

Estudio exploratorio, observacional de ecografía diafragmática durante la prueba de ventilación espontánea y luego de una hora de reconexión a ventilación mecánica, en pacientes adultos previo a su extubación

Exploratory, observational study of the use of diaphragmatic ultrasound during the spontaneous ventilation test and after one hour of reconnection to mechanical ventilation, in adult patients prior to extubation

Facundo Bianchini¹, Federico Melgarejo¹, Ignacio Brozzi¹, Mauro Del Bono¹, Alejandra Sosa¹, Federico Pérez¹, Adolfo Ramírez¹, Milagros Amedey¹, Romina Domínguez¹, Emanuel Di Salvo¹, Valeria Acevedo¹, Malena Loustau¹, Sebastián Chapela², Nora Sills¹, Carlos Bazzalo¹, Carlos Almirón¹, Emiliano Descotte²

RESUMEN

Introducción. La ventilación mecánica invasiva (VMI) es una terapia de soporte vital. Su prolongación se asocia a complicaciones tales como la debilidad muscular progresiva.

La prueba de ventilación espontánea en tubo en T (TT) previa a la extubación es una de las principales. Teniendo en cuenta la hipotrofia adquirida durante la VMI, algunos autores sugieren conectar 1 hora al ventilador previo a continuar con el procedimiento de desvinculación de la VMI.

Materiales y métodos. Estudio exploratorio, con el objetivo es describir la evolución de los valores medidos por ecografía diafragmática.

Resultados. Se reclutaron 11 pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos, que requirieron VMI por más de 48 horas cumpliendo criterios para ser puestos en TT previo a extubación. Se evaluaron como resultados primarios las variaciones en el tiempo de los valores encontrados en excursión diafragmática (ED) y fracción de acortamiento diafragmático (FAD), en los que no se observaron modificaciones de la ED derecha e izquierda, contrario a la FAD, que evidenció una tendencia a aumentar el trabajo diafragmático, beneficiándose del descanso en VMI, con deltas de ascenso y descenso similares, siendo estadísticamente significativo el descenso de la FAD derecho ($p < 0.05$). Se reportó 0 fallo de destete, sin modificaciones en el monitoreo vital.

Conclusión. Se observó que durante la prueba de TT el músculo diafragma aumenta su trabajo y se beneficiaría del descanso posterior en asistencia respiratoria mecánica siendo esta práctica bien tolerada por el paciente. Nuevos estudios con mayor número de pacientes son necesarios para confirmar estos resultados.

Palabras clave: ecografía, excursión diafragmática, fracción de acortamiento diafragmático, ventilación mecánica invasiva.

ABSTRACT

Introduction. Invasive Mechanical Ventilation (IMV) is a life support therapy. Its prolongation is associated to complications such as progressive muscle weakness.

The use of diaphragmatic ultrasound during spontaneous T-tube ventilation test prior to extubation is one of the main tests for evaluating diaphragmatic function. Considering the hypotrophy acquired during IMV, some authors suggest connecting for one hour to the ventilator before continuing with the IMV weaning procedure.

Materials and methods. Exploratory study, with the aim of describing the evolution of the values measured using diaphragmatic ultrasound.

Results. Eleven patients admitted to the Intensive Care Unit were recruited, who required IMV for more than 48 hours, and met the criteria for being placed in a T-tube prior to extubation. The primary results evaluated were the variations in time of the values found in diaphragmatic excursion (DI) and in diaphragmatic shortening fraction (DSF). No modifications of the right and of the left DI were observed, contrary to the DSF which showed a tendency to increase diaphragmatic work, benefiting from rest in IMV, with similar ascent and descent deltas, being statistically significant the decrease of the DSF ($p < 0.05$). Weaning failure was reported to be 0, with no changes in vital monitoring.

Conclusion. It was observed that during the TT test the diaphragm muscle increases its work and would benefit from later rest in mechanical respiratory assistance, being this practice well tolerated by the patient. Further studies, increasing the number of patients are needed to confirm these results.

Keywords: ultrasound, diaphragmatic excursion, diaphragmatic shortening fraction.

Fronteras en Medicina 2020;15(1):11-15. <https://DOI.org/10.31954/RFEM/202001/0013-0017>

1. Servicio de Kinesiología internados, Hospital Británico de Bs As.

2. Servicio de Terapia Intensiva, Hospital Británico de Bs As.

Correspondencia: Facundo Bianchini. Servicio de Kinesiología, Hospital Británico. Perdriel 74, C1280AEB CABA, Rep. Argentina.

Tel.: 4396400, facu.bianchini@hotmail.com

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 23/11/2019 | Aceptado: 06/12/2019

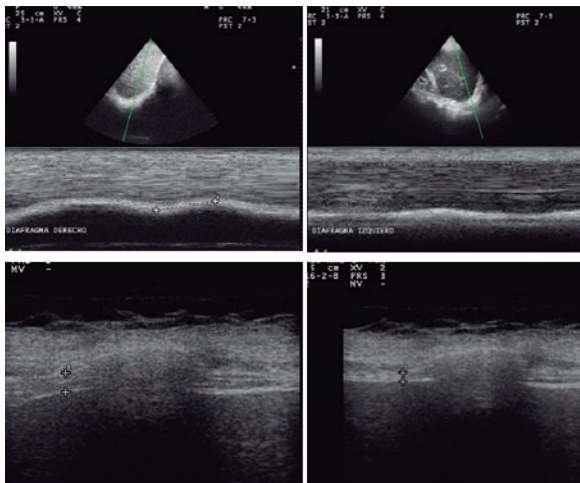


Figura 1: A y B) Excursión Diafragmática (Modo M). C y D) Fracción de acortamiento diafragmático (Modo B).

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica invasiva (VMI) es una terapia de soporte vital temporaria que se instaura con el objetivo de normalizar el intercambio gaseoso y mantener una adecuada ventilación alveolar en pacientes críticamente enfermos¹⁻¹². Dicha estrategia ventilatoria es necesaria para la sobrevida de los pacientes durante el tiempo que demande la resolución de la causa que llevó al paciente a la condición de insuficiencia respiratoria. Su prolongación se asocia a múltiples complicaciones, entre ellas la debilidad muscular progresiva, que altera el movimiento del diafragma, el músculo respiratorio más importante y necesario para mantener la ventilación pulmonar y asegurar la supervivencia².

Un estudio reciente que midió las características del diafragma con ultrasonido en pacientes en VMI encontró disminución de más del 10% en el grosor del músculo en casi la mitad de los pacientes durante la primera semana de VMI y significativa reducción de su actividad contráctil³. Stanford Levine et al., luego de analizar muestras de biopsia de espesor completo del diafragma en pacientes donadores de órganos, encontraron que la combinación de 18 a 69 horas de inactividad diafragmática durante períodos de VMI se asoció con atrofia marcada tanto de las fibras de contracción lenta como de contracción rápida del diafragma⁴.

Debido a esto y pese a los beneficios aportados, el objetivo del equipo tratante debe ser discontinuar el soporte ventilatorio en el mismo momento en que el paciente esté en condiciones de reasumir la respiración espontánea y la estrategia preferida, que aporta mayor seguridad para realizar la evaluación, es la prueba de respiración espontánea (PRE) en tubo en T (TT)⁵. Fernández MM et al., con el objetivo de prevenir la insuficiencia respiratoria en las primeras 48 horas posextubación debida a fatiga muscular y la necesidad de reintubación, sugieren en función de los resultados obtenidos reco-

Tabla 1. Características de la población estudiada.

Características	n=11 (100%)
Masculinos: n (%)	6 (54,5)
Edad: mediana (RIC)	69 (56-77)
Apache II: mediana (RIC)	19 (14-25)
Razón de VMI	
Shock séptico foco respiratorio: n (%)	5 (45,5)
Shock séptico foco abdominal: n (%)	3 (27,7)
Deterioro del sensorio: n (%)	2 (18,2)
Shock hemodinámico: n (%)	1 (9)
Reconexión a ARM: n (%)	11 (100)
Prueba TT: n (%)	11 (100)
Minutos de reconexión a ARM: n (%)	60 (100)
Días de VMI	4 (3-6)
Falla de weaning	0 (0%)
Signos vitales	
FR	
0 min	22 (18-26)
30 min.	22 (18-28)
90 min.	20(16-28)
FC	
0 min.	81 (14-99)
30 min.	90 (79-99)
90 min.	86 (78-100)
TA	
0 min.	122 (117-134)
30 min.	125 (120-139)
90 min.	122 (119-147)
SAT	
0 min.	98 (97-99)
30 min.	97 (95-99)
90 min.	97 (96-99)

nectar al ventilador durante 1 hora post-PRE a todos los pacientes que hayan requerido VMI por períodos de más de 24 horas^{6,7}.

Este trabajo, teniendo en cuenta la falta de evidencia fisiológica o biomecánica que sostenga los resultados obtenidos en el estudio de Fernández MM et al.⁶ y los beneficios aportados por la ultrasonografía diafragmática para la evaluación de la función muscular^{3,8,10,11}, tiene por objetivo encontrar en los resultados de las mediciones ecográficas de fracción de acortamiento diafragmático (FAD) y excursión diafragmática (ED), obtenidas de manera no invasiva, el sustento biomecánico necesario para llevar a cabo la reconexión durante 1 hora en la población seleccionada y registrar si hay relación entre los resultados encontrados con la incidencia de reintubaciones por insuficiencia respiratoria en las primeras 48 horas posextubación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Se realizó un estudio prospectivo exploratorio, observacional, el cual fue aprobado por el comité de revisión institucional del Hospital Británico de Buenos Aires.

Población estudiada

Los criterios de inclusión fueron pacientes adultos mayores de 18 años, con requerimiento de asistencia respiratoria mecánica invasiva por más de 48 horas, que es-

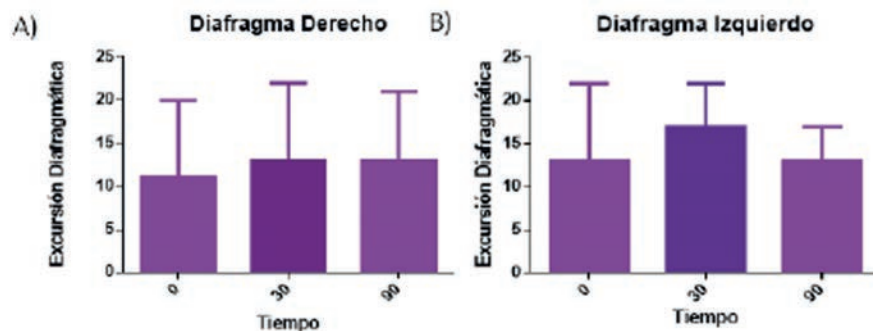


Figura 2. A) Excursión diafragmática derecha: 0 min: 11 (RIC: 9-20); 30 min: 13 (RIC: 9-22); 90 min: 13 (RIC: 9-21) ($p=0.773$). B) Excursión diafragmática izquierda. 0 min: 13 (RIC: 11-22); 30 min: 17 (RIC: 13-22); 90 min: 13 (RIC: 9-17) ($p=0.111$).

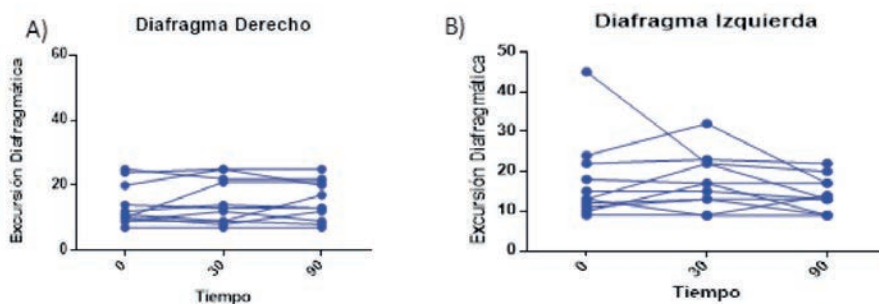


Figura 3. Determinaciones de excursión diafragmáticas por paciente a tiempos 0, 30 y 90 minutos.

taban en condiciones de realizar una PRE en TT, previa a desvinculación de la asistencia respiratoria mecánica (ARM).

Los criterios de exclusión incluyeron a pacientes que no tolerasen la PRE, aquellos en estado de excitación psicomotriz que imposibilitaba comenzar la prueba y posoperatorios de cirugías de tórax que alteraban la mecánica ventilatoria.

En base al análisis cuantitativo de la población en este estudio, se estimó que se incluirían 11 pacientes. Este valor fue estimado según una diferencia promedio esperada del 30% entre las mediciones, con un desvío estándar del 50% en el transcurso de agosto del 2018 y septiembre del 2019.

Procedimientos

Se solicitó la firma del consentimiento a los familiares luego de las 48 hs de VMI del paciente. Las mediciones de la función diafragmática se llevaron a cabo de ambos lados, derecho e izquierdo, en la región anterolateral del tórax (zona de aposición diafragmática) entre el 7mo y el 10mo espacio intercostal. Dicha zona fue delimitada con un marcador hipoalergénico y se utilizó un equipo

de ecografía *Esaote Mylab 40* con un transductor sectorial y otro lineal (de 4 a 12 MHz), en modo M y B según el requerimiento (**Figuras 1A y 1B**).

Las mediciones pertinentes se realizaron siempre en la PVE con TT, en tres momentos previos a la extubación (al comienzo de la PVE, a los 30 minutos y luego de 60 minutos de descanso del paciente, conectado a VMI, previo a extubación). Las reconexiones se realizaron en el modo previo a comenzar la prueba de TT, siendo siempre en presión de soporte ventilatorio. Como dato secundario, se registró el número de pacientes que requirieron reintubación luego del destete dentro de las primeras 48 hs. También se registraron datos demográficos, APACHE II, signos vitales, tiempo de prueba y tiempo de reconexión.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se describieron como porcentaje y las variables continuas como mediana y rango intercuartílico (RIC). Se utilizó *Graphpad Prism 7* y se calculó la significancia estadística mediante el análisis no paramétrico de ANOVA / *test* de Friedman de monitoreo vital, excursión y fracción de acortamiento diafragmático, evaluando su modificación y significancia en el tiempo.

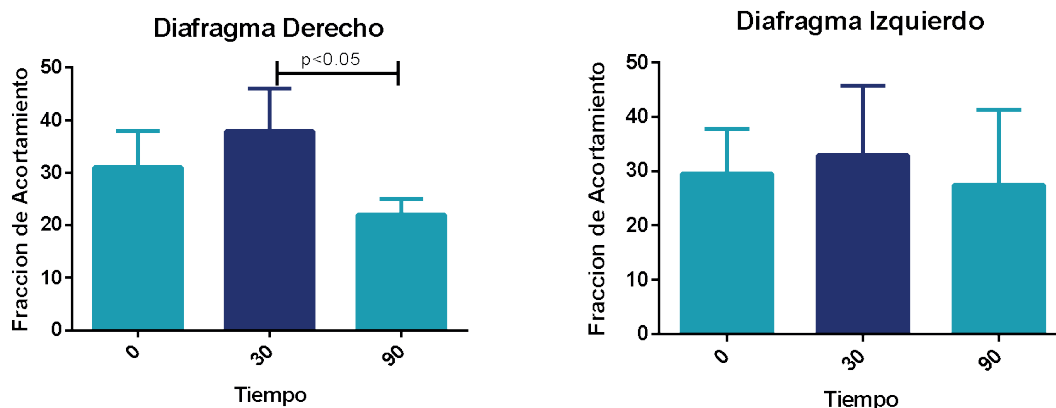


Figura 4. A) Fracción de acortamiento derecho. 0 min: 31 (RIC: 21-38); 30 min: 38 (RIC: 30-46); 90 min: 22 (RIC: 14-25) ($p=0.011$). B) Fracción de acortamiento izquierdo. 0 min: 29.5 (RIC: 20.75-37.75); 30 min: 33 (RIC: 30.50-45.75); 90 min: 27.50 (RIC: 21.75-41.75-25) ($p=0.224$).

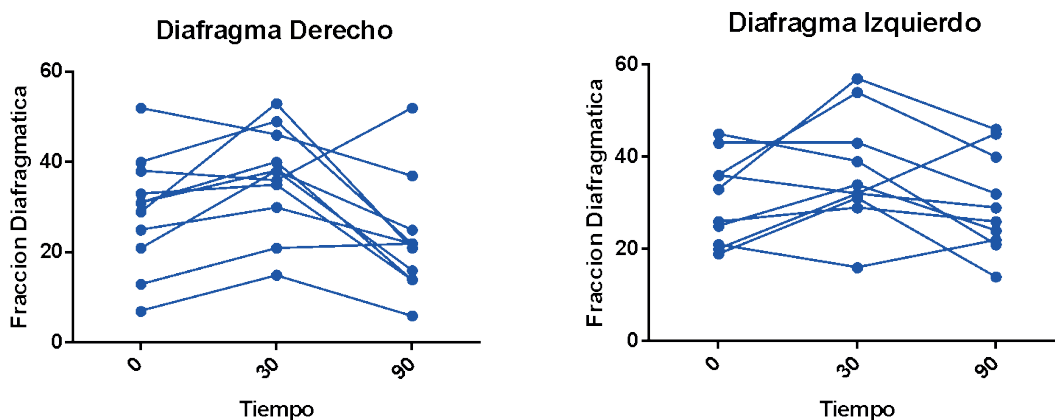


Figura 5: Determinaciones de fracción diafragmática por paciente a tiempos 0, 30 y 90 minutos.

RESULTADOS

Durante los meses de agosto de 2018 y septiembre de 2019 se reclutaron 11 pacientes quienes cumplían con los criterios de inclusión. Fueron reclutados dentro de la terapia intensiva del Hospital Británico de Buenos Aires. Dichos datos se muestran en la **Tabla 1**, en la que los pacientes tenían una mediana de edad de 69 (RIC: 56-77). La mayoría de los pacientes eran masculinos (54.5%).

La mayor causa de intubación y VMI fue el *shock séptico* a foco respiratorio (45.5%). Todos los pacientes incluidos cumplieron con el tiempo estimado de prueba de TT y toleraron los 60 minutos de reconexión a VMI. El monitoreo a lo largo del tiempo no mostró grandes variaciones en cuanto a los signos vitales. En relación con la ED derecha se vio que la mediana fue similar al inicio en contraste con los 30 minutos de prueba de TT, y también a los 90 minutos posdescanso en VMI; sin embargo, la ED izquierda mostró cierta tendencia a aumentar al final de la prueba de TT, pero sin ser estadísticamente significativa (**Figuras 2A y 2B**).

En un análisis individual de la ED se pudo ver una tendencia a no modificarse la medición en el tiempo salvo algunos casos aislados de diafragma derecho e izquierdo (DD y DI) con respecto a la excursión diafragmática (**Figuras 3A y 3B**).

En cuanto a la FAD, se evidenció un aumento entre el inicio de la prueba y a los 30 minutos en ambos hemidiafragmas, con una mediana de DD 19% (RIC: 7-30) a 27.75% (RIC: 15-37) y DI de 31% (RIC: 21-38) a 38% (RIC: 30-46). En ambos hemidiafragmas se notó un descenso de la FAD similar a su basal luego de la hora de reconexión a VMI, siendo solamente estadísticamente significativo en la FAD D a los 90 minutos (38 a 22%; $p<0.05$) (**Figuras 4A y 4B**). El análisis por paciente de la FAD muestra una tendencia de la mayoría de los casos a aumentar a los 30 minutos de TT del DD y DI, disminuyendo esta a sus parámetros basales luego de 60 minutos de descanso conectados a AVM (**Figura 5A y 5B**).

DISCUSIÓN

Los datos demográficos y motivos de ventilación mecánica invasiva de los pacientes de este trabajo se correlacionan con los de diversos estudios^{1,3,13}. El monitoreo

vital no mostró cambios significativos durante la prueba de TT, cumpliendo con los criterios de inclusión de nuestros pacientes.

En la **Figura 2** que evalúa las variaciones de las medianas en cuanto a la excursión diafragmática en el tiempo que no muestra diferencias, en cambio la fracción de acortamiento diafragmático, si se ve una tendencia al aumento de la mediana a los 30 minutos de prueba de TT, que en concordancia con el trabajo de Fernández MM justificaría de forma biomecánica como el músculo tiende a aumentar su trabajo en dicha circunstancia y se beneficiaría de los 60 minutos de descanso en ARM previo a su extubación⁶.

Nuestras limitaciones fueron que el operador fue siempre el mismo teniendo en cuenta que es una técnica operador dependiente y podrían existir diferencias, aunque la correlación descrita por los trabajos de

Dress et al. y Alain Boussuges et al. en mediciones interoperadores e intraoperador fue alta, y además hacer hincapié en el número de pacientes que fue el esperado pero que tal vez si se hubieran reclutado más pacientes los resultados serían más contundentes^{3,10}.

Como conclusión vimos que durante la prueba de TT en pacientes ventilados por más de 48 horas tienden a aumentar su esfuerzo y se benefician del descanso posterior en ARM, ya que esta prueba genera un aumento del trabajo respiratorio, aumentando el riesgo de fatiga diafragmática. Por otro lado, se podría hablar de los beneficios de ecografía, porque es un elemento de utilidad por su aplicación para la evaluación del paciente a la cabecera de la cama. También mencionar sobre la seguridad y buena tolerancia de la aplicación del descanso de 60 min de descanso bajo ARM en pacientes críticos es factible y barata.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vassilakopoulos T, Petrof BJ. Ventilator-induced Diaphragmatic Dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169(3):336-41.
2. Gayan-Ramirez G, Testelmans D, Maes K, et al. Intermittent spontaneous breathing protects the rat diaphragm from mechanical ventilation effects. *Crit Care Med* 2005;33(12):2804-9.
3. Dres M, Goligher EC, Dubé P, et al. Diaphragm function and weaning from mechanical ventilation: an ultrasound and phrenic nerve stimulation clinical study. *Intensive Care Med* 2018;8(1):53.
4. Levine S, Nguyen T, Taylor N, et al. Rapid Disuse Atrophy of Diaphragm Fibers in Mechanically Ventilated Humans. *N Engl J Med* 2008;358(13):1327-35.
5. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1995;332:345-50.
6. Fernandez MM, González-Castro A, Magret M, et al. Reconnection to mechanical ventilation for 1 h after a successful spontaneous breathing trial reduces reintubation in critically ill patients: a multicenter randomized controlled trial. *Intensive Care Med* 2017;43(11):1660-7.
7. Laghi F, Cattapan S, Jubran A, et al. Is Weaning Failure Caused by Low-Frequency Fatigue of the Diaphragm? *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167(2):120-7.
8. Jaber S, Petrof BJ, Basil J, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;83(3):364-71.
9. Frutos-Vivar F, Esteban A, Apezteguia C, et al. Outcome of reintubated patients after scheduled extubation. *J Critical Care* 2011;26(5):502-9.
10. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic Motion Studied by M-Mode Ultrasonography. *Chest* 2009;135(2):391-400.
11. Gerscovich EO, Cronan M, McGahan JP, Jain K, Jones CD, McDonald C. Ultrasonographic Evaluation of Diaphragmatic Motion. *Ultrasound Med* 2001;20(6):597-604.
12. Epstein S, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of Failed Extubation on the Outcome of Mechanical Ventilation. *Chest* 1997;112(1):186-92.
13. Goligher EC, Dres M, Fan E, et al. Mechanical Ventilation-induced Diaphragm Atrophy Strongly Impacts Clinical Outcomes. *Am J Respir Crit Care Med* 2018;197(2):204-13.