



# La musculatura espiratoria en el paciente crítico. Más allá de la tos

## Expiratory muscles in critically ill patient. Beyond cough

David Lozada Paquini,\* Miguel Ángel Martínez Camacho\*,‡

**Citar como:** Lozada PD, Martínez CMÁ. La musculatura espiratoria en el paciente crítico. Más allá de la tos. Acta Med GA. 2023; 21 (3): 258-261. <https://dx.doi.org/10.35366/111349>

### Resumen

Los músculos espiratorios desempeñan una función muy importante en el paciente crítico. La faja abdominal participa en el mecanismo de la tos, además de ser fundamental para el mantenimiento de la postura vertical y tiene especial relevancia para generar una ventaja biomecánica al diafragma. Se deben incluir los músculos espiratorios como parte de la evaluación funcional del paciente crítico más allá de la tos.

**Palabras clave:** músculos espiratorios, músculos abdominales, paciente crítico, fisioterapia.

### Abstract

The expiratory muscles play a very important role in the critically ill patient. The abdominal muscles participate in the coughing mechanism; they are also essential for maintaining the vertical posture and generate a biomechanical advantage to the diaphragm. The expiratory muscles should be included as part of the functional evaluation of the critically ill patient beyond cough.

**Keywords:** expiratory muscles, abdominal muscles, critically ill patient, physiotherapy.

## INTRODUCCIÓN

En el paciente críticamente enfermo se le ha dado especial importancia a la evaluación de los músculos respiratorios, sobre todo durante la ventilación mecánica invasiva (VMI). El proceso de la ventilación se divide en dos fases: la fase inspiratoria se caracteriza por la contracción muscular, principalmente del diafragma en condiciones basales; por otro lado, la fase espiratoria suele ser pasiva, dependiendo mayoritariamente de la retracción del pulmón y la pared torácica. La evaluación de la presión inspiratoria máxima y la ecografía diafragmática (fracción de engrosamiento y excursión) son parte de los parámetros a tomar en cuenta

en el proceso de desvinculación de la VMI, lo cual lo vuelve una práctica común en la mayoría de las unidades de cuidados intensivos (UCI). Sin embargo, pocas evaluaciones se enfocan en los músculos espiratorios.

Los músculos espiratorios tienen una función importante durante diferentes procesos como es la espiración forzada, la tos y el control postural. La faja abdominal tiene especial relevancia en todos estos procesos. El relacionar los músculos espiratorios, principalmente los abdominales, únicamente con la función de la tos es simplista y errónea. Desde un punto de vista funcional global, los músculos abdominales adquieren una mayor relevancia como se expondrá a continuación.

[www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)

\* Licenciatura en Fisioterapia, Universidad Autónoma de Querétaro. México.

‡ Unidad de Cuidados Intensivos Reconvertida, Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga". Ciudad de México. ORCID: 0000-0001-5088-4666.

### Correspondencia:

Miguel Ángel Martínez Camacho  
Correo electrónico: [lftmiguelangelmtz@gmail.com](mailto:lftmiguelangelmtz@gmail.com)

Aceptado: 20-06-2022.



## ANATOMÍA Y FUNCIÓN DE LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS

Los músculos espiratorios se encuentran en la pared abdominal, conformados por el transverso del abdomen, oblicuo interno y externo, además del recto abdominal (*Figura 1*). De manera secundaria puede haber participación de algunos músculos de la caja torácica.

La activación de los músculos espiratorios tiene gran importancia en el funcionamiento de los músculos inspiratorios. Los músculos espiratorios se reclutan de manera jerárquica cuando aumenta la carga inspiratoria, por ejemplo: al ejercicio, baja distensibilidad del sistema respiratorio como en el caso del síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) o incluso con la presión positiva al final de la espiración (PEEP).<sup>1</sup> Cuando los músculos espiratorios se contraen, aumenta la presión abdominal disminuyendo la presión transpulmonar. De tal forma, esta presión mueve al diafragma de manera craneal y facilita una inspiración más fuerte debido a una ventaja biomecánica en la tensión muscular de éste. La energía elástica para la contracción del diafragma es otra forma en la que intervienen los músculos espiratorios para mejorar la inspiración. Esta energía se almacena en el sistema respiratorio cuando el volumen pulmonar al final de la espiración cae por debajo de la capacidad residual funcional, facilitando la inspiración.<sup>2</sup>

Los músculos espiratorios cumplen una función de protección pulmonar debido a mecanismos propioceptivos y vágales sobre los músculos de la faja abdominal para contraerse cuando aumenta el volumen pulmonar final de la espiración, limitando así la tensión pulmonar alta. Por otra parte, los músculos abdominales son cruciales para una buena dinámica de la tos y de protección de las vías aéreas. La tos consta de cuatro fases principales, el llenado pulmonar, el cierre de la glotis, la contracción abdominal y la apertura de la glotis. En el paciente crítico este mecanismo se puede ver disminuido derivado de una alteración muscular como es la debilidad adquirida en la UCI (DAUCI), que afecta tanto a músculos inspiratorios como espiratorios.<sup>3</sup> Una mala mecánica de los músculos espiratorios puede traer como complicaciones neumonías, atelectasias y fallo en la extubación.

## LOS MÚSCULOS ABDOMINALES Y SU IMPACTO FUNCIONAL EN EL PACIENTE CRÍTICO

La funcionalidad en los pacientes que se encuentran en la UCI forma parte de uno de los retos que se tienen dentro de la terapia debido a la debilidad multifactorial que presentan en la enfermedad crítica.<sup>4</sup>

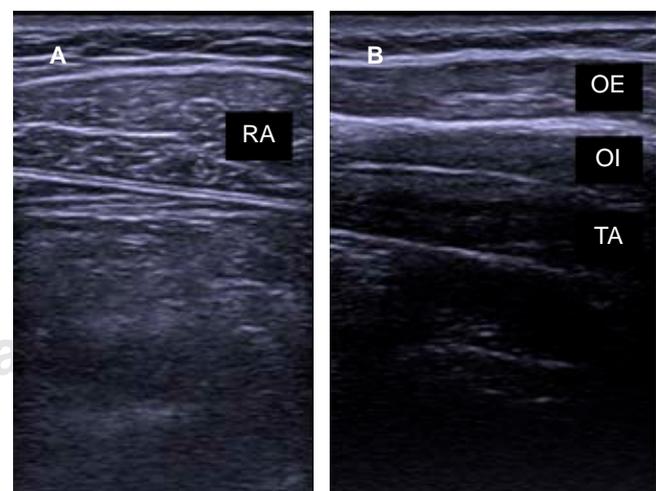
Los músculos de la faja abdominal tienen la capacidad de modificar su longitud de acuerdo al estímulo gravitatorio que se les exponga debido a los cambios de posición. Cabe mencionar que gran parte de la estabilidad del tronco depende de la faja abdominal, lo cual se vuelve crucial en la mayoría del movimiento del humano.

## ROL DE LOS MÚSCULOS ABDOMINALES EN LA SEDESTACIÓN ACTIVA

La sedestación involucra beneficios en la funcionalidad, como en la fuerza muscular de la faja abdominal. Si estos músculos se ven afectados por la debilidad, la estabilidad del tronco se perturba, impidiendo la sedestación activa. La activación de los músculos abdominales, específicamente el recto abdominal, el oblicuo interno y el oblicuo externo, junto con los músculos paravertebrales forman en conjunto la estabilidad del tronco en una posición neutral. Sin embargo, la funcionalidad del tronco en un paciente sentado está predispuesta a tener cambios de dirección de acuerdo con sus necesidades. Al momento de mover el tronco en dirección posterior, el recto del abdomen es el principal estabilizador del tronco. Mientras que el oblicuo interno y externo son los principales agonistas en direcciones posterolaterales izquierda o derecha.<sup>5</sup>

## ROL DE LOS MÚSCULOS ABDOMINALES EN LA BIPEDESTACIÓN ACTIVA

La bipedestación es uno de los objetivos funcionales que se busca en la rehabilitación del paciente crítico. La acti-



**Figura 1:** Ecografía muscular de la pared abdominal. **A)** Músculo recto abdominal (RA). **B)** Músculos: oblicuo externo (OE), oblicuo interno (OI) y transverso del abdomen (TA).

vación de los músculos abdominales en esta posición se da gracias a un efecto antigravitatorio en donde el contenido abdominal distiende estos músculos, provocando un reclutamiento de la faja abdominal, dándole estabilidad al cuerpo para mantener la posición en la línea media al estar en una posición vertical.

De igual manera, en la bipedestación el volumen espiratorio final cambia, debido a la contracción de la faja abdominal y por ende la disminución del compartimiento abdominal. De manera secundaria, la activación de la faja abdominal permite mayor movilidad del tórax, disminuyendo la carga inspiratoria de los músculos accesorios de la respiración.<sup>6</sup>

### ROL DE LOS MÚSCULOS ABDOMINALES EN LA MARCHA

La marcha es de los últimos objetivos funcionales a alcanzar en los pacientes críticos. Los músculos laterales de la faja abdominal como son el transversal del abdomen, el oblicuo externo y el oblicuo interno interactúan sinérgicamente al momento de caminar. Existe una activación tónica en cada fase de la marcha, el músculo transversal abdominal es el que predomina en esta función. La fase de oscilación inicial y oscilación final es donde se alcanza la mayor contracción en forma jerárquica de los músculos que son: transversal del abdomen, oblicuo externo y el oblicuo interno.<sup>7</sup>

A mayor velocidad de la marcha, mayor contracción tendrán los músculos laterales del abdomen.<sup>8</sup> Durante la marcha, los brazos ejercen un movimiento de balanceo para coordinar los pasos. La actividad del transversal del abdomen es fundamental para el movimiento rápido de los miembros superiores, ya que este estabiliza el tronco al momento de movilizar los brazos.<sup>9,10</sup>

### MÚSCULOS ESPIRATORIOS EN LA VENTILACIÓN MECÁNICA Y DESTETE

En la UCI la VMI es una herramienta importante para suplir la respiración del paciente cuando éste no puede llevarla a cabo por una enfermedad crítica. Se sabe que la ventilación mecánica genera cambios negativos para los músculos inspiratorios pudiendo aumentar los días de ventilación. Sin embargo, aún no ha sido bien caracterizado el impacto que la VMI tiene en los músculos espiratorios.

La disminución del engrosamiento de los músculos espiratorios por debajo de 15% en una semana se relaciona con mayores días de la VMI y mayor duración de la estancia hospitalaria. La inmovilidad prolongada, los bloqueadores neuromusculares y la PEEP pueden ser causantes de una deficiencia de los músculos espiratorios.

De las funciones de los músculos espiratorios mencionadas anteriormente, se destaca la de desarrollar una presión de tos eficaz para facilitar la expulsión de secreciones y protección de la vía aérea. Se necesita de buena fuerza muscular que induzca una velocidad de flujo óptima para la adecuada protección de las vías aéreas.

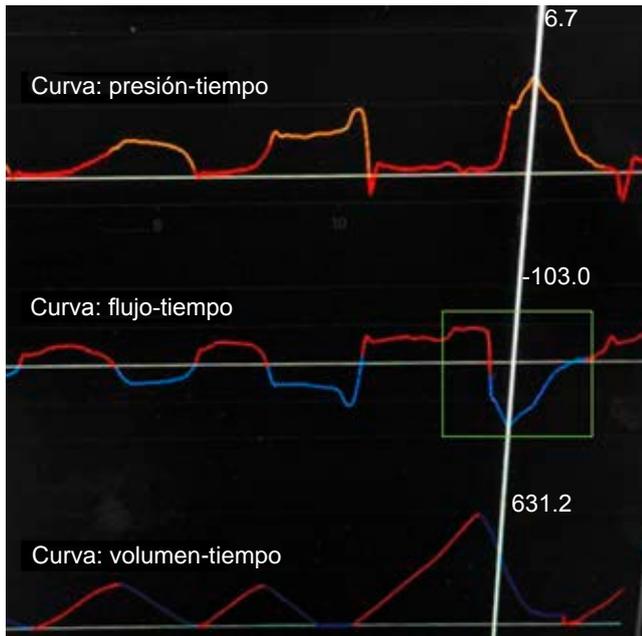
Uno de los predictores de éxito para la extubación que se centra en los músculos espiratorios es la prueba de tos-flujo, la cual nos sirve para garantizar la protección de la vía aérea por parte del paciente después de la extubación. La debilidad de los músculos espiratorios contribuye a un fallo en la extubación, sobre todo en pacientes con lesión del cordón cervical agudo o pacientes sometidos a una cirugía mayor de tórax o abdomen que se encuentran en la Unidad de Cuidados Intensivos.<sup>11</sup>

La debilidad de los músculos espiratorios es una de las causas de la tos inefectiva, dando como resultado una inadecuada protección de las vías aéreas, atelectasias o incluso disminución en la eficacia de la contracción del diafragma, aunque este último aún no es bien correlacionado con la debilidad espiratoria. Varios estudios han utilizado la presión espiratoria máxima (PEMAX) como herramienta para evaluar la fuerza de los músculos espiratorios durante el destete, teniendo en cuenta que aquéllos que marcaban entre 9 y 31 mmH<sub>2</sub>O fracasaban en el destete.

Varios estudios muestran el flujo máximo de tos (PCF) como una de las herramientas para evaluar la eficacia de la tos para el éxito de la extubación. Para esta evaluación se necesita la cooperación del paciente y un caudalímetro electrónico. Sin embargo, se correlaciona muy poco el PCF antes de la extubación con el PCF después de la extubación. Además, el punto de cohorte para tomarlo como predictor de éxito no es preciso, ya que varía en diferentes poblaciones de 35 a 60 L/min.<sup>12</sup> Para mayor accesibilidad, el flujo máximo de tos se puede medir con la gráfica de flujo-tiempo que tienen la mayoría de los ventiladores mecánicos actuales (Figura 2).

Jonne Doorduyn y colaboradores investigaron el esfuerzo de los músculos espiratorios a través de un catéter nasogástrico con electrodos y dos balones, midiendo así la presión esofágica, presión gástrica y actividad eléctrica del diafragma. Descubrieron que un reclutamiento de los músculos espiratorios de 24% del esfuerzo total de los músculos de la respiración durante la prueba de ventilación espontánea se asocia a una falla de la extubación. Es posible que la falla en la extubación sea debido al aumento de carga de los músculos inspiratorios y/o una disfunción diafragmática. Además de que un mayor reclutamiento de los músculos espiratorios puede aumentar el gasto energético de la respiración.<sup>2</sup>

La presencia del tubo endotraqueal y el cierre de la glotis limita el flujo y la presión que la tos genera dando resultados del PCF distintos antes y después de la extubación.<sup>13</sup>



**Figura 2:** Pico flujo de tos evaluado con el ventilador mecánico. Nota: se realiza una maniobra de tos voluntaria observándose un pico flujo de tos de -103 L/min.

El engrosamiento de los músculos espiratorios durante la prueba de ventilación espontánea en pacientes ventilados mecánicamente y durante la prueba de tos se asocia a un fallo en la extubación debido al aumento de la carga inspiratoria.<sup>14</sup> Sin embargo, aún faltan estudios que determinen un punto de cohorte para identificar qué porcentaje de engrosamiento se necesita para considerarlo un predictor de éxito para la extubación. Aun así, la evaluación ecográfica de los músculos espiratorios parece ser efectiva para la evaluación de estos músculos y su relación con la *weaning*.

### CONCLUSIÓN

Los músculos de la pared abdominal tienen funciones variadas desde una tos efectiva hasta la estabilidad postural.

Se necesitan más estudios realizados en casos críticos para profundizar en este tema. Parece adecuado incluir a los músculos espiratorios en la evaluación funcional rutinaria del paciente críticamente enfermo.

### REFERENCIAS

1. 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.
2. Doorduyn J, Roesthuis LH, Jansen D, van der Hoeven JG, van Hees HWH, Heunks LMA. Respiratory muscle effort during expiration in successful and failed weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology.* 2018; 129 (3): 490-501.
3. Pratter MR. Cough and the common cold: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2006; 129 (1 Suppl): 72S-74S.
4. Puthuchery ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA.* 2013; 310 (15): 1591-600.
5. Masani K, Sin VW, Vette AH, Thrasher TA, Kawashima N, Morris A et al. Postural reactions of the trunk muscles to multi-directional perturbations in sitting. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009; 24 (2): 176-182.
6. De Troyer A. Mechanical role of the abdominal muscles in relation to posture. *Respir Physiol.* 1983; 53 (3): 341-353.
7. Hu H, Meijer OG, Hodges PW, Bruijn SM, Strijers RL, Nanayakkara PW et al. Control of the lateral abdominal muscles during walking. *Hum Mov Sci.* 2012; 31 (4): 880-896.
8. Bruijn SM, Meijer OG, van Dieen JH, Kingma I, Lamoth CJ. Coordination of leg swing, thorax rotations, and pelvis rotations during gait: the organisation of total body angular momentum. *Gait Posture.* 2008; 27 (3): 455-462.
9. Kera T, Maruyama H. The effect of posture on respiratory activity of the abdominal muscles. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2005; 24 (4): 259-265.
10. Mesquita Montes A, Gouveia S, Crasto C, de Melo CA, Carvalho P, Santos R et al. Abdominal muscle activity during breathing in different postural sets in healthy subjects. *J Bodyw Mov Ther.* 2017; 21 (2): 354-361.
11. Wang ZY, Bai Y. Cough--another important factor in extubation readiness in critically ill patients. *Crit Care.* 2012; 16 (6): 461.
12. Beuret P, Roux C, Auclair A, Nourdine K, Kaaki M, Carton MJ. Interest of an objective evaluation of cough during weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2009; 35 (6): 1090-1093.
13. Terzi N, Lofaso F, Masson R, Beuret P, Normand H, Dumanowski E et al. Physiological predictors of respiratory and cough assistance needs after extubation. *Ann Intensive Care.* 2018; 8 (1): 18.
14. Schreiber AF, Bertoni M, Coiffard B, Fard S, Wong J, Reid WD et al. Abdominal muscle use during spontaneous breathing and cough in patients who are mechanically ventilated: a bi-center ultrasound study. *Chest.* 2021; 160 (4): 1316-1325.