



# Fracción de engrosamiento de músculos paraesternales intercostales y engrosamiento diafragmático como predictores de fracaso de la prueba de ventilación espontánea

Diaphragmatic shortening fraction and parasternal intercostal shortening fraction as predictors of a successful or failed spontaneous breathing trial

*Fração de espessamento de músculos paraesternais intercostais e espessamento diafragmático como preditores de falha no teste de ventilação espontânea*

Alejandra Estefanía Reyes Vidal,\* Santa López Márquez,\* Erick Rolando Vidal Andrade,\* Ulises W Cerón Díaz\*

## RESUMEN

**Introducción:** en los pacientes críticos con falla respiratoria que requieren ventilación mecánica se ha descrito el daño muscular diafragmático que condiciona fracaso de la desconexión del ventilador. Durante la ventilación mecánica se ejerce un efecto de reclutamiento de la musculatura accesoria. El ultrasonido es un método de bajo costo y fácilmente reproducible, que se puede utilizar para evaluar la actividad del diafragma y la musculatura accesoria para predecir el riesgo de fracaso de la desconexión de la ventilación.

**Objetivo:** determinar el valor predictivo de la fracción de engrosamiento diafragmático (Tfdi) y paraesternal intercostal (Tfic) para el fracaso o éxito de la prueba de ventilación espontánea (PVE).

**Material y métodos:** estudio transversal, observacional, prospectivo en pacientes mayores de 18 años bajo ventilación mecánica invasiva en quienes se realizó PVE y se realizó la medición de fracción de Tfdi y Tfic mediante ultrasonografía.

**Resultados:** se reclutaron 32 pacientes, con PVE exitosa en 93.7%, la mediana de horas de ventilación mecánica fue de 90.5 horas (IQR 40.7-164.2). Se encontró una mediana de Tfic de 7.54% (IQR 3.8-9.3). La mediana de Tfdi fue de 32.7% (IQR 24.1-40.9). La correlación entre la Tfdi y la Tfic fue nula ( $r = 0.076$ ). Se identificaron cuatro grupos de pacientes con distintos patrones de engrosamiento intercostal y diafragmático. Se encontró una correlación negativa entre la fracción de engrosamiento diafragmático y el índice de masa corporal ( $r = 0.32$ ), y una correlación positiva baja entre horas de ventilación mecánica y la fracción de engrosamiento intercostal ( $r = 0.28$ ). No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes con PVE exitosa y fallida, tanto para la Tfdi ( $p = 0.52$ ) como para la Tfic ( $p = 0.79$ ).

**Conclusiones:** no podemos concluir respecto a la capacidad predictiva de éxito en la PVE del engrosamiento intercostal y diafragmático por la escasa cantidad de pacientes que fracasaron en la PVE. El análisis de la correlación entre fracciones de engrosamiento, sugiere cuatro grupos de pacientes, en los que ambas fracciones de engrosamiento identifican patrones distintos de reserva muscular respiratoria.

**Palabras clave:** prueba de ventilación espontánea, ventilación mecánica, ultrasonido, fracción de engrosamiento diafragmático, fracción de engrosamiento intercostal.

## ABSTRACT

**Introduction:** diaphragmatic muscle injury has been described in critically ill patients who require mechanical ventilation, as well as its effect on weaning failure. During this period of diaphragmatic dysfunction there is a recruitment effect on accessory muscles. Ultrasound is a low cost diagnostic tool, easily reproducible and can be used to assess diaphragmatic and accessory activity.

**Objective:** determine the predictive value of the diaphragmatic (Tfdi) and intercostal thickening fraction (Tfic) for the failure or success of the spontaneous breathing trial (SBT).

**Material and methods:** this is a transversal, observational and prospective trial in patients older than 18 years, requiring invasive mechanical ventilation, who were put on a SBT trial and in whom the Tfdi and Tfic were measured with ultrasound.

**Results:** thirty two patients were recruited, SBT was considered successful in 93.7%, the mechanical ventilation hours median was 90.5 hours (IQR 40.7-164.2). We found a median Tfic of 7.54% (IQR 3.8-9.3), and a Tfdi median of 32.7% (IQR 24.1-40.9). The correlation between the diaphragm shortening fraction and the parasternal intercostal fraction was null ( $r = 0.076$ ). We found four groups of patients with distinct diaphragmatic and intercostal shortening fraction patterns. A negative correlation between Tfdi and body mass index was found ( $r = 0.32$ ), and a positive correlation between mechanical ventilation duration and Tfic ( $r = 0.28$ ). We didn't find a statistically significant difference between patients who had a successful SBT and patients who failed, both for Tfdi ( $p = 0.52$ ) and Tfic ( $p = 0.79$ ).

**Conclusions:** we cannot make a conclusion about the predictive capacity of the diaphragmatic and intercostal shortening fractions on the SBT success. The correlation analysis between diaphragmatic and intercostal thickening fraction suggests four groups of patients, in which both shortening fractions identify different respiratory muscle reserve patterns.

**Keywords:** spontaneous breathing trial, mechanical ventilation, ultrasound, diaphragmatic thickening fraction, intercostal thickening fraction.

## RESUMO

**Introdução:** em pacientes em estado crítico com insuficiência respiratória que necessitam de ventilação mecânica, foi descrita lesão muscular diafragmática que causa falha na desconexão do ventilador. Durante a ventilação mecânica, é exercido um efeito de recrutamento nos músculos acessórios. A ultrassonografia é um método de baixo custo e facilmente reproduzível que pode ser utilizado para avaliar a atividade do diafragma e da musculatura acessória para prever o risco de falha no desmane ventilatório.

**Objetivo:** determinar o valor preditivo da fração de engrosamento diafragmático (Tfdi) e paraesternal intercostal (Tfic) para falha ou sucesso do teste de ventilação espontânea (TVE).

**Material e métodos:** estudo transversal, observacional e prospectivo em pacientes maiores de 18 anos sob ventilação mecânica invasiva nos quais foi realizada TVE e medida da fração Tfdi e Tfic por ultrassonografia.

**Resultados:** recrutaram-se 32 pacientes, com TVE bem sucedido em 93.7%, a mediana de horas de ventilação mecânica foi de 90.5 horas (IQR 40.7-164.2). Encontrou-se uma mediana de Tfic de 7.54% (IQR 3.8-9.3). A mediana de Tfdi foi de 32.7% (IQR 24.1-40.9). A correlação entre Tfdi e Tfic foi nula ( $r = 0.076$ ). Foram identificados quatro grupos de pacientes com diferentes padrões de engrosamento intercostal e diafragmático. Encontrou-se uma correlação negativa entre a fração de engrosamento diafragmático e o índice de massa corporal ( $r = 0.32$ ), e uma correlação positiva baixa entre horas de ventilação mecânica e a fração de engrosamento intercostal ( $r = 0.28$ ). Não encontrou-se diferença estatisticamente significativa entre pacientes com sucesso e falha no TVE, tanto para Tfdi ( $p = 0.52$ ) quanto para Tfic ( $p = 0.79$ ).

**Conclusões:** não podemos concluir quanto à capacidade preditiva de sucesso na TVE de engrosamento intercostal e diafragmático devido ao pequeno número de pacientes que falharam na TVE. A análise da correlação entre as frações de engrosamento sugere 4 grupos de pacientes, nos quais ambas as frações de engrosamento identificam diferentes padrões de reserva muscular respiratória.

**Palavras-chave:** teste de ventilação espontânea, ventilação mecânica, ultrassonografia, fração de engrosamento diafragmático, fração de engrosamento intercostal.

\* Hospital Español. México.

Recibido: 15/09/2023. Aceptado: 02/10/2023.

Citar como: Reyes VAE, López MS, Vidal AER, Cerón DUW. 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. <https://dx.doi.org/10.35366/114862>

## INTRODUCCIÓN

En las unidades de cuidados intensivos (UCI) la intubación orotraqueal y ventilación mecánica invasiva son procedimientos frecuentes en pacientes con falla respiratoria aguda. Una vez iniciados, y en tanto se resuelven los problemas de origen, se debe planear y realizar un adecuado protocolo de liberación de la ventilación mecánica. La ventilación mecánica prolongada se relaciona con mayor tiempo de estancia en la UCI y aumento en la mortalidad, especialmente en grupos de pacientes específicos como aquellos con antecedente de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).<sup>1</sup>

La adecuada función de la musculatura del sistema respiratorio dependerá de la carga impuesta en el sistema respiratorio, cualquier situación que condicione un desequilibrio en su función tendrá como consecuencia fatiga muscular y el desenlace será el fracaso respiratorio.<sup>2</sup> En pacientes con ventilación mecánica se producen diversos fenómenos que influyen en el desarrollo de disfunción diafragmática asociada a ventilación mecánica. Existen cuatro tipos de miotrauma: miotrauma por sobreassistencia ventilatoria, miotrauma por asistencia ventilatoria insuficiente, miotrauma excéntrico, miotrauma durante la inspiración.<sup>3</sup>

El proceso de liberación de la ventilación mecánica (weaning) es un proceso de vital importancia, que inicia desde la elección del paciente candidato a iniciar el protocolo hasta la decanulación y desconexión del ventilador mecánico. Tiene seis fases:<sup>4</sup> tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda, determinar que el paciente se encuentra en condiciones de iniciar destete, evaluación del paciente con pruebas fisiológicas, prueba de ventilación espontánea (PVE), extubación y reintubación.

Y de acuerdo al tiempo que tome el protocolo de destete se ha clasificado en: destete simple, destete difícil y destete prolongado.<sup>5</sup> El diafragma es el músculo principalmente responsable de la ventilación eficaz. Con valores de referencia de fracción de acortamiento diafragmático de 20 a 30%.<sup>6</sup>

En 2017, en el estudio prospectivo de Dres y colaboradores se observó que aquellos pacientes con ventilación prolongada, presencia de debilidad adquirida en terapia intensiva y disfunción diafragmática, tenían menores valores medidos de fracción de engrosamiento diafragmático y estimulación del nervio frénico.<sup>7</sup> En 2019, Goligher y colaboradores efectuaron un estudio prospectivo, donde se realizaba medición ultrasonográfica en conjunto con electromiografía diafragmática; reportaron que cambios tempranos en el grosor de diafragma tienen una correlación fuertemente positiva con prolongación de la ventilación mecánica, así como una asociación importante con el comportamiento de cambio del grosor diafragmático, ya fuera con disminución

o incrementos mayores a 10%, manteniéndose en valores estables en sujetos que tuvieron menor duración de la ventilación mecánica.<sup>8</sup> En 2021, en un estudio prospectivo realizado por Urner y colaboradores, se reportó que ni el riesgo de atrofia ni la contractilidad diafragmática podrían ser predichos con base en frecuencia respiratoria, parámetros de ventilación y otras variables clínicas, resaltando la importancia de la medición seria de grosor diafragmático.<sup>9</sup>

La evaluación de la musculatura intercostal puede ser de utilidad para determinar su contribución durante la asistencia ventilatoria, además de que uno de sus mayores atractivos es la relativa facilidad para obtener la ventana ultrasonográfica, y permite determinar si está presente el fenómeno de «reclutamiento». En condiciones normales, el grosor de estas estructuras no debe variar más de 10% durante la inspiración.<sup>10</sup>

En 2016, Dres y colaboradores realizaron un estudio de cohortes donde se estudió la correlación entre el engrosamiento diafragmático e intercostal. Se encontró que los pacientes con disfunción diafragmática tuvieron un mayor engrosamiento intercostal en comparación con los pacientes que no cursaron con disfunción diafragmática ( $p < 0.0001$ ).<sup>11</sup>

El estudio prospectivo publicado en 2019 por Umbrello y colaboradores tuvo como meta valorar si la medición de la presión esofágica (Pes) a la cabecera del paciente es un indicador confiable de los índices que se consideran estándares de oro de esfuerzo respiratorio y valorar los cambios en el grosor diafragmático y de músculos intercostales paraesternales y su correlación con dichos índices. La medición de la fracción de engrosamiento diafragmático mostró una correlación positiva con el producto de presión tiempo, al igual que en pacientes sin disfunción diafragmática, los valores de fracción de engrosamiento diafragmático fueron mayores de 20%, mientras que paraesternal intercostal fue menor al 10%, mostrando una correlación inversa en pacientes que presentaban disfunción diafragmática, demostrando que un porcentaje menor de acortamiento diafragmático se asocia a reclutamiento intercostal reflejado en valores mayores al 10%.<sup>12</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio transversal, observacional, prospectivo, realizado del 1 de marzo 2023 al 15 de agosto de 2023. Se realizaron mediciones por el investigador con experiencia en el uso de ultrasonido en pacientes bajo ventilación mecánica en quienes se realizó prueba de ventilación espontánea, realizándose mediciones de la fracción de engrosamiento intercostal y diafragmático. Los criterios de inclusión fueron: pacientes adultos mayores de 18 años, duración de la ventilación mecánica invasiva de más de 12 horas, sin efectos de sedación y analgesia profunda

y sin anomalías anatómicas conocidas. Los criterios de exclusión fueron: pacientes que tuvieran anormalidades anatómicas, ventilación mecánica con duración menor a 12 horas, patología neuromuscular previa al ingreso o aquellos en los cuales se firmó documento de limitación de esfuerzo terapéutico. Como criterio de eliminación se determinó aquellos con omisión de datos indispensables para el cálculo de la fracción de acortamiento muscular diafragmático e intercostal. Durante el proceso de evaluación de prueba de ventilación espontánea de al menos 30 minutos de duración con presión positiva al final de la espiración (PEEP) 1-5 cmH<sub>2</sub>O, presión soporte 5 a 8 cmH<sub>2</sub>O y fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) menor a 50%, se realizó medición ultrasonográfica del grosor diafragmático e intercostal paraesternal al final de la inspiración y al final de la espiración mediante los pasos siguientes con el equipo de ultrasonido:

1. Transductor lineal de 19-15 MHz.
2. Colocar 3 a 5 cm lateral al esternón orientado perpendicular al espacio intercostal entre la segunda y tercera costillas.
3. Identificar costillas con el signo de murciélagos.
4. Realizar la medición entre las capas profunda y la más superficial durante la inspiración y espiración.

Y se calculó la fracción de acortamiento con la fórmula:

Tfic: [(Tfins-Tfexp)/Tfexp] × 100. Valor de referencia: < 10%

Donde:

Tfic: fracción de engrosamiento intercostal.

Tfins: grosor al final de la inspiración.

Tfexp: grosor al final de la espiración.

Se realizó la medición de fracción de engrosamiento diafragmático mediante el abordaje intercostal con el paciente en decúbito supino, se posiciona la sonda en el octavo-noveno espacio intercostal a nivel de la línea medio-axilar; se identifica la zona de aposición del diafragma y calcula la fracción de acortamiento del diafragma con la siguiente fórmula:

Tfdi = [(Tdi,insp) – (Tdi,exp)/(Tdi,exp)] × 100. Valor de referencia: 20-30%

Donde:

Tfdi: fracción de engrosamiento diafragmático.

Tdi,insp: diámetro en inspiración.

Tdi,exp: diámetro en espiración.

Se tomaron datos demográficos como edad y sexo, diagnósticos principales, uso de relajantes neuromus-

culares, tiempo de sedación total. Se registraron los datos durante la prueba de ventilación espontánea de las mediciones ultrasonográficas en una hoja especialmente diseñada. Se registró si requirieron reintubación en las primeras 48 horas.

Los datos recolectados fueron ordenados y descritos en términos de estadística descriptiva, con determinación de mediana y rango intercuartílico. Se utilizaron pruebas de correlación y prueba U de Mann-Whitney para comparación de variables clínicas.

## RESULTADOS

Se reclutaron en este estudio 32 pacientes a los que se les realizaron las mediciones ultrasonográficas de grosor intercostal y diafragmático durante la prueba de ventilación espontánea. En la *Tabla 1* se muestran características demográficas y clínicas encontradas en los 32 pacientes.

En la *Figura 1* se observa la correlación entre la fracción de engrosamiento intercostal y fracción de engrosamiento diafragmático. En la *Figura 2* se muestra la correlación entre horas de ventilación mecánica y la fracción de engrosamiento intercostal, observándose una tendencia a que hay mayor engrosamiento intercostal con más horas de ventilación mecánica, siendo una correlación positiva baja.

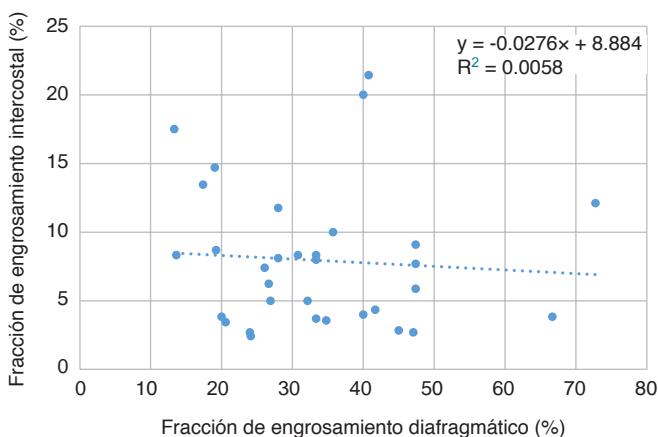
Se realizaron gráficos de caja por prueba U de Mann-Whitney, y desviación estándar y medias para evaluar la distribución de los datos. En la *Figura 3* se presenta el gráfico de cajas para el engrosamiento diafragmáti-

**Tabla 1: Características clínicas y demográficas de los pacientes (N = 32).**

Variable	Valor
Edad [años]	69 (61.6-74.7)
Sexo	
Masculino	20 (62.5%)
Femenino	12 (37.5%)
Estatura [cm]	164.5 (160.7-170)
Peso [kg]	74.5 (65.1-79.6)
Índice de masa corporal [kg/m <sup>2</sup> ]	26.26 (23.1-28.7)
PVE exitosa	30 (93.7%)
Extubación exitosa	22 (68.7%)
Reintubación	3 (9.37%)
Bloqueador neuromuscular	2 (6.25%)
Tiempo de sedoanalgesia total [h]	49.5 (36.2-79.2)
Horas de ventilación mecánica	90.5 (40.7-164.2)
Grosor inspiratorio intercostal [mm]	33 (26.7-38.2)
Grosor inspiratorio diafragmático [mm]	29.5 (24.7-36.2)
Fracción de engrosamiento intercostal [%]	7.54 (3.8-9.3)
Grosor inspiratorio diafragmático [mm]	29 (25-33.2)
Grosor inspiratorio diafragmático [mm]	23 (19-26)
Fracción de engrosamiento diafragmático [%]	32.7 (24.1-40.9)

PVE = prueba de ventilación espontánea.

El valor de cada variable se expresa en porcentaje para variables nominales, y en mediana y rango intercuartílico para las variables cuantitativas.



**Figura 1:** Gráfico de correlación entre fracción de engrosamiento diafragmático e intercostal (%).

co, encontrándose media de 30.5% en los que no fue exitosa la PVE, y una media de 35.2% para los que se consideró prueba exitosa, sin significancia estadística ( $p = 0.52$ ). En el gráfico de cajas para el engrosamiento intercostal; se puede observar una media de 7.9% para engrosamiento intercostal en los que no fue exitosa la PVE, y una media de 7.9% para los que se consideró prueba exitosa, sin significancia estadística ( $p = 0.79$ ).

## DISCUSIÓN

En este estudio se buscó la capacidad de predicción de la fracción de engrosamiento diafragmático e intercostal para el éxito o fracaso en la prueba de ventilación espontánea (PVE) en pacientes con ventilación mecánica. Debido a la escasa cantidad de pacientes que no pasaron la PVE, no podemos llegar a una conclusión. Sin embargo, el análisis de la correlación entre el engrosamiento de músculos diafragmáticos con los intercostales nos lleva a la consideración de que se pueden identificar cuatro grupos de pacientes: a) pacientes que tuvieron un gran incremento en la fracción de engrosamiento diafragmático y poco engrosamiento intercostal, representa a aquellos que tienen una función muscular diafragmática adecuada, b) pacientes con gran incremento en la fracción de engrosamiento diafragmático e intercostal, representa a aquellos que realizan respiración profunda activa, c) pacientes con poco engrosamiento diafragmático y gran engrosamiento intercostal, como lo observado en enfermos que tienen disfunción diafragmática y d) pacientes con poco engrosamiento diafragmático e intercostal, representado por pacientes en estado de sedación.

Existen otros factores que pueden influir en estos grupos. Los niveles de presión soporte y PEEP, pueden modificar la fracción de engrosamiento muscular del diafragma. En nuestra serie no evaluamos diferentes niveles de presión soporte o PEEP, lo cual podría ser un factor a

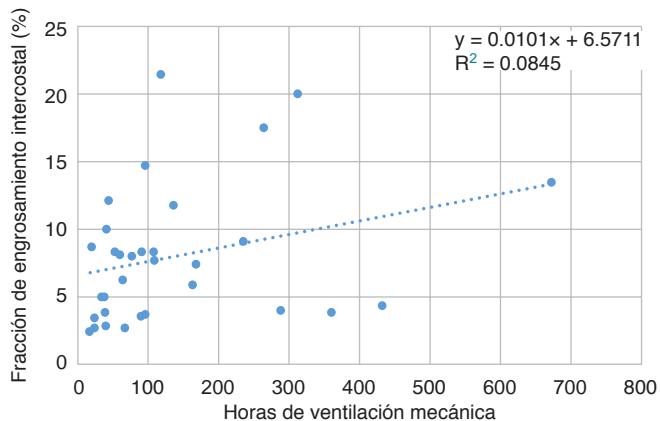
considerar en futuros estudios. No existe una especificación en los protocolos al momento de evaluar el esfuerzo ventilatorio durante la PVE, por lo cual, el esfuerzo del paciente en respiración activa puede modificar los engrosamientos musculares, en comparación con una respiración calmada (quiet breathing), factor que puede haber constituido un sesgo en nuestro estudio.

La prueba de Mann-Whitney demostró una media de fracción de engrosamiento intercostal de 7.9%, y no hubo diferencia significativa entre los pacientes del grupo de éxito en la PVE y los pacientes del grupo de fracaso en la PVE.

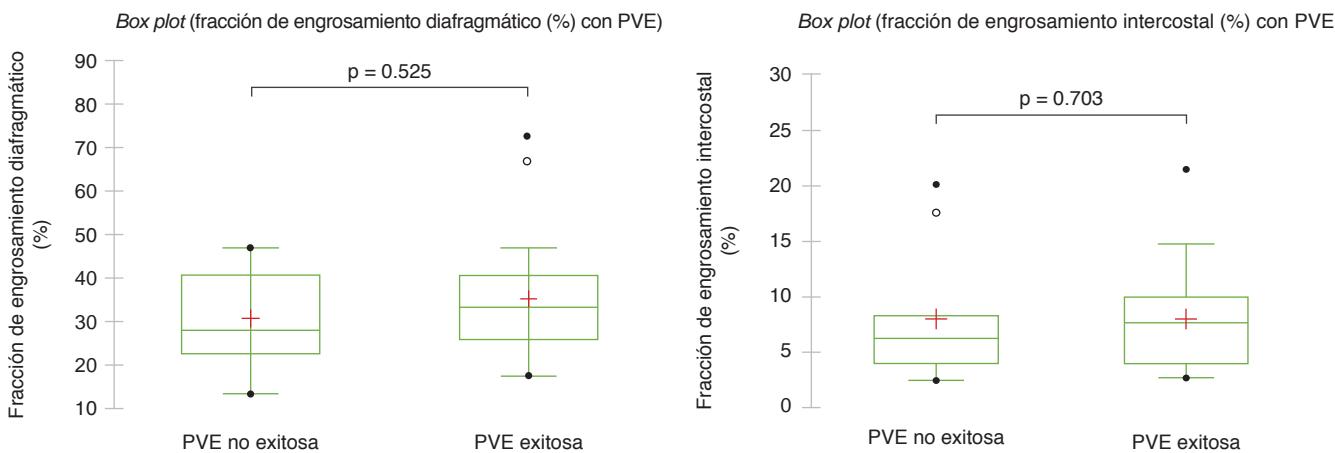
En nuestro estudio, encontramos una correlación débilmente positiva de que a mayor índice de masa corporal existe menor engrosamiento diafragmático, lo cual es consistente, al encontrarse diversas alteraciones anatómicas en pacientes con sobrepeso y obesidad, que predisponen a aplanamiento diafragmático y mayor limitación al desplazamiento de éste. Igualmente, se encontró una correlación débilmente positiva con mayor número de horas de ventilación mecánica y un incremento en el engrosamiento intercostal, lo cual corresponde a lo descrito en la literatura sobre el reclutamiento de la musculatura accesoria, al encontrarse algún grado de disfunción diafragmática.

Las limitaciones del estudio son el tamaño de la muestra que no permite un poder estadístico para determinar que los resultados pudieran revelar significancia estadística; las características demográficas y los desenlaces de nuestra población son diferentes a las reportadas en otros estudios.

Cabe mencionar que existen enfermedades respiratorias crónicas que pueden modificar la fracción de engrosamiento intercostal; en nuestro estudio se incluyeron pacientes con patología pulmonar crónica, lo cual pudo influir en los resultados. Otra limitación fue el dise-



**Figura 2:** Gráfico de correlación de engrosamiento intercostal (%) con horas de ventilación mecánica.



**Figura 3:** Gráfico de cajas de la fracción de engrosamiento diafragmático e intercostal (%) y el resultado de la prueba de ventilación espontánea (PVE).

ño del estudio, que no incluyó grupos de pacientes con variaciones en la PEEP o la presión soporte.

El estudio incluyó pacientes con tiempos de ventilación muy variables (17-360 horas, media de 49.5 horas). Esto pudo ser un factor determinante de los resultados. El 71% de pacientes tuvo menos de 72 horas de ventilación mecánica, lo cual podría explicar el grado de disfunción diafragmática y el reclutamiento potencial de los músculos intercostales.

Se requieren más estudios que incluyan mediciones con distintos niveles de PEEP y presión soporte, así como una muestra más grande para aumentar el poder estadístico de la investigación.

Dentro de las fortalezas del estudio, confirmamos la utilización del ultrasonido como una herramienta de bajo costo, fácilmente reproducible para evaluar a la cabecera del paciente la competencia muscular previo a la desconexión de la ventilación mecánica.

## CONCLUSIONES

No podemos llegar a una conclusión respecto a la capacidad predictiva de éxito en la PVE del engrosamiento intercostal y diafragmático por la escasa cantidad de pacientes que no superaron la PVE. El análisis de la correlación entre fracciones de engrosamiento sugiere cuatro grupos de pacientes en los que ambas fracciones de engrosamiento pudieran identificar patrones diferentes de reserva muscular respiratoria.

## REFERENCIAS

- Windisch W, Dellweg D, Geiseler J, Westhoff M, Pfeifer M, Suchi S, et al. Prolonged weaning from mechanical ventilation. *Dtsch Arztebl Int.* 2020;117(12):197-204.
- Shi ZH, Jonkman A, de Vries H, Jansen D, Ottenheijm C, Girbes A, et al. Expiratory muscle dysfunction in critically ill

patients: towards improved understanding. *Intensive Care Med.* 2019;45(8):1061-1071.

- Petrof BJ, Jaber S, Matecki S. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Curr Opin Crit Care.* 2010;16(1):19-25.
- Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29(5):1033-1056.
- Perren A, Brochard L. Managing the apparent and hidden difficulties of weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2013;39(11):1885-1895.
- Santana PV, Cardenas LZ, Albuquerque ALP. Diaphragm ultrasound in critically ill patients on mechanical ventilation-evolving concepts. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(6):1116.
- Dres M, Dubé BP, Mayaux J, Delemazure J, Reuter D, Brochard L, et al. Coexistence and impact of limb muscle and diaphragm weakness at time of liberation from mechanical ventilation in medical Intensive Care Unit patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(1):57-66.
- Goligher EC, Dres M, Fan E, Rubenfeld GD, Scales DC, Herridge MS, et al. Mechanical ventilation-induced diaphragm atrophy strongly impacts clinical outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018;197(2):204-213.
- Urner M, Mitsakakis N, Vorona S, Chen L, Sklar MC, Dres M, et al. Identifying subjects at risk for diaphragm atrophy during mechanical ventilation using routinely available clinical data. *Respir Care.* 2021;66(4):551-558.
- Formenti P, Umbrello M, Dres M, Chiumello D. Ultrasonographic assessment of parasternal intercostal muscles during mechanical ventilation. *Ann Intensive Care.* 2020;10(1):120.
- Dres M, Dubé BP, Goligher E, Vorona S, Demiri S, Morawiec E, et al. Usefulness of parasternal intercostal muscle ultrasound during weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology.* 2020;132:1114-1125.
- Umbrello M, Formenti P, Lusardi AC, Guanziroli 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.

**Patrocinios:** sin patrocinios.

**Conflictos de intereses:** no se declara ningún conflicto de intereses.

**Correspondencia:**

**Dra. Alejandra Estefanía Reyes Vidal**

**E-mail:** arv89x@gmail.com