango].

† Datos expresados en media \pm desviación estándar.

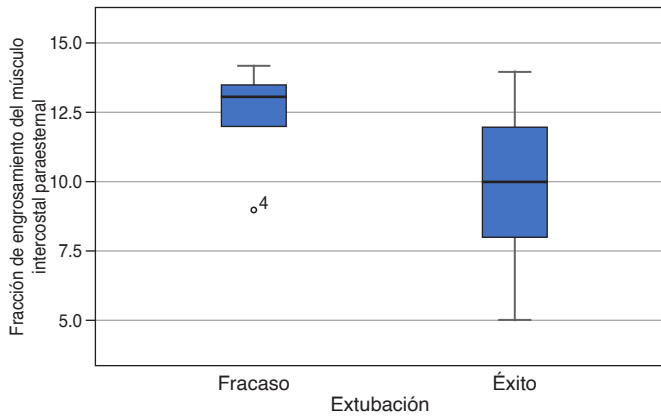


Figura 1: Comparación de la fracción de engrosamiento de músculo intercostal (%) entre los pacientes con fracaso y éxito a la extubación.

invasiva, por medio de rho de Spearman, fue -0.68 con $p = 0.530$.

Se obtuvo un valor de área bajo la curva ROC de 0.83 con $p = 0.05$ y punto de corte de 10.5 de la fracción de engrosamiento de músculo intercostal en los pacientes con fracaso a la extubación (Figura 4).

En el modelo de regresión logística binario se obtuvo un valor de R cuadrada de 0.40 y se pudo explicar 90% de la variable de éxito a la extubación. Se analizaron las siguientes tres variables: fracción de engrosamiento de músculos intercostales, fracción de engrosamiento diafragmático y excursión diafragmática, de las cuales la fracción de engrosamiento de músculos intercostales obtuvo un valor de Wald de 7.470 con $p = 0.006$ e IC95% de $0.203-7.69$; la fracción de engrosamiento diafragmático un valor de Wald 3.031 con $p = 0.82$ e IC95% de $0.987-1.243$ y la excursión diafragmática obtuvo un valor de Wald de 1.792 con $p = 0.181$ e IC95% $0.924-1.521$ (Tabla 2).

DISCUSIÓN

Con el objetivo de determinar si la ecografía de músculos intercostales predice éxito a la extubación, se realizó un análisis de regresión logística binaria, observándose que el engrosamiento de los músculos intercostales tiene efecto estadísticamente significativo con coeficiente beta negativo, lo cual sugiere que los participantes con valores más altos tendrán menos probabilidades de tener éxito en la extubación. Por el contrario, no se encontró que la fracción de engrosamiento diafragmático tuviera efecto estadísticamente significativo en la predicción; además, se encontró que un valor superior a 10% de la fracción de engrosamiento del musculo intercostal paraesternal se relaciona con menos probabilidad de tener éxito a la extubación, similar a lo evidenciado por Formenti en 2020.¹³

Se encontró que el valor medio de la fracción de engrosamiento de músculos intercostales fue de 10 ± 2.3 (%), a diferencia de lo reportado en la literatura mexicana por Reyes en 2023¹⁴ quien observó una media de 7.9% para engrosamiento intercostal en pacientes en los que no fue exitosa la prueba de ventilación espontánea y una media de 7.9% en los que se consideró prueba exitosa, sin significancia estadística ($p = 0.79$). Este mismo estudio reporta que, para el engrosamiento diafragmático, se encontró una media de 30.5% en los que no fue exitosa la prueba de ventilación espontánea y una media de 35.5% en quienes se consideró prueba exitosa, sin significancia estadística ($p = 0.52$).

Otros autores han reportado valores normales en voluntarios sanos que oscilan entre $30-40\%$,¹⁵ y que una fracción de engrosamiento diafragmático $< 25.8\%$

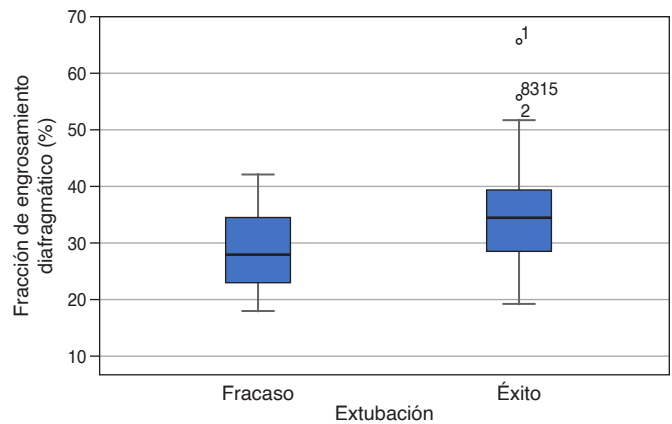


Figura 2: Comparación de la fracción de engrosamiento de músculo diafragmático entre los pacientes con éxito y fracaso a la extubación.

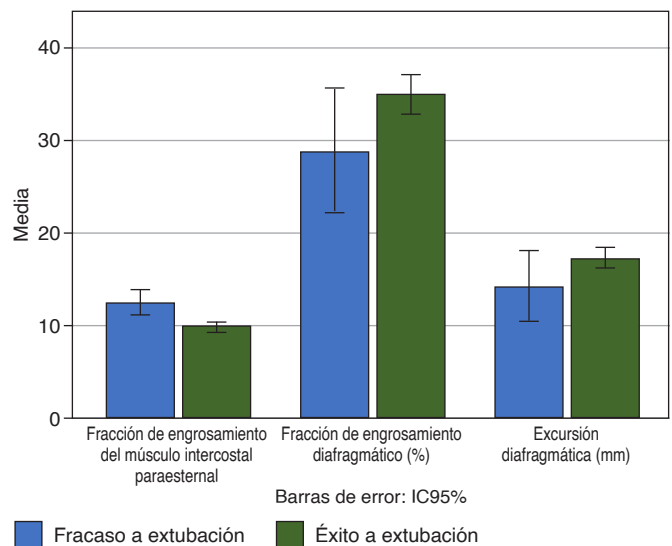


Figura 3: Comparación entre las medias de los pacientes con éxito o fracaso a la extubación. IC95% = intervalo de confianza de 95%

es buen predictor de falla en el destete.¹⁶ En nuestros resultados se encontró que el valor medio de la fracción de engrosamiento de músculo del diafragma fue de 34.4 ± 9.4 , con un valor mínimo de 18 y máximo de 65; sin embargo, se obtuvo un valor de $p > 0.05$, lo que indica que la fracción de engrosamiento diafragmático no tiene un efecto estadísticamente significativo para la predicción de éxito en la extubación.

Se evaluó la correlación de la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal y la fracción de engrosamiento diafragmático en pacientes con soporte ventilatorio y, mediante la rho Spearman, fue de 0.119 con $p = 0.272$, por lo que no existe correlación entre ambas variables. En este sentido Peng en 2024¹⁵ publicó una correlación entre la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal y la fracción de engrosamiento diafragmático de 0.21 en pacientes con éxito al retiro de la ventilación mecánica y 0.85 en pacientes que fracasaron ($p < 0.001$). En México, en 2023, Reyes y colaboradores¹⁴ reportaron nula correlación con un coeficiente de determinación 0.0058 y de correlación de 0.076.

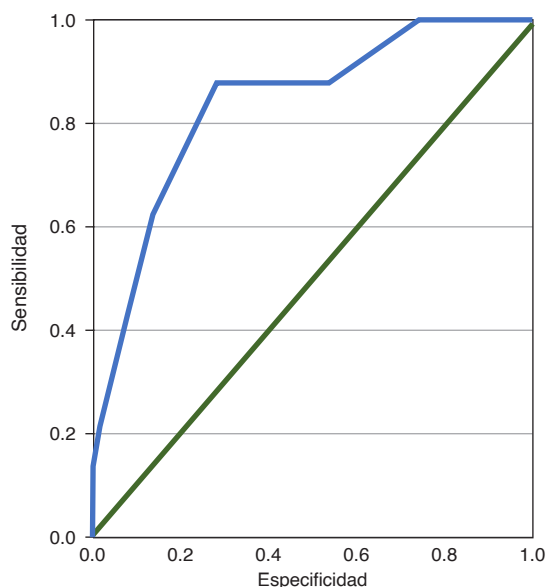


Figura 4: Curva ROC de la fracción de engrosamiento de músculo intercostal para el fracaso de la extubación en 87 pacientes

En la presente investigación, el éxito a la extubación se observó en 79 participantes (90.8%) y el fallo en ocho (9.2%). El valor de la media de la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal de los pacientes que tuvieron éxito a la extubación fue 9.85 ± 2.2 y el valor medio de los pacientes que fracasaron a la extubación fue 12.5 ± 1.6 (Figura 1), similar a lo que hasta ahora se ha reportado en la literatura, con valor superior a 10% asociado a fracaso en el destete.¹³ En 2020, Dres y su equipo¹⁶ observaron correlación entre la fracción de engrosamiento del músculo intercostal y el fracaso en la prueba de ventilación espontánea; los pacientes que fracasaron en estas pruebas tenían valores de fracción de engrosamiento del músculo intercostal más altos y fracción de engrosamiento del diafragma más bajos en comparación con los que tuvieron éxito.

En nuestro análisis estadístico, por medio de rho Spearman, la correlación entre la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal y excursión diafragmática en los pacientes con ventilación mecánica invasiva, fue de -0.68 con $p = 0.530$, no se encontró una correlación estadísticamente significativa.

Las limitaciones del estudio son el tamaño de la muestra (87 pacientes) con intervalo de confianza $< 95\%$, lo que no permite un poder estadístico. Del mismo modo, las características de nuestra población difieren de las reportadas en otros estudios, siendo en su mayoría pacientes postquirúrgicos ($n = 81, 93\%$), en los cuales no se tomaron en cuenta enfermedades respiratorias (patología pulmonar crónica) que pueden modificar la fracción de engrosamiento intercostal; tampoco se realizó un subanálisis por grupos de edad, tomando en cuenta que grupos de edad avanzados presentan mayor grado de atrofia muscular.

Otras limitaciones del estudio fueron los pacientes con periodos cortos de ventilación mecánica < 48 horas, que sumaron 14 casos que representan el 16.09% de nuestra muestra; en estudios previos se determinó que un incremento en el tiempo de soporte ventilatorio > 48 horas está asociado con mayor uso de la musculatura accesoria cuando hay algún grado de disfunción en el diafragma.

Las fortalezas del estudio se basan en una relación estadísticamente significativa de la fracción de engrosamiento del músculo intercostal con el éxito a

Tabla 2: Análisis de regresión logística binaria.

Variables	B	EE	Wald	gl	p	Exp(B)	IC95% para exp(B)
Fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal	-0.928	0.340	7.470	1	0.006	0.395	0.203-0.769
Fracción de engrosamiento diafragmático (%)	0.102	0.059	3.031	1	0.082	1.108	0.987-1.243
Excursión diafragmática (mm)	0.170	0.127	1.792	1	0.181	1.186	0.924-1.521
Constante	7.049	4.251	2.750	1	0.097	1 ¹⁵¹ ,747	

EE = error estándar. gl = grados de libertad. IC95% = intervalo de confianza de 95%.

la extubación, siendo el ultrasonido una herramienta reproducible a la cabecera del paciente que permite evaluar la función muscular previo al retiro de la ventilación mecánica.

CONCLUSIONES

Los pacientes con valores superiores a 10% de la fracción de engrosamiento de músculo intercostal tienen menos probabilidad de éxito en la extubación.

Por el contrario, no se encontró que la fracción de engrosamiento diafragmático tuviera efecto estadísticamente significativo para predecir éxito al retirar la ventilación mecánica.

No se encontró correlación entre la fracción de engrosamiento del músculo intercostal paraesternal y la fracción de engrosamiento diafragmático en pacientes con soporte ventilatorio.

REFERENCIAS

- Hernández-López GD, Cerón-Juárez R, Escobar-Ortiz D, Graciano-Gaytán L, Gorordo-Delsol LA, Merinos-Sánchez G, et al. Retiro de la ventilación mecánica. *Med Crit (Col Mex Med Crit)*. 2017;31(4):238-245. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092017000400238&lng=esta
- MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S et al. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRG consensus conference. *Chest*. 2005;128(6):3937-3954. Available in: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(15\)49639-4/abstract](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(15)49639-4/abstract). <https://doi.org/10.1378/chest.128.6.3937>
- Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical ventilation: state of the art. *Mayo Clin Proc*. 2017;92(9):1382-1400. doi: 10.1016/j.mayocp.2017.05.004.
- Nevins ML, Epstein SK. Weaning from prolonged mechanical ventilation. *Clin Chest Med*. 2001;22(1):13-33.
- Thille AW, Richard JC, Brochard L. The decision to extubate in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(12):1294-1302.
- Saeed F, Lasrado S. Extubation [Internet]. *PubMed*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 Feb 19]. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539804/#>
- Béduneau G, Pham T, Schortgen F, Piquilloud L, Zogheib E, Jonas M, et al. Epidemiology of weaning outcome according to a new definition. The WIND Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(6):772-783.
- Formenti P, Umbrello M, Dres M, Chiumello D. Ultrasonographic assessment of parasternal intercostal muscles during mechanical ventilation. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):120.
- Vivier E, Muller M, Putegnat JB, Steyer J, Barrau S, Boissier F, et al. Inability of diaphragm ultrasound to predict extubation failure: a multicenter study. *Chest*. 2019;155(6):1131-1139. Available in: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(19\)30694-4/fulltext](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(19)30694-4/fulltext)
- Raper AJ, Thompson WT Jr, Shapiro W, Patterson JL Jr. Scalene and sternomastoid muscle function. *J Appl Physiol*. 1966;21(2):497-502.
- De Troyer A, Legrand A, Gevenois PA, Wilson TA. Mechanical advantage of the human parasternal intercostal and triangularis sterni muscles. *J Physiol*. 1998;513(Pt 3):915-925.
- Yoshida R, Tomita K, Kawamura K, Nozaki T, Setaka Y, Monma M, et al. Measurement of intercostal muscle thickness with ultrasound imaging during maximal breathing. *J Phys Ther Sci*. 2019;31(4):340-343.
- Umbrello M, Formenti P, Lusardi AC, Guanzirio M, Caccioppola A, Coppola S, et al. Oesophageal pressure and respiratory muscle ultrasonographic measurements indicate inspiratory effort during pressure support ventilation. *Br J Anaesth*. 2020;125(1):e148-e157. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007091220302014>
- Reyes A, López S, Vidal E, Cerón U. Fracción de engrosamiento de músculos paraesternales intercostales y engrosamiento diafragmático como predictores de fracaso de la prueba de ventilación espontánea. *Med Crit*. 2023;37(7):600-604. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092023000700600&lng=es. Epub 13-Ene-2025. <https://doi.org/10.35366/114862>.
- Peng L, Kang H, Chang H, Sun Y, Zhao Y, Zhao H. The ratio of parasternal intercostal muscle-thickening fraction-to-diaphragm thickening fraction for predicting weaning failure. *J Crit Care*. 2024;83:154847. Available in: <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088394412400334>*<https://doi.org/10.1016/j.jccr.2024.154847>
- Dres M, Dubé BP, Goligher E, Vorona S, Demiri S, Morawiec E, Mayaux J, Brochard L, Similowski T, Demoule A. Usefulness of parasternal intercostal muscle ultrasound during weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology*. 2020;132(5):1114-1125. doi: 10.1097/ALN.0000000000003191.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Financiamiento: ninguno.

Correspondencia:

Juan Manuel Celestino López

E-mail: jmanuelcelestinol@gmail.com