

## Presiones y pico flujo tosido en la asistencia mecánica de la tos

### Pressures used and peak cough flow during mechanical cough assistance

Maria Victoria Herrero<sup>1,2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4046-5104>

<sup>1</sup>Unidad de Internación de Kinesiología. Hospital Interzonal General de Agudos “Petrona Villegas de Cordero”. San Fernando, Argentina.

<sup>2</sup>Servicio de Kinesiología. Clínica Zabala, Swiss Medical Group. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Correspondencia. Correo electrónico: [mvherrero@hotmail.com](mailto:mvherrero@hotmail.com)

#### RESUMEN

**Introducción:** En las personas con enfermedad neuromuscular, la incapacidad para toser y para generar flujos espiratorios adecuados constituye el principal limitante para mantener una adecuada salud del sistema respiratorio. La asistencia mecánica de la tos es un dispositivo que genera presión positiva y negativa en la vía aérea y simula una tos normal. Se realizó una revisión bibliográfica. Se incluyeron 9 estudios, con un total de 235 sujetos adultos con enfermedad neuromuscular.

**Objetivos:** Describir los valores de presiones de insuflación y exsuflación utilizados y su relación con los valores de pico flujo tosido.

**Desarrollo:** El 28 % era de género femenino y las edades estaban comprendidas entre 14 a 77 años. Las presiones utilizadas variaron entre los estudios, con valores que iban desde +15/ -15 cm H<sub>2</sub>O a los +40/ -40 cm H<sub>2</sub>O. Con respecto a los valores de pico flujo tosido, 7 estudios observaron incrementos estadísticamente significativos al aplicar la terapéutica. En estos estudios, para obtener un flujo espiratorio superior a 160 L/min se requirieron presiones de al menos -30/+30 cm H<sub>2</sub>O.

**Conclusiones:** Se requieren futuras investigaciones que permitan el desarrollo de un consenso respecto a aplicación de la asistencia mecánica de la tos en sujetos con enfermedad neuromuscular, así como

establecer criterios de selección de las presiones de insuflación y exsuflación a programar durante la terapéutica.

**Palabras clave:** enfermedad neuromuscular; insuflación; exsuflación; asistencia de la tos; debilidad tusígena; cuidados respiratorios.

## ABSTRACT

**Introduction:** In people with neuromuscular disease, the inability to cough and generate adequate expiratory flows is the main limitation to maintain adequate health of the respiratory system. The mechanical assistance of the cough is a device that generates positive and negative pressure in the airway, simulating a normal cough. 9 studies were included, with a total of 235 adult subjects with neuromuscular disease.

**Objectives:** Describe the values of insufflation and exsufflation pressures used and to describe their relationship with peak cough flow values.

**Development:** 28 % were female and the ages between 14 and 77 years old. The pressures used varied between the different studies, with values ranging from + 15 / -15 cm H<sub>2</sub>O to + 40 / -40 cm H<sub>2</sub>O.

According to the peak cough flow values, seven studies observed statistically significant increases when applying the therapy. In these studies, to obtain an expiratory flow greater than 160 L / min, at least -30 / + 30 cm H<sub>2</sub>O were required.

**Conclusions:** Future research is required to allow the development of a consensus regarding the application of mechanical cough assistance in subjects with neuromuscular disease, as well as establishing selection criteria for insufflation and exsufflation pressures to be programmed during therapy.

**Keywords:** Neuromuscular disease; in-exsufflator; cough assistance; cough weakness; respiratory care.

Recibido: 18/02/2019

Aprobado: 19/08/2019

## INTRODUCCIÓN

La tos es un mecanismo fisiológico complejo cuyo objetivo es expulsar sustancias inhaladas capturas por el sistema mucociliar, así como secreciones respiratorias asociadas o no a procesos infecciosos.<sup>(1)</sup> Su efectividad depende de una secuencia neural coordinada que involucra a los músculos inspiratorios, espiratorios y glóticos; distingue tres fases en el mecanismo de la tos: la fase inspiratoria, la compresiva y la fase espiratoria.<sup>(1,2)</sup>

Durante la fase inspiratoria se produce la abducción de la glotis seguida de la contracción del diafragma y músculos accesorios de la inspiración, con rápido ingreso de aire a los pulmones que puede variar desde el 50 % del volumen corriente hasta valores superiores al 50 % de la capacidad vital.<sup>(2)</sup> En la fase compresiva se produce aducción de la glotis con contracción de los músculos espiratorios, elevando la presión intratorácica hasta valores superiores a 300 cm H<sub>2</sub>O. Finalmente, en la fase espiratoria la glotis se abre de manera abrupta y, con la contracción de músculos espiratorios, se produce un pico flujo tosido espiratorio (PFT) que puede llegar a los 700 L/min.<sup>(1)</sup>

Existen enfermedades que pueden comprometer los mecanismos la tos. En las personas con debilidad muscular asociada a enfermedad neuromuscular (ENM), la incapacidad para toser y para generar flujos espiratorios adecuados constituye el principal limitante para mantener una adecuada salud del sistema respiratorio.<sup>(1)</sup> Esto predispone a complicaciones derivadas de la insuficiencia respiratoria y a mayor morbilidad y mortalidad asociadas, en las que las infecciones del sistema respiratorio constituyen la principal causa de admisión hospitalaria en las personas con ENM.<sup>(1,3)</sup>

Con respecto al PFT, se ha reportado que el valor mínimo necesario para lograr una óptima higiene de secreciones es de 160 L/min.<sup>(4)</sup> Cuando un paciente con ENM posee valores inferiores a 270 L/min se debe introducir algún método de asistencia tusígena que, aplicado según necesidad y habilidad de cada paciente, tendrá como objetivo aumentar el PFT asistiendo a los grupos musculares comprometidos.<sup>(1,5)</sup>

Cuando la debilidad involucra a los músculos inspiratorios puede aplicarse presión positiva en la vía aérea, mientras que los músculos espiratorios pueden asistirse mediante la compresión abdominal y torácica o con la aplicación de presión negativa en la vía aérea durante la fase espiratoria.<sup>(5)</sup>

En el caso de la presión positiva y negativa en la vía aérea, estas pueden aplicarse a través de la asistencia mecánica de la tos (AMT) o también llamada insuflación-exsuflación mecánica.<sup>(5)</sup> Este dispositivo simula una tos normal; asiste o sustituye dos de las tres fases de la tos.<sup>(6,7,8)</sup> Durante la fase inspiratoria genera presión positiva que permite insuflar los pulmones, seguida de un rápido pasaje a presión negativa durante la fase espiratoria, para remover el volumen de aire insuflado, con flujos espirados que permitan movilizar y remover las secreciones.<sup>(1,8,9,10,11)</sup>

El uso de la AMT ha demostrado ser seguro, y bien tolerado por los pacientes.<sup>(6,7,12)</sup> Su uso está relacionado con disminución de las tasas de neumonía en pacientes con ENM,<sup>(3,4,10,12)</sup> así como reducción de complicaciones y estadía hospitalaria durante la internación por insuficiencia respiratoria,<sup>(13,14,15,16,17)</sup> y aumenta la sobrevida.<sup>(3)</sup>

### **Asistencia mecánica de la tos, consideraciones técnicas**

Los dispositivos de AMT tienen la capacidad de generar presión positiva de hasta +60 cm H<sub>2</sub>O o +70 cm H<sub>2</sub>O seguida de un rápido pasaje a presión negativa hasta -60 cm H<sub>2</sub>O o -70 cm H<sub>2</sub>O. La conexión con el paciente se realiza mediante una interfaz, una tubuladura flexible y por recomendaciones del fabricante, debe colocarse un filtro bacteriano en el extremo proximal al equipo. Según el equipo utilizado, las fases de inhalación/exhalación pueden aplicarse a través de modo manual o automático y mediante un sensor de flujo, algunos modelos permiten conocer el valor de PFT de cada fase espiratoria y el volumen de aire entregado en la fase inspiratoria.<sup>(18,19,20)</sup>

Con respecto a la interfaz, puede utilizarse una interfaz nasal, máscara facial u oronasal, pieza bucal o inclusive a través de una vía aérea artificial.<sup>(5,8,9,21,22)</sup> En pacientes con traqueostomía y dependientes de ventilador, la AMT es efectiva en el *clearance* de secreciones e incluso, a veces mejor tolerada que la aspiración invasiva.<sup>(8,13,21,22,23)</sup>

Actualmente existe un grado de recomendación 1<sup>a</sup> para la aplicación de AMT en los pacientes con ENM que presenten menos de 270 L/min de PFT.<sup>(24)</sup> Sin embargo, se conoce poco respecto a los efectos que las presiones programadas puedan tener en las presiones alveolares, volúmenes pulmonares y flujos espirados,<sup>(25)</sup> mientras que las presiones óptimas a seleccionar para lograr adecuados pico flujo tosido no están establecidas.<sup>(26)</sup>

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases Medline, Scielo, Lilacs y Cochrane Library. Las palabras clave "insufflation-exsufflation", "airway secretion clearance", "cough assistance", "cough

assist", "in-exsufflation, "insufflator-exsufflator" y "neuromuscular disease" (y sus sinónimos en español) fueron utilizadas en combinación para la selección de los artículos. El resto de los artículos se obtuvo mediante la búsqueda de las referencias dentro los estudios seleccionados.

Se incluyeron estudios realizados en pacientes adultos con ENM que utilizaran AMT. Los autores debían reportar el valor o criterio de selección de las presiones de insuflación y exsuflación aplicadas así como el PFT obtenido con ellas. Los pacientes incluidos en los estudios debían encontrarse en un periodo estable de la enfermedad, con o sin requerimiento de asistencia ventilatoria mecánica no invasiva. Los trabajos podían estar escritos en español o en inglés, con acceso a texto completo.

Se excluyeron los trabajos realizados que incluían únicamente población pediátrica, en pacientes con vía aérea artificial, ventilación invasiva, trabajos de extubación o trabajos realizados en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.

La búsqueda inicial identificó 234 estudios que fueron revisados por título y resumen en una primera instancia y luego se evaluaron a texto completo aquellos considerados potencialmente incluibles. Finalmente 9 artículos cumplieron los criterios de selección establecidos para esta revisión.

Esta revisión bibliográfica se realizó con el objetivo de describir los valores de presiones de insuflación y exsuflación utilizados en la AMT en el tratamiento de debilidad tusígena en personas con ENM y describir la relación entre las presiones aplicadas y los valores de PFT reportados por los autores.

## DESARROLLO

En la tabla 1 pueden observarse los 9 artículos incluidos.<sup>(27,28,29,30,31,32,33,34,35)</sup> Los estudios fueron desarrollados en Reino Unido,<sup>(28,29,35)</sup> Estados Unidos,<sup>(27,30)</sup> Francia,<sup>(31,32)</sup> Corea,<sup>(33)</sup> España<sup>(34)</sup> y Portugal,<sup>(30)</sup> entre 1993 y 2016. Todos fueron estudios que realizaron análisis prospectivos y de corta duración (menores a dos días).

**Tabla 1 - Estudios incluidos**

Autor	Año	País	Diseño
<i>Bach</i> <sup>(27)</sup>	1993	EEUU	Observacional analítico
<i>Sivasothy</i> y otros <sup>(28)</sup>	2001	Reino Unido	Ensayo clínico aleatorizado
<i>Chatwin</i> y otros <sup>(29)</sup>	2003	Reino Unido	Ensayo clínico aleatorizado
<i>Mustfa</i> y otros <sup>(35)</sup>	2003	Reino Unido	Ensayo clínico aleatorizado
<i>Winck</i> y otros <sup>(30)</sup>	2004	Portugal y EEUU	Observacional analítico
<i>Senet</i> y otros <sup>(31)</sup>	2011	Francia	Observacional analítico
<i>Lacombe</i> y otros <sup>(32)</sup>	2014	Francia	Observacional analítico
<i>Kim</i> y otros <sup>(33)</sup>	2016	Corea	Ensayo clínico aleatorizado
<i>Sancho</i> y otros <sup>(34)</sup>	2016	España	Observacional analítico

Un estudio incluyó en su población a pacientes pediátricos<sup>(29)</sup> y debido a que los autores realizaron el análisis de manera diferenciada en pediátricos o adultos, permitió considerar los resultados de la población adulta incluida. Los estudios de *Sivasothy*<sup>(28)</sup> y *Wink*<sup>(30)</sup> incluyeron poblaciones mixtas con sujetos con ENM y EPOC<sup>(28,30)</sup> y otros estudios incluyeron en su análisis a sujetos sanos.<sup>(28,29,35)</sup>

Los estudios incluyeron un total de 282 sujetos adultos, de los cuales 235 tenían diagnóstico de ENM, con un 28 % de género femenino. Con respecto a la edad de los sujetos con enfermedad neuromuscular, *Mustfa* y otros<sup>(35)</sup> no brindan datos al respecto, y en el resto de los estudios los sujetos tenían edades comprendidas en un rango de 14 a 77 años.

Las enfermedades neuromusculares predominantes fueron esclerosis lateral amiotrófica (ELA) el 55,74 % (n= 131), distrofia muscular de Duchenne 16,17 % (n= 38), atrofia muscular espinal 9,79 % (n= 23) y poliomielitis 6,38 % (n= 15); lo cual determinó que estas 4 enfermedades correspondieran al 88 % de la muestra total. En la tabla 2 pueden observarse los datos demográficos de los sujetos con enfermedad neuromuscular, incluidos en cada uno de los estudios.

**Tabla 2** – Datos demográficos de los sujetos con enfermedad neuromuscular incluidos en cada estudio

Autor	Sujetos (n)	Sujetos con enfermedad neuromuscular (n)	Edad (años)	Género femenino (n)	Diagnóstico (n)
<i>Bach</i> <sup>(27)</sup>	21	21	45.7 ± 18 *	9	Polio 10; DMD 4; MG 1; ELA 1; LM 5
<i>Sivasothy y otros</i> <sup>(28)</sup>	29	12	Sin escoliosis: 63 (27-73) <sup>#</sup> ; Con escoliosis: 57(44-66) <sup>#</sup>	1	ELA 7; DMB 1; Polio 2; AME 1; DMD 1
<i>Chatwin y otros</i> <sup>(29)</sup>	25	14	31+_13 años*	6	DMC 1; DMD 3; Polio 3; AME 7
<i>Mustfa y otros</i> <sup>(35)</sup>	57	47	No Brinda Datos	15	ELA 47
<i>Winck y otros</i> <sup>(30)</sup>	29	20	29 (26- 49) <sup>#</sup>	7	ELA 13; Steinert 4; DMD 1; Otras 2
<i>Senet y otros</i> <sup>(31)</sup>	16	16	63 (57–68) <sup>#</sup>	4	ELA 16
<i>Lacombe y otros</i> <sup>(32)</sup>	18	18	32.77 ± 12.44*	5	DMD 9; DMB 1; Pompe 2; AME 2; DMC 1; SCG 2; Ulrich 1
<i>Kim y otros</i> <sup>(33)</sup>	40	40	20.9 ± 7.2*	3	DMD 20; AME 13; DP 5; MG 1; DMC 1
<i>Sancho y otros</i> <sup>(34)</sup>	47	47	68.2 ± 9.2*	16	ELA 47

Polio: Poliomielitis; DMD: Distrofia muscular de Duchenne; MG: Miastenia Gravis; ELA: Esclerosis Lateral Amiotrófica;

LM: Lesión

Medular; DMB: Distrofia muscular de Becker; AME: Atrofia Muscular Espinal; DMC: Distrofia muscular Congénita; SCG: Sarcoglicanopatía; DP: Distrofia muscular progresiva.

\* Media ± DS # Mediana (rango)

Los dispositivos utilizados por los autores fueron el Cof-Flator,<sup>(27)</sup> el In-Esxufflator de Emerson,<sup>(27,28,35)</sup> el Cough Assist de Emerson<sup>(29,30,32)</sup> y el Cough Assist de Respironics.<sup>(31,33,34)</sup> Siete estudios utilizaron máscara oronasal para aplicar la terapéutica,<sup>(27,28,29,31,30,34)</sup> en uno se reportó el uso de máscara facial total<sup>(35)</sup> y un autor no especificó la interfaz utilizada.<sup>(30)</sup>

### Presiones utilizadas

Las presiones utilizadas en la AMT variaron entre los distintos estudios. Por un lado, *Senet* y otros, *Lacombe* y otros, *Kim* y otros, y *Sancho* y otros, coincidieron en sus estudios, en las presiones aplicadas. Fueron de +40 cm H<sub>2</sub>O en insuflación y -40 cm H<sub>2</sub>O en exsuflación.<sup>(31,32,33,34)</sup> Por otro lado, *Wink* y otros utilizaron 3 rangos distintos: +15/ -15 cm H<sub>2</sub>O, +30/ -30 cm H<sub>2</sub>O y +40/ -40 cm H<sub>2</sub>O,<sup>(30)</sup> mientras que *Sivasothy* y otros, aplicaron una presión de insuflación de +20 cm H<sub>2</sub>O y una presión de exsuflación de -20 cm H<sub>2</sub>O.<sup>(28)</sup>

En tres estudios los autores no especificaron los valores de presiones empleados. *Bach* y *Mustfa* mencionan haber utilizado los máximos niveles tolerados por los pacientes,<sup>(27,35)</sup> mientras que *Chatwin* lo hizo según el confort referido por cada sujeto.<sup>(29)</sup>

### Pico flujo tosido

Todos los autores evaluaron los valores de PFT obtenido al aplicar AMT y los compararon con los valores durante la tos no asistida (TNOA) o al aplicar otras técnicas de asistencia. Hubo siete estudios que observaron incrementos estadísticamente significativos al aplicar AMT.<sup>(27,29,30,31,32,33,35)</sup>

En los estudios de *Bach*, *Mustfa* y *Senet* se comparó la TNOA, la tos con asistencia manual (TCAM) y la AMT. En el estudio de *Bach* se incluyeron sujetos dependientes de soporte ventilatorio no invasivo continuo con una media 22,3 horas/día de uso y con experiencia previa en el uso de la AMT. Los valores de pico flujo tosido generados al aplicar tos mecánica fueron mayores a los de la TNOA, con 108,6 ± 61,8 L/min con TNOA y 448,2 ± 61,2 L/min con AMT. (P< 0,0005).<sup>(27)</sup> *Mustfa* y otros desarrollaron un ensayo clínico que incluyó a personas con ELA. Con la AMT mecánica el PFT aumentó de manera significativa respecto al basal. En los sujetos con trastorno bulbar pasó de 178 ± 61 L/min a 212 ± 75 L/min (p< 0,05) y en los que no tenían compromiso bulbar pasó de 217 ± 84 L/min a 264 ± 73 L/min (p< 0,001).<sup>(35)</sup> *Senet* también estudió pacientes con ELA, y obtuvo resultados favorables con AMT, con valores que fueron de 84 L/min (35-118 L/min) a 488 L/min (243-605 L/min) (p= 0,0005). Al analizar los valores en pacientes con y sin compromiso bulbar, esta diferencia se mantuvo en ambos grupos.<sup>(31)</sup>



Por otro lado, *Chatwin* y otros adicionaron a la AMT la compresión tóraco-abdominal durante la fase espiratoria. Los valores basales sin asistencia fueron de 169 L/min (rango 129 a 209 L/min), alcanzaron valores de 297 L/min (246-350 L/min) ( $p < 0,001$ ). Esta autora concluye que la AMT tiene un rol fundamental en la prevención de complicaciones debido a la capacidad de incrementar el PFT en sujetos con ENM.<sup>(29)</sup> *Kim* también investigó la combinación de ambas técnicas al comparar 3 métodos: la máxima capacidad de insuflación combinada con TCAM, AMT, y la combinación de AMT y TCAM. En las técnicas que incluían AMT los valores de PFT fueron superiores a los basales, incrementando desde  $95,7 \pm 40,5$  L/min a  $177,2$  L/min  $\pm 33,9$  L/min con AMT y desde  $202,4$  L/min  $\pm 46,6$  L/min al combinar AMT y TCAM. ( $p < 0,01$ ).<sup>(33)</sup>

En el estudio de *Winck* se evaluó el efecto de distintas presiones de insuflación y exsuflación. Con valores de -40 cm H<sub>2</sub>O y +40 cm H<sub>2</sub>O el PFT aumentó de 180 L/min (150-275 L/min) a 220 L/min (190-300) L/min. ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, cuando las presiones programadas eran inferiores a 40 cm H<sub>2</sub>O, las diferencias no fueron significativas.<sup>(30)</sup>

*Lacombe* y otros observaron que a pesar que la AMT aumentaba los valores de PFT, al combinar presión positiva intermitente con asistencia manual los valores eran significativamente superiores a los de la tos mecánica. Los autores concluyen que la AMT puede ser un ineficiente y costoso método en los pacientes con ENM que puedan alcanzar altos PFT con métodos manuales.<sup>(32)</sup>

Por otro lado, *Sivasothy* y otros analizaron a la población según tuvieran o no escoliosis y observó que la AMT no fue efectiva en incrementar el PFT en ningún grupo. Sin embargo, al adicionar a la tos mecánica la compresión tóraco-abdominal en la fase espiratoria, los valores ascendieron significativamente en el subgrupo sin escoliosis, con una mediana de 104 L/min (42-188 L/min) basal alcanzando 248 L/min (110-343 L/min con compresión tóraco-abdominal) ( $p < 0,01$ ). En cambio, en el subgrupo de pacientes con escoliosis, dichas diferencias no fueron significativas. El autor concluye que las técnicas de asistencia tusígena estudiadas mejoran el PFT en los pacientes sin escoliosis pero que no son efectivas en los que la padecen.<sup>(28)</sup>

*Sancho* y otros fueron los únicos autores que utilizaron el último modelo de Cough Assist, el E70. El objetivo fue analizar si el uso del modo de oscilación de alta frecuencia y observó que la AMT con o sin oscilación no incremento el PFT con respecto al basal.<sup>(34)</sup>

Dos autores analizaron los resultados de los sujetos con ELA en 2 subgrupos en base a la existencia o no de compromiso bulbar. Los estudios de *Mustfa* y otros<sup>(35)</sup> y *Senet* y otros<sup>(31)</sup> suman un total de 63 sujetos con ELA, 30 de los cuales presentaban compromiso bulbar. En ambos estudios la AMT incrementó el PFT en todos los pacientes con ELA ( $p < 0,001$ ), y no observaron diferencias en los valores entre ambos subgrupos.

En estudios realizados en laboratorio se observó que las presiones de insuflación y exsuflación seleccionadas, relacionan de manera directamente proporcional con los flujos espiratorios y volúmenes pulmonares alcanzados. En estos estudios, para obtener un flujo espiratorio superior a 160 L/min se requieren presiones de insuflación/exsuflación de al menos -30/+30 cm H<sub>2</sub>O.<sup>(5,36)</sup> Sin embargo, otros autores consideran que dichos valores son insuficientes y que deben utilizarse presiones como mínimo de +40 cm H<sub>2</sub>O en insuflación y -40 cm H<sub>2</sub>O en exsuflación,<sup>(5)</sup> mientras que en presencia de restricción pulmonar relacionada con obesidad, pueden ser requeridas presiones de -60/+60 cm H<sub>2</sub>O.<sup>(36)</sup>

Si se tiene en cuenta que las presiones de insuflación y exsuflación se correlacionan linealmente con los flujos exhalatorios y que las características pulmonares y de vía aérea varían con cada persona, se debería considerar que todas las variables de la insuflación y exsuflación mecánica deban programarse de manera individual para cada paciente. Es por este motivo que *Gómez-Merino* recomienda que la presión de insuflación se seleccione hasta lograr la máxima expansión torácica visible o cuando que el sujeto refiera malestar; y la presión negativa programada sea aquella que logre exsufilar los pulmones hasta que el diámetro torácico se redujera rápidamente al mínimo posible y los pulmones estén libres de aire.<sup>(5)</sup>

En los artículos incluidos en esta revisión puede observarse que a excepción del Cof-Flator utilizado por *Bach*<sup>(27)</sup> se han utilizado dispositivos de AMT que pueden generar presiones de hasta -60/+60 y -70/+70 cm H<sub>2</sub>O.<sup>(19,20,37)</sup> Sin embargo ninguno de los autores que reportaron las presiones han utilizado valores inferiores a -40 cm H<sub>2</sub>O en exsuflación ni superiores a +40 cm H<sub>2</sub>O en insuflación.<sup>(28,30-34)</sup> Es importante destacar que ninguno de estos autores ha justificado el criterio de selección de dichos valores a pesar que, como se mencionó anteriormente, emplearon dispositivos que permiten aplicar presión superiores.

Por otro lado, parece paradójico que sean los mismos fabricantes los que recomienden utilizar presiones de +40 cm H<sub>2</sub>O/-40 cm H<sub>2</sub>O sin justificar el motivo, mientras que confeccionan dispositivos que pueden alcanzar presiones 30 cm H<sub>2</sub>O por encima de esos valores.<sup>(19,37,38)</sup>

Se cree que existen algunas complicaciones potenciales al utilizar presiones elevadas en la tos mecánica como el desarrollo de distensión abdominal, reflujo gastroesofágico, hemoptisis, malestar torácico o abdominal, alteraciones cardiovasculares y neumotórax.<sup>(11)</sup> Sin embargo, no existen estudios que reporten dichas complicaciones en pacientes con patologías neuromusculares.<sup>(41,42,39)</sup>

Para disminuir los riesgos, podrían aplicarse medidas preventivas que incluyen descansos entre los ciclos de aplicación, no administrar la terapia luego de la ingesta o ante presencia de reflujo gastroesofágico<sup>(42)</sup> y aplicar con cuidado en aquellos pacientes que presenten factores de riesgo de neumotórax.<sup>(38)</sup> *Andersen* y otros estudiaron sujetos sanos y observó mediante laringoscopia que a medida que se incrementan las presiones pueden desencadenarse mecanismos reflejos o procesos que conlleven alteraciones de la anatomía laríngea con la consecuente limitación del pico flujo tosido.<sup>(40)</sup> A pesar de los potenciales riesgos mencionados, en ninguno de los artículos que se han incluido en esta revisión se han reportado complicaciones o efectos adversos durante el uso de la asistencia mecánica de la tos.

### Limitaciones

Durante la realización de este trabajo existieron algunas limitaciones. De los 9 estudios incluidos, solo 4 son ensayos clínicos aleatorizados y 5 son estudios observacionales, por lo cual la heterogeneidad metodológica ha dificultado la agrupación y presentación de datos. En los diagnósticos de ENM incluidos por los autores, se encontró una gran diversidad de enfermedades. Hay que considerar que algunas tienen características particulares en relación a la debilidad tusígena y restricción respiratoria, por tanto los resultados de los estudios podrían estar sesgados al analizar resultados de variadas enfermedades en una única muestra. Finalmente, en algunos estudios los rangos etarios incluidos fueron muy extensos, con sujetos desde 14 a 77 años. Las ENM conllevan a una debilidad muscular y restricción progresiva, por lo que podrían observarse diferencias en los resultados obtenidos conforme a las distintas edades de los sujetos. Sin embargo, debido a la heterogeneidad etaria mencionada, no pudo realizarse un análisis al respecto.

Este estudio permitió observar que la AMT es una técnica útil y efectiva en personas con incapacidad tusígena asociada a ENM, mediante la cual pueden obtenerse valores de PFT por encima de los límites que permiten una adecuada higiene del sistema respiratorio. De esta manera previene complicaciones asociadas a una tos insuficiente.

Sin embargo, no hay consenso ni criterios establecidos respecto a los valores de presión de insuflación y exsuflación a utilizar. En los estudios incluidos en esta revisión, los autores que han especificado las presiones empleadas, han seleccionado los valores previamente y los aplicaron de manera estandarizada en todos los sujetos, incluso en distintas enfermedades. Sería de utilidad conocer el modo adecuado de seleccionar las variables para cada paciente, ya sea con una valoración previa como posterior a aplicar la terapia. Esto permitiría programar la AMT según cada condición individual.

Por otro lado, gran parte de la bibliografía y evidencia concuerda en que deben utilizarse valores de presión de insuflación superior a +40 cm H<sub>2</sub>O y de exsuflación inferior a -40 cm H<sub>2</sub>O. Sin embargo, no están establecido los límites superiores a aplicar, y a pesar de algunas recomendaciones de utilizar los máximos valores tolerados, no hay evidencia firme al respecto. Es importante la realización de estudios que analicen los efectos de las presiones de insuflación/exsuflación por encima de +40/-40 cm H<sub>2</sub>O. Se requieren de futuras investigaciones que permitan el desarrollo de un consenso respecto a aplicación de la AMT en sujetos con ENM, así como establecer criterios de selección de las presiones de insuflación y exsuflación a programar durante la terapéutica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Boitano LJ. Management of Airway Clearance in Neuromuscular Disease. *Respir Care*. 2006[acceso: 04/08/2019];51(8):913-22. Disponible en: <https://rc.rcjournal.com/content/respcare/51/8/913.full.pdf>
2. Pinchak C, Salinas P, Prado F, Herrero M, Giménez G, García C, et al. Actualización en el manejo respiratorio de pacientes con enfermedades neuromusculares. *Arch Pediatr Urug* 2018[acceso: 04/08/2019]; 89(1):40-51. Disponible en: [https://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-12492018000100040](https://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12492018000100040)
3. Giménez GC, Prado F, Herrero MV, Bach JR. Alternativas de tratamiento en pacientes con patologías neuromusculares y afecciones respiratorias. *Anales de la facultad de ciencias médicas (Asunción)*.2017 [acceso: 04/08/2019];050(02):79-088. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/884522/08-respiratorio79-88.pdf>

4. Bach JR. Amyotrophic lateral sclerosis: predictors for prolongation of life by noninvasive respiratory aids. Arch Phys Med Rehabil. 1995[acceso: 04/08/2019];76(9):828-32. Disponible en : [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(95\)80547-8/pdf](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(95)80547-8/pdf)
5. Gómez-Merino E, Sancho J, Marín J, Servera E, Blasco ML, Belda FJ, et al. Mechanical insufflation-exsufflation. Pressure, volume, and flow relationships and the adequacy of the manufacturer's guidelines. Am J Phys Med Rehabil. 2002[acceso: 04/08/2019];81(8):579-83. Disponible en: [https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2002/08000/Mechanical\\_Insufflation-Exsufflation\\_Pressure,.4.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2002/08000/Mechanical_Insufflation-Exsufflation_Pressure,.4.aspx)
6. Hanayama K, Ishikawa Y, Bach JR. Amyotrophic lateral sclerosis. Successful treatment of mucous plugging by mechanical insufflation- exsufflation. Am J Phys Med Rehabil. 1997;76(4):338-39.
7. Vianello A, Corrado A, Arcaro G, Gallan F, Ori C, Minuzzo M, et al. Mechanical insufflation-exsufflation improves outcomes for neuromuscular disease patients with respiratory tract infections. Am J Phys Med Rehabil. 2005;84(2):83-8.
8. Torres-Castro R, Monge G, Vera R, Puppo H. Estrategias terapéuticas para aumentar la eficacia de los tos en pacientes con enfermedades neuromusculares. Rev Med Chile. 2014[acceso:04/08/2019]; 142: 238-45. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872014000200013](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872014000200013).
9. Haas CF, Loik PS, Gay SE. Airway Clearance Applications in the Elderly and in Patients with Neurologic or Neuromuscular Compromise. Respir Care. 2007[acceso:04/08/2019];52(10):1362-81. Disponible en: <https://rc.rcjournal.com/content/60/7/1071>
10. Moran FC, Spittle AJ, Delany C. Lifestyle Implications of Home Mechanical Insufflation-Exsufflation for Children With Neuromuscular Disease and Their Families. Respir Care. 2015[acceso:04/08/2019];60(7):967-74. Disponible en: <https://rc.rcjournal.com/content/60/7/967>
11. Homnick DN. Mechanical Insufflation-Exsufflation for Airway Mucus Clearance. Respir Care. 2007[acceso:04/08/2019];52(10):1296-305. Disponible en: <https://rc.rcjournal.com/content/respcare/52/10/1296.full.pdf>
12. Miske LJ, Hickey EM, Kolb SM, Weiner DJ, Panitch HB. Use of the mechanical in-exsufflator in pediatric patients with neuromuscular disease and impaired cough. Chest.

2004[acceso:04/08/2019];125:1406-12. Disponible en: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(15\)32104-8/fulltext](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(15)32104-8/fulltext)

13. Gomez-Merino E, Bach JR. Duchenne muscular dystrophy: Prolongation of life by noninvasive ventilation and mechanically assisted coughing. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81:411-5.

14. Bach JR, Bianchi C, Aufiero E. Oximetry and indications for tracheotomy for amyotrophic lateral sclerosis. *Chest.* 2004[acceso:04/08/2019];126:1502-7. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369215313635>

15. Bach JR, Intintola P, Alba AS, Holland I. The ventilator- assisted individual. Cost analysis of institutionalization vs rehabilitation and in-home management. *Chest.*

1992[acceso:04/08/2019];101:26-30. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369216331154>

16. Bach J, Gupta K, Reyna M, Hon A. Spinal muscular atrophy type 1: Prolongation of survival by noninvasive respiratory aids. *Pediatric Asthma Allergy Immunol.* 2009;22:151-62.

17. Tzeng AC, Bach JR: Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease.

*Chest.* 2000[acceso:04/08/2019];118: 1390-6. Disponible en: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(15\)51214-2/fulltext](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(15)51214-2/fulltext)

18. Bach JR, Baird JS, Plosky D, Nevado J, Weaver B: Spinal muscular atrophy type 1: management and outcomes. *Pediatr Pulmonol.* 2002;34:16-22.

19. J H Emerson Co. Cough Assist, User's Guide. Models CA-3000 & CA-3200, Models CA-3000 & CA-3200. USA: Emerson; 2000. [acceso: 07/07/2019]. Disponible en:

<https://www.nbngroup.com/manuals/machine/V-UserGuideCoughAssist.pdf>

20. Philips, Respironics. Cough Assist T70 user manual. USA: Philips; 2013. [acceso:07/07/2019].

Disponible en: [https://ontvep.ca/wp-content/uploads/2014/05/CoughAssist\\_E70\\_User\\_Manual\\_-\\_International\\_English.pdf](https://ontvep.ca/wp-content/uploads/2014/05/CoughAssist_E70_User_Manual_-_International_English.pdf).

21. Garstang SV, Kirshblum SC, Wood KE. Patient preference for inextufflation for secretion management with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2000;23(2):80-5.

22. Sancho J, Servera E, Vergara P, Marin J. Mechanical insufflation exsufflation vs. tracheal suctioning via tracheostomy tubes for patients with amyotrophic lateral sclerosis: a pilot study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003[acceso:04/08/2019];82(10):750-53. Disponible en:

[https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2003/10000/Mechanical\\_Insufflation-Exsufflation\\_vs\\_Tracheal.2.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2003/10000/Mechanical_Insufflation-Exsufflation_vs_Tracheal.2.aspx)

23. Goncalves MR, Honrado T, Winck JC. Effects of mechanical insufflation- exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: A randomized controlled trial. Crit Care. 2012[acceso:04/08/2019];16-48. Disponible en:

<https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc11249>

24. Bach JR, Gonçalves MR, Hon A, Ishikawa Y, De Vito EL, Prado F, et al. Changing trends in the management of end-stage neuromuscular respiratory muscle failure. Am J Phys Med Rehabil. 2013[acceso:04/08/2019];92:267-77. Disponible en:

[https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2013/03000/Changing\\_Trends\\_in\\_the\\_Management\\_of\\_End\\_Stage.10.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2013/03000/Changing_Trends_in_the_Management_of_End_Stage.10.aspx)

25. Striegl AM, Redding GJ, DiBlasi R, Crotwell, D, Salyer J, Carter ER. Use of a Lung Model to Assess Mechanical In-Exsufflator Therapy in Infants with Tracheostomy. Pediatr Pulmonol. 2011; 46:211-217.

26. Anderson JL, Hasney KM, Beaumont NE. Systematic review of techniques to enhance peak cough flow and maintain vital capacity in neuromuscular disease: the case for mechanical insufflation-exsufflation. Physical Therapy Reviews. 2005;10(1):25-33.

27. Bach JR. Mechanical Insufflation Exsufflation Comparison of Peak Expiratory Flows With Manually Assisted and Unassisted Coughing Techniques. Chest. 1993; 104:1553-62.

28. Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM. Effect of manually assisted cough and mechanical insufflation on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness. Thorax. 2001[acceso:04/08/2019];56:438-44. Disponible en: <https://thorax.bmj.com/content/56/6/438>

29. Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol AH, Polkey MI, Simonds AK. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. Eur Respir J. 2003[acceso:04/08/2019]; 21: 502-8. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/21/3/502>

30. Winck JC, Goncalves JR, Lourenco C, Viana P, Almeida J, Bach JR. Effects of Mechanical Insufflation- Exsufflation on Respiratory Parameters for Patients With Chronic Airway Secretion Encumbrance. CHEST. 2004; 126:774-80.



31. Senent C, Golmard JI, Salachas F, Chiner E, Morelot-Panzini C, Meninger V, et al. A comparison of assisted cough techniques in stable patients with severe respiratory insufficiency due to amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotrophic Lateral Sclerosis*. 2011; 12: 26-32.
32. Lacombe M, Del Amo Castrillo L, Boré A, Chapeau D, Horvat E, Vaugier I, Lejaille M, et al. Comparison of Three Cough-Augmentation Techniques in Neuromuscular Patients: Mechanical Insufflation Combined with Manually Assisted Cough, Insufflation-Exsufflation Alone and Insufflation-Exsufflation Combined with Manually Assisted Cough. *Respiration*. 2014;88:215-22.
33. Kim SM, Choi WA, Won YH, Kang SW. A Comparison of Cough Assistance Techniques in Patients with Respiratory Muscle Weakness. *Yonsei Med J*. 2016 Nov; 57(6):1488-93.
34. Sancho J, Bures E, de La Asunción RN, Servera E. Effect of High-Frequency Oscillations on Cough Peak Flows Generated by Mechanical In-Exsufflation in Medically Stable Subjects With Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Respir Care*. 2016 Aug[acceso:04/08/2019];; 61(8):1051-8. Disponible: <https://rc.rcjournal.com/content/respcare/early/2016/05/17/respca-re.04552.full.pdf>
35. Mustafa N, Aiello M, Lyall RA, Nikolettou D, Olivieri D, Leigh PN, et al. Cough augmentation in amyotrophic lateral sclerosis. *Neurology*. 2003;61:1285-87.
36. Sancho J, Servera E, Marin J, Vergara P, Belda FJ, Bach JR. Effect of lung mechanics on mechanically assisted flows and volumes. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004;83(9):698-703.
37. Hon AH, Bach JR. Respiratory Muscle Aids in the Management of Neuromuscular Respiratory Impairment to Prevent Respiratory Failure and Need for Tracheostomy, *Neuromuscular Disorders*. USA:Dr. Ashraf Zaher; 2012. [acceso:04/08/2019]. InTech, Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/neuromuscular-disorders/respiratory-muscle-aids-in-the-management-of-neuromuscular-respiratory-impairment-to-prevent-res>.
38. Suri P, Burns SP, Bach JR: Pneumothorax associated with mechanical insufflation- exsufflation and related factors. *Am J Phys Med Rehabil*. 2008[acceso:04/08/2019];87:951-55. Disponible en: [https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2008/11000/Pneumothorax\\_Associated-with\\_Mechanical.10.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2008/11000/Pneumothorax_Associated-with_Mechanical.10.aspx)
39. Goncalves MR, Bach JR. Mechanical Insufflation-Exsufflation Improves Outcomes for Neuromuscular Disease Patients with Respiratory Tract Infections A Step in the Right Direction. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005[acceso:04/08/2019];84:89-91. Disponible en:



[https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2005/02000/Mechanical\\_Insufflation-Exsufflation\\_Improves.2.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/2005/02000/Mechanical_Insufflation-Exsufflation_Improves.2.aspx)

40. Andersen T, Sandnes A, Hilland M, Halvorsen T, Fondenes O, Heimdal JH, et al. Laryngeal response patterns to mechanical insufflation exsufflation in healthy subjects. *Am J Phys Med Rehabil.* 2013;92:920-29.

41. Barach AL, Beck GJ, Bickerman HA, Seanor HE. Physical methods simulating cough mechanisms. Use in poliomyelitis, bronchial asthma, pulmonary emphysema and bronchiectasis. *JAMA.* 1952[acceso:04/08/2019]; 150(14):1380-85. Disponible:

<https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/559540>

42. Bach JR. Update and perspective on noninvasive respiratory muscle aids. Part 2: The expiratory aids. *Chest.* 1994;105(5):1538-44.

### Conflictos de intereses

La autora declara no poseer conflictos de intereses en la realización de este trabajo.