

Ecografía diafragmática. ¿En la cresta de la ola o pura espuma?

Diaphragmatic ultrasound. On the cutting edge or pure foam?

Fronteras en Medicina 2020;15(1):7-10. <https://DOI.org/10.31954/RFEM/202001/0009-0012>

Prediction is very difficult, especially about the future.
Niels Bohr, físico danés (1885-1962)

La visualización del diafragma con ultrasonido ha sido posible por más de 40 años. Sin embargo, solo recientemente la ecografía diafragmática se ha utilizado para su evaluación. Los aspectos de interés son: 1) diagnóstico de disfunción del diafragma, 2) predicción del éxito de la desvinculación de asistencia ventilatoria mecánica (AVM), 3) posibilidad de evaluar la carga respiratoria y 4) posibilidad de evaluar atrofia¹. En consonancia con estas áreas prioritarias, en este número, Bianchini et al. presentan un estudio exploratorio, observacional, en el que utilizan la ecografía diafragmática durante la prueba de ventilación espontánea y luego de 1 hora de reconexión a AVM, en pacientes adultos, previo a su extubación. Ellos estudiaron 11 pacientes que requirieron AVM por más de 48 horas y tenían criterios para ensayo de tubo en T (TT) previo a extubación.

Los resultados primarios fueron las variaciones en el tiempo de los valores de excursión diafragmática (ED) y fracción de acortamiento diafragmático (FAD). Los autores no hallaron cambios en la ED, a diferencia de la FAD que evidenció una tendencia a aumentar el trabajo diafragmático. De acuerdo a las **Figuras 1a y 1b**, no hubo cambios en la magnitud de la excursión diafragmática. Es tentador observar que a los 30 minutos nominalmente la excursión aumentó, pero dado número de casos y el notable grado de dispersión de la mediana, no fue posible hallar diferencias estadísticamente significativas. Un hecho que bien puede atribuirse a error de tipo II o beta (hallazgo negativo por n bajo) y que puede definirse con aumento del número de casos tal como los autores tienen planeado.

Ellos concluyeron que durante la prueba de TT el diafragma aumenta su trabajo y se beneficia del descanso posterior en AVM, siendo esta práctica bien tolerada por el paciente. Ellos consideran que este estudio piloto requiere más pacientes que seguramente aportarán datos más significativos y contundentes. En otros

términos, se trata de la búsqueda de validez externa luego de un estudio exploratorio y de la puesta a punto de diversas variables.

Los datos aportados por Bianchini et al. son excitantes. Los autores abordan complejos mecanismos fisiopatológicos e interacciones con una nueva técnica que está en la cresta de la ola tal como lo muestra la **Figura 1**. La técnica no está aún estandarizada, no obstante, tiene una potencial utilidad para estudiar disfunción diafragmática severa en la práctica clínica.

Bianchini et al. comentan la controvertida publicación de Fernández et al., un artículo que no deja de sorprenderme². De acuerdo al marco conceptual vigente sobre el tema, es difícil hallar explicaciones desde la fisiología y la biomecánica que justifiquen los resultados de Fernández. De hecho, es un artículo muy polémico que ha gene-

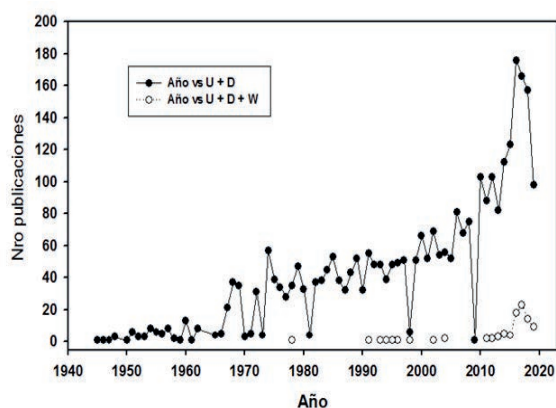


Figura 1. Número de publicaciones por año registradas en PubMed. U: ultrasonografía. D: diafragma. W: desvinculación. Por debajo del crecimiento exponencial del número de publicaciones con U+D (círculos negros), se observa un relativamente reciente y mucho menor número de publicaciones con U+D+W (círculos blancos).

rado no pocas cartas al Editor de la Revista *Intensive Care Medicine*, lo que me exige de comentarios. Baste mencionar acá (validez externa mediante), que el número necesario para tratar y evitar la reintubación a las 48 horas es de 4.3 pacientes. Seguramente ambos acordamos que es una aseveración intrépida sugerir que el diafragma se beneficiaría con 60 minutos de descanso en AVM previo a su extubación. La realidad no siempre se corresponde con nuestros deseos.

Los autores consideran una limitación la participación de un solo operador de ecografía. Sabemos que las mediciones interoperador e intraoperador reportadas son altas y bien puede pensarse que esa es una fortaleza para este tipo de estudios exploratorios - piloto (aunque no sería posible evitar el *bias* del operador). Con el diario del lunes y si hubieran intervenido varios operadores, la explicación sobre la ausencia de diferencias significativas podría derivar en que fueron varios operadores y están reportadas las diferencias entre ellos. Claramente, es preferible un solo operador experto para este tipo de estudios.

Entiendo que todos los pacientes estudiados fueron desvinculados exitosamente. Este hecho impide comparar éxito *vs.* fracaso. En una unidad de cuidados intensivos, la amplísima mayoría de los pacientes en AVM son desvinculados del ventilador en el primer intento, sin necesidad de mediciones funcionales. Afortunadamente, solo un grupo reducido fracasa y el espectro puede conducir a AVM prolongada y a largo plazo o crónica, un patrimonio de otras unidades de cuidados.

Los autores concluyen que durante la prueba de TT los pacientes ventilados por más de 48 horas tienden a aumentar su esfuerzo y se benefician del descanso posterior en AVM, ya que esta prueba genera un aumento del trabajo respiratorio, aumentando el riesgo de fatiga diafragmática. Este es el mensaje central del artículo de Bianchini et al.

Este Editorial tiene la intención, por un lado, de poner en perspectiva la complejidad inherente al proceso de desvinculación, tomar una posición sobre los métodos de evaluación del diafragma, revisar las publicaciones más recientes y mirar al futuro.

En primer lugar, si hay algo que es complejo son los mecanismos involucrados en el proceso de desvinculación de AVM. Los sistemas complejos están compuestos por varias partes interconectadas o entrelazadas cuyos vínculos crean información adicional no visible antes por el observador. Como resultado de las interacciones entre elementos, surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las características de los elementos aislados, estas son las propiedades emergentes³. El orden emergente de un sistema complejo (en este caso éxito o fracaso en la desvinculación) no es evidente, es muy difícil de predecir, como decía el físico danés Niels Bohr. El fracaso de los músculos respiratorios es una causa, ciertamente importante, de las múltiples causas involucradas tanto en el escenario de pacientes agudos como de crónicos⁴. ¿Es importante decidir si nuestro problema tiene las propiedades de un sistema complejo? Sí, porque esta categorización decidirá la metodología de análisis.

En segundo lugar, es necesario puntualizar que la cresta de la ola (esperemos que no sea pura espuma) en la que se halla la ecografía diafragmática puede impedir un hecho que lleva casi 50 años: la evaluación de los músculos respiratorios tiene diversos enfoques, no dicotómicos ni excluyentes. No hay un estudio mejor que otro, los enfoques son complementarios. El buen criterio clínico es el que dicta cuál elegir. En el ámbito de la investigación clínica, aliento fuertemente la utilización de varios métodos que permitan cotejar los nuevos métodos con otros ya consagrados y estandarizados. Veamos esto con algún detalle: 1) a diferencia de otras técnicas neurofisiológicas y de imágenes, la presión transdiafragmática (Pdi) máxima (Pdimáx) provee una medida objetiva de la presión desarrollada por el diafragma; su valor es proporcional a la fuerza generada por este. Si bien es un estudio invasivo y se requiere una cuidadosa atención a los detalles de la técnica para obtener mediciones confiables, la medición de la Pdimáx sigue siendo el patrón de oro de parálisis diafragmática bilateral, 2) la caída de la capacidad vital forzada (FVC) en decúbito dorsal es un indicador no invasivo de disfunción diafragmática. No se dispone aún de estudios que establezcan una relación entre la caída de la FVC (un dato numérico concreto) en decúbito dorsal con los hallazgos ecográficos 3) la ecografía diafragmática puede ser muy útil cuando se piensa en la posibilidad de parálisis diafragmática unilateral (al igual que la radiografía y la radioscopia y ciertos valores de caída de FVC en decúbito dorsal), pero 4) la ecografía es muy imprecisa si se la solicita por sospecha de parálisis bilateral (como ocurre con la radioscopia).

En tercer lugar, revisemos ahora algunos artículos. Conviene mencionar el de Mauricio Orozco-Levi et al. porque es muy demostrativo de lo que hace 10 años se conocía del tema: ellos concluían que la ecografía transtorácica del diafragma es un método no invasivo que ofrece resultados prometedores en la evaluación estructural y funcional (p. ej.: riesgo de fatiga) de dicho músculo. Estos hallazgos son de interés fisiopatológico y podrían ser de utilidad en el contexto asistencial clínico⁵. Poco después,

Vivier et al., del grupo de Brochard, sugirieron que la evaluación ecográfica del cambio de espesor del diafragma es un método no invasivo que puede resultar útil para evaluar la función diafragmática y su contribución a la carga de trabajo respiratorio en pacientes de la unidad de cuidados intensivos⁶.

En los últimos 5 años se han publicado en total cuatro metaanálisis y resúmenes sistemáticos sobre ecografía diafragmática y desvinculación⁷⁻¹⁰. Los cuatro estudios concluyeron que las respectivas medidas utilizadas (desplazamiento, espesor) pueden predecir extubación exitosa o falla en la desvinculación, con valores de 11-14 mm para la excursión y del 30-36% de la fracción de espesor.

Los tres metaanálisis son muy similares en cuanto a objetivos y resultados, pero tienen ligeras diferencias en los criterios de selección de los artículos (p. ej.: el idioma), criterios de fracaso de desvinculación y criterios de éxito. Los autores aceptan la heterogeneidad de los estudios analizados, las técnicas no fueron comparables (de sentado a acostado), las frecuencias del ecógrafo eran diferentes (3.5 a 10 MHz), había diferencias en la población de pacientes (edades, sexo), algunos artículos habían evaluado solo un hemidiafragma (el derecho es más sencillo).

Además de esto, un tema central es el momento de la medición durante el tiempo de TT. Se describen mediciones intermitentes a intervalos regulares (en general cada 30 minutos) y obviamente antes de la extubación, y también un registro continuo, con el transductor fijo emplazado en un dispositivo adosado a la piel, con el objeto de ver cambios evolutivos en tiempo real.

El metaanálisis de Llamas-Álvarez concluye que la ecografía pulmonar y de diafragma puede ayudar a predecir el resultado de los intentos de desvinculación, pero su precisión puede variar según la subpoblación del paciente⁷. De manera similar, el metaanálisis de Li concluye que la ecografía diafragmática es una herramienta prometedora para predecir la reintubación dentro de las 48 horas posteriores a la extubación. Sin embargo, debido a la heterogeneidad entre los artículos incluidos, se requieren estudios a gran escala para confirmar nuestros hallazgos⁹. Qian et al. concluyen sobre un buen rendimiento diagnóstico para predecir los resultados del destete a pesar de las limitaciones incluidas, la alta heterogeneidad entre los estudios, y mencionan la alta heterogeneidad y bajo número de pacientes de los estudios en la interpretación de los resultados¹⁰. Como se ve, es muy difícil escapar de la complejidad³.

De todos los artículos posteriores a estos metaanálisis, conviene comentar el de J Spiesshoefer et al. Ellos se preguntaron si las presiones de contracción después de la estimulación magnética frénica y las raíces del nervio torácico inferior se pueden predecir de manera no invasiva mediante parámetros de ultrasonido del diafragma y pruebas volitivas de fuerza muscular respiratoria. Sus conclusiones fueron categóricas: “La respuesta de la Pdi y la presión gástrica al estímulo único no se pueden predecir a partir de medidas volitivas de la fuerza muscular respiratoria, el registro del potencial de acción compuesto del diafragma y el abdomen, o la ecografía del diafragma. El registro invasivo de las presiones esofágicas y gástricas después de la estimulación del nervio frénico sigue siendo indispensable para la evaluación objetiva de la fuerza muscular respiratoria”¹¹. Nuevamente, los métodos de evaluación son complementarios y no excluyentes.

El artículo de Spiesshoefer es un tanto desalentador para quienes como este editor intentan relacionar los métodos entre sí pero sin perder la visión de lo complementario y sin escapar de la complejidad inherente al tema. ¿Qué relación hay entre la velocidad de relajación del diafragma por ecografía y por estímulo único en el cuello? o ¿qué relación hay entre la paradoja abdominal (pletismografía de inductancia *Resptrace*) y del diafragma (balón intraesofágico e intragástrico) y los parámetros ecográficos?^{11,12} ¿Son pertinentes estas preguntas? ¿hay que estudiar esto? Sí, hay que estudiar esto porque no se conocen las respuestas y porque pueden tener implicancias clínicas.

Y en cuarto lugar, revisemos los nuevos enfoques de la ecografía diafragmática y la combinación con otras técnicas diagnósticas: la ecografía diafragmática y el ecocardiograma pueden ayudar a explorar las causas cardiológicas de fracaso en la desvinculación; la aireación del parénquima pulmonar también puede ser evaluada simultáneamente. Se están desarrollando trabajos que comparan los índices ecográficos del diafragma con la respiración rápida y superficial (índice de Tobin)¹. La velocidad de acortamiento del diafragma (delta acortamiento en mm / delta tiempo), un índice de su estado contráctil, es un índice precoz de fatiga que se enlentece antes de la caída de la presión o la excursión. Requiere una técnica muy cuidadosa y transductor fijo, registro continuo y un programa que analice los cambios en tiempo real. La velocidad de relajación (al otro lado de la curva de velocidad de ascenso), un índice precoz de fatiga muscular, no ha sido suficientemente explorada. No se dispone aún de parámetros ecográficos que puedan predecir la necesidad de ventilación mecánica no invasiva previo a la extubación.

Como suele ocurrir con todo método diagnóstico nuevo, es posible identificar un período de auge (cresta de la ola), en parte generado por el genuino entusiasmo y esperanza de los profesionales ante algo nuevo que se espera sea mejor de lo ya vigente. Luego tiene lugar el posicionamiento final del método. En todos

los casos hay que insistir en que los métodos de evaluación del diafragma son complementarios y no excluyentes. Las dificultades de estudiar un sistema complejo son evidentes. La exploración del diafragma mediante ecografía, junto con otros métodos diagnósticos, puede disminuir el grado de incertidumbre, no la complejidad.

Eduardo Luis De Vito

Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, Universidad de Buenos Aires, CABA. Centro del Parque, Cuidados Respiratorios, CABA, Rep. Argentina.
eldevito@gmail.com

BIBLIOGRAFÍA

1. Turton P, Alaidarous S, Welters I. A narrative review of diaphragm ultrasound to predict weaning from mechanical ventilation: where are we and where are we heading? *The Ultrasound Journal* 2019;11:2-7.
2. 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;43:1660-7.
3. De Vito EL. La Medicina "al borde del caos". Vida, entropía y complejidad. *Medicina (B Aires)* 2016;76:45-54.
4. De Vito EL, Escobar M. Mecanismos asociados a la dependencia prolongada del ventilador mecánico. En: Setten M, Tiribelli N, Plotnikow G, Rodrigues La Moglie R, editor. Programa de Actualización en Kinesiología Intensivista (PROAKI). Editorial Médica Panamericana; p. 29-72.
5. Orozco-Levi M, Gayete A, Rodríguez C, et al. Non-invasive functional evaluation of the reserve in fatigue and the diaphragm structure using transthoracic echography in B and M modes. *Arch Bronconeumol* 2010;46:571-9.
6. Vivier E, Mekontso Dessap A, Dimassi S, et al. Diaphragm ultrasonography to estimate the work of breathing during non-invasive ventilation. *Intensive Care Med* 2012;38:796-803.
7. Llamas-Álvarez AM, Tenza-Lozano EM, Latour-Pérez J. Diaphragm and Lung Ultrasound to Predict Weaning Outcome: Systematic Review and Meta-Analysis. *Chest* 2017;152:1140-50.
8. Zambon M, Greco M, Bocchino S, Cabrini L, Beccaria PF, Zangrillo A. Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound: a systematic review [Internet]. Vol. 43, *Intensive Care Medicine*. 2017. p. 29-38. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-016-4524-z>.
9. Li C, Li X, Han H, Cui H, Wang G, Wang Z. Diaphragmatic ultrasonography for predicting ventilator weaning: A meta-analysis. *Medicine* 2018;97(22):e10968.
10. Qian Z, Yang M, Li L, Chen Y. Ultrasound assessment of diaphragmatic dysfunction as a predictor of weaning outcome from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2018;8(9):e021189.
11. Spiesshoefer J, Henke C, Herkenrath SD, et al. Noninvasive Prediction of Twitch Transdiaphragmatic Pressure: Insights from Spirometry, Diaphragm Ultrasound, and Phrenic Nerve Stimulation Studies. *Respiration* 2019;98:301-11.
12. De Vito EL, Grassino A. Respiratory Muscle Fatigue: Rationale for Diagnostic Test. In: Roussos C, editor. *The Thorax Part C: Disease Diagnosis*. 270 Madison Avenue, NY, Marcel y Dekker, Inc.; 1995. p. 1857-79. (Second Edition).