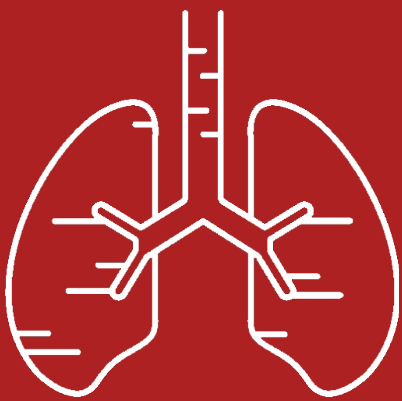


# Fisioterapia respiratoria, una alternativa para la eliminación de secreciones en la distrofia muscular de Duchenne.



## *Physiotherapy chest, an alternative to the removal of secretions in Duchenne muscular dystrophy.*

Alexandro Santamaría Damián (1) | Fisioterapeuta | [alestama@hotmail.com](mailto:alestama@hotmail.com)  
Claudia Elma Pacheco Soto (1) | Fisioterapeuta  
Jesús Ricardo Hernández Bolívar (2) | Fisioterapeuta  
Luisana DelValle Rivera Reifetshammer (1) | Fisioterapeuta

(1) Docente de tiempo completo. Instituto Profesional en Terapias y Humanidades, Puebla, México..

(2) Centro Nacional de Alto Rendimiento, México.

### RESUMEN

La distrofia muscular de Duchenne (DMD) es una enfermedad que cursa con debilidad de los músculos respiratorios haciendo que el flujo inspiratorio y espiratorio sean menos efectivos, incrementando la acumulación de secreciones de localización proximal, medio y distal y la morbi-mortalidad, principalmente por infecciones respiratorias. La fisioterapia respiratoria moviliza secreciones y ayuda a la limpieza bronquial, sin embargo, sólo algunas de estas técnicas están documentadas en pacientes con DMD.

**Objetivo:** Identificar y analizar las técnicas de fisioterapia respiratoria, de modo que se justifique su aplicación para la eliminación de secreciones en sujetos con DMD.

**Material y método:** Se realizó una revisión documental de artículos obtenidos en la base de datos EBSCOhost que mencionaran tratamientos de fisioterapia respiratoria en la DMD y otras patologías. Se incluyó los que hablaron de técnicas para la eliminación de secreciones, y se excluyó a los que utilizaron abordajes distintos.

**Resultados:** Las técnicas de espiración forzada, tos dirigida, insuflación/exsuflación mecánica, hiperinflación manual y apilamiento de aire para incrementar el pico flujo de tos eliminan secreciones en pacientes con DMD. La respiración con labios fruncidos, espiración lenta prolongada (ELPr), la espiración lenta total a glotis abierta en laterización (ELTGOL) y drenaje autógeno (DA) promue-

Tabla 1: Técnicas de fisioterapia respiratoria en pacientes neuromusculares incluyendo distrofia muscular de Duchenne.

Autor y año	Técnica	Patología
Toussaint, 2003	Espiración lenta prolongada y Espiración forzada.	En distrofia muscular de Duchenne.
Pantich, 2009 y 2006.	Tos asistida. Apilamiento de respiraciones. Insuflación y exsuflación.	Pacientes neuromusculares.
Hass, 2007	Tos asistida con auxilio de otras maniobras, equipos o aparatos. Insuflación y exsuflación mecánica. Respiración de rana.	Paciente neurológicos y neuromusculares.
Boitano, 2006	Tos asistida con auxilio de otras maniobras, equipos o aparatos. Hiperinsuflación manual.	Pacientes neuromusculares.
Toussaint, 2003	Tos asistida con auxilio de otras maniobras, equipos o aparatos.	Distrofia muscular de Duchenne.
Bach, 2011	Insuflación y exsuflación.	Distrofia muscular de Duchenne.
Chatwin & Simonds, 2009	Insuflación y exsuflación mecánica.	Distrofia muscular de Duchenne.

ven el aclaramiento mucociliar en patologías distintas a la DMD.

**Conclusiones.** La fisioterapia respiratoria elimina secreciones localizadas proximalmente en pacientes con DMD. Sin embargo, hay otras técnicas que promueven el aclaramiento mucociliar en un nivel medio y distal, aunque no hay estudios que respalden su eficacia en la DMD.

**Palabras clave:** Debilidad Muscular; Distrofia Muscular de Duchenne, Enfermedades neuromusculares, Técnicas de Fisioterapia Respiratoria, Infecciones del Tracto Respiratorio.

## ABSTRACT

**Introduction:** Duchenne muscular dystrophy (DMD) is a disease characterized by weakness of the respiratory muscles, making the inspiratory and expiratory flow less effective, increasing the accumulation of proximal, middle and distal secretions, and morbidity and mortality, mainly due to respiratory infections. Respiratory physiotherapy mobilizes secretions and helps bronchial cleansing, however, only some of these techniques are documented in patients with DMD. **Objective:** To identify and analyze respiratory physiotherapy techniques in order to justify its application for the elimination of secretions in subjects with DMD.

**Material and method:** A documentary review of articles obtained in the EBSCOhost database was made, mentioning respiratory physiotherapy treatments in DMD and other pathologies. Those who talked about techniques for the removal of secretions were included, and those who used different approaches were excluded.

**Results:** The techniques forced expiration, directed cough, mechanical insufflation / exsufflation,

*manual hyperinflation and air stacking to increase peak cough flow, eliminate secretions in patients with DMD. Respiration with pursed lips, prolonged slow expiration, ELTGOL and autogenous drainage promote mucociliary clearance in pathologies other than DMD.*

**Conclusions:** Respiratory physiotherapy removes proximally localized secretions in patients with DMD, however, there are other techniques that promote mucociliary clearance at a medium and distal level, although there are no studies supporting its effectiveness in DMD.

**Keywords:** Muscular Weakness, Duchenne muscular dystrophy, Neuromuscular diseases, Techniques of Respiratory Physiotherapy, Respiratory Tract Infections.

## INTRODUCCIÓN

La distrofia muscular de Duchenne (DMD) se caracteriza por cursar con debilidad muscular generalizada y en estadios avanzados conlleva a la acumulación de secreciones, colonización e infección bacteriana con respuesta inflamatoria lo que contribuye al daño de las vías aéreas y el parénquima pulmonar (1, 2). La DMD es una enfermedad hereditaria con un patrón de herencia de tipo recesivo ligado al cromosoma X. Su característica molecular es la ausencia o deficiencia de la proteína estructural distrofina, afecta a 1 de cada 3300 varones (3, 4) y la mayoría de estos pacientes necesitan apoyo ventilatorio para sobrevivir a complicaciones pulmonares (5-9). En el transcurso de esta enfermedad hay baja capacidad vital (VC) y bajo pico del flujo espiratorio (PEF), la tos es menos efectiva e incrementa la morbi-mortalidad principalmente por infecciones respiratorias (3, 10-13), baja saturación de oxígeno (14), hipoventilación alveolar con riesgo de hipersecreción bronquial

y acumulación de secreciones en diferentes niveles de la vía aérea.

Algunos estudios mencionan que la fisioterapia respiratoria mediante la espiración forzada, la tos asistida con técnica manual de compresión toraco-abdominal, la insuflación-exuflación mecánica, técnicas respiratorias a bajos volúmenes pulmonares y técnicas de acumulación de aire para incrementar el pico flujo de tos se utilizan sólo para eliminar secreciones localizadas proximalmente en sujetos con DMD (14). Por su parte, existen otras técnicas como el drenaje postural (2), respiración con labios fruncidos (15), espiración lenta prolongada (ELPr) (14), espiración lenta total a glotis abierta en lateralización (ELTGOL) (16), vibración manual y mecánica (17, 18), hiperinsuflación manual (19) y promover el aclaramiento mucociliar; sin embargo, en la mayoría de las fuentes revisadas no se menciona la recomendación del uso de la técnica según la localización de las secreciones en el paciente con DMD. El objetivo del presente estudio es identificar y analizar las técnicas de fisioterapia respiratoria de modo que se justifique su aplicación para la eliminación de secreciones en sujetos con DMD.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se llevó a cabo una revisión documental posterior a la búsqueda en la base de datos EBSCOhost con los términos: Debilidad Muscular; Distrofia Muscular de Duchenne; Enfermedades neuromusculares; Técnicas de Fisioterapia Respiratoria; Infecciones del Tracto Respiratorio. Se analizaron 41 artículos, de los cuales 20 fueron originales, 17 revisiones, y 2 estudios de caso. También se utilizaron 2 libros de la biblioteca de la universidad. No fueron tomados en cuenta aquellos que utilizaran abordajes mediante ejercicio o movilizaciones de la caja torácica.

Tabla 2: Técnicas de fisioterapia respiratoria en patologías distintas a la distrofia muscular de Duchenne.

Autor y año	Técnica	Patología
Silva et al., 2013	Drenaje postural	Fibrosis quística.
Volsko, 2013	Drenaje postural con percusiones y vibraciones.	Fibrosis quística.
Postiaux et al, 2013 y 2001	Espiración lenta prolongada.	Bronquiolitis, acumulación de secreciones en nivel medio-distal en sujetos con bronquiolitis.
Avelar et al., 2012	Eltgol y drenaje postural.	Bronquitis crónica.
Reix et al. 2012	Espiración forzada con ejercicio.	Fibrosis quística.
Pisi & Chetta, 2009	Drenaje autógeno	Fibrosis quística
Lester & Flume, 2009	Vibración con un chaleco inflable.	Fibrosis quística.
Swigris et al, 2008	Respiración con labios fruncidos	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
Branson, 2007	Drenaje postural más vibraciones y percusiones.	Cuidados respiratorios postoperatorios.
Fink, 2007	Drenaje postural. Inspiraciones y espiraciones lentas. Espiración forzada. Drenaje autógeno	Bronquiectasias, bronquitis crónica y Fibrosis quística.
Van der Schans, 2007	Drenaje postural con espiraciones forzadas.	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
Hodgson et al., 2007 y 2000	Espiración lenta total con glotis abierta con hiperinsuflación manual y flujo espiratorio elevado. Espiración forzada. Hiperinsuflación manual. Vibraciones.	En pacientes críticamente enfermos. Pacientes con ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos.
Krieg et al, 2007	Espiración lenta total con glotis abierta.	Sujetos adultos.
McCarren et al., 2006	Vibración manual	Sujetos sanos.
Chatham et al., 2004	Drenaje postural con percusiones.	Fibrosis quística.
Fregonezi et al, 2004	Respiración con labios fruncidos.	Sanos, enfisema, asma, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, distrofia muscular miotónica.
Pryor, 1999	Drenaje postural y drenaje autógeno.	Discinesia bronquial o la presencia de abscesos cavitarios. Fibrosis quística.
King et al., 1990	Menciona la posible base fisiológica de la espiración lenta prolongada. Vibraciones.	En perros.

## RESULTADOS

La literatura menciona que los sujetos con DMD en el transcurso de su enfermedad cursan con debilidad progresiva de los músculos respiratorios impactando en su calidad y esperanza de vida debido principalmente a un bajo PEF (14), una tos ineficaz (20) y acumulación de secreciones, lo que predispone a neumonías hospitalizaciones y fallas respiratorias (12, 13, 21, 22). En sujetos sanos, la eliminación de moco y materiales extraños de la vía aérea, principalmente, es por el mecanismo de la tos, el cual por medio de un aumento en la presión positiva intratorácica y del volumen del flujo espiratorio permite el movimiento de las secreciones, creando un flujo turbulento y fuerzas de cizallamiento del aire con el moco. Por otro lado, se encontraron diversas técnicas de fisioterapia respiratoria que promueven la limpieza bronquial en la DMD (tabla 1). También se identificaron otras

técnicas que son utilizadas para eliminar secreciones, pero no se han aplicado en esa patología (tabla 2) y que se detallan a continuación.

### Espiración forzada

Es aquella espiración que se realiza a alto, medio o bajo volumen pulmonar obtenida por una presión toracoabdominal o por la contracción enérgica de los músculos espiratorios, y que gracias al aumento de la velocidad del flujo espiratorio en las vías aéreas proximales permite la movilización de secreciones en esta zona (23).

### Tos dirigida

Se define como el esfuerzo de la tos voluntaria realizada por el paciente y que recibe la ayuda del fisioterapeuta para aumentar la velocidad en el flujo espiratorio ejerciendo una presión manual abdominal o toraco-abdominal (12, 13). Son varios los pasos que deben seguirse en este mecanismo:

1. Inhalación profunda.

2. Cierre de glotis.
3. Compresión y contracción de músculos abdominales y torácicos.
4. Apertura de glotis y una espiración explosiva (23, 20).

Se puede realizar en diferentes posiciones, según el paciente lo permita, así como auxiliarse de otras maniobras, equipos o aparatos que mejoren la insuflación y la exsuflación pulmonar (12-14). Los sujetos con DMD presentan una tos ineficaz relacionada a la debilidad de músculos inspiratorios limitándolos a realizar una inspiración profunda.

### Insuflación y exsuflación mecánica

Una alternativa para su tratamiento ante esta situación es el uso de la máquina de insuflación/exsuflación, recomendada cuando la presión espiratoria máxima (PEMax) del paciente está por debajo de 60 cm de H<sub>2</sub>O (8). Esta intervención se realiza usando un equipo que mediante una presión positiva, aumenta la inspiración de

forma artificial y genera picos de flujo espiratorio (PEF) por arriba de los 270 L/min para mejorar la limpieza bronquial; se recomienda de 3 a 4 segundos de insuflación en adultos y de 1 a 2 segundos para población pediátrica; el tiempo de exsuflación es la mitad del tiempo insuflado (12, 13).

### Hiperinflación manual

Esta técnica utiliza una bolsa resucitadora aumentando el volumen corriente (VT) con la finalidad de re-expandir atelectasias, mejorar la compliancia pulmonar (por la presión espiratoria positiva), reducir la resistencia inspiratoria, incrementar la oxigenación y movilizar secreciones gracias a la interacción gas-líquido (19, 25). Un aumento en el volumen inspirado ocasiona un estiramiento de los músculos espiratorios y con ello la fuerza generada por éstos en la posterior espiración, lo que aumenta la presión positiva intratorácica y una elevación en el volumen y flujo espiratorio (13). Un aspecto importante para el uso de la hiperinflación manual es el relacionado con el pico de presión inspiratoria el cual debe ser máximo de 40 cmH<sub>2</sub>O y de forma constante para promover la eliminación de secreciones, mejorar la compliancia pulmonar total estática, reclutar alveolos y evitar cambios en los parámetros de la presión arterial, frecuencia cardíaca e intercambio de gases (11, 19), aunque hay quien usa con ventilador mecánico cifras desde 2 hasta 60 cm H<sub>2</sub>O (11).

### Apilamiento de aire para incrementar el pico flujo de tos

Esta técnica es conocida también como la respiración de rana o glossofaríngea, por medio de ella es posible llegar a una capacidad inspiratoria máxima sin que el paciente reciba algún tipo de asistencia. Se realiza mediante una serie de bocanadas o tragos de aire usando los labios, lengua, faringe y laringe (12), permitiendo un apilamiento de inspiraciones que puede ser utilizada para generar un pico flujo de tos por arriba de 2.7 L/s (14) en adultos con enfermedad neuromuscular (20).

### Drenaje postural (DP)

Técnica que se realiza sobre una mesa inclinada entre los 20-30 grados dependiendo de los lóbulos o segmentos que se necesite drenar. Combina la gravedad y diferentes posiciones con la finalidad de movilizar secreciones,

suele acompañarse de respiraciones profundas, percusiones y/o sacudidas de la caja torácica. Sin embargo, los resultados son confusos ya que no arroja diferencias significativas entre el corto y el largo plazo, sobretodo por la incursión de otras técnicas (26).

### Respiración con labios fruncidos

Maniobra que consiste en oponer mediante un freno labial el débito espirado para hacerlo más lento. Produce efectos como la reducción del colapso bronquial, de la frecuencia respiratoria, del consumo de oxígeno y la disnea y aumento del VT, la saturación de oxígeno y el intercambio gaseoso, además lucha contra el asincronismo ventilatorio (15, 27).

### ELPr

Técnica pasiva de ayuda espiratoria obtenida por el fisioterapeuta mediante una presión toracoabdominal lenta que se inicia al final de una inspiración y continúa hasta el volumen residual, lo que mejora la desinsuflación pulmonar global, aumenta el volumen espiratorio con relación al normal y promueve la movilización de secreciones localizadas en el nivel medio y distal (28, 29). Esta técnica corresponde con lo propuesto por Toussaint, el cual menciona que el aumento en el flujo espiratorio promueve el transporte de secreciones. Este autor menciona la interacción gas-líquido refiriéndose a que el flujo de aire sobre las secreciones crea una fuerza de cizallamiento y las moviliza (14).

### Drenaje autógeno (DA)

Consiste en una serie de ejercicios para incrementar el flujo espiratorio con la finalidad de movilizar secreciones desde la vía respiratoria periférica hacia las vías aéreas centrales, limitando el cierre de estas generalmente asociada a una espiración forzada (23, 30). La técnica promueve la movilización de secreciones mediante 3 pasos: desprendimiento, recolección y evacuación. Lo anterior se obtiene con espiraciones relajadas y lentas regulando la velocidad y el flujo del aire evitando una resistencia innecesaria; las inspiraciones se hacen a diferentes volúmenes pulmonares y se repite el proceso hasta que el paciente perciba manual o auditivamente las secreciones, momento en el que se realiza la tos (23).

### ELTGOL

Durante la fisioterapia respiratoria, un aspecto común es el cambio de posición del paciente con el fin de distribuir hacia varias partes del pulmón su ventilación (31), en este sentido, la ELTGOL es una espiración lenta, comenzada en la capacidad residual funcional (FCR) y terminada en el volumen residual (RV) con el paciente en decúbito lateral sobre el lado afectado y que mediante la fuerza de gravedad, aumento de la presión por la caída del mediastino y del diafragma y el peso de las vísceras mejora la desinsuflación y la ventilación-perfusión pulmonar permitiendo movilización de secreciones de localización medias-distales del pulmón (16). El decúbito lateral permite que las regiones infralaterales sean preferentemente más ventiladas (32). Krieg et al. confirmaron una mejor ventilación, gracias a que el diafragma se ubica en una posición mecánicamente ventajosa incrementando su movimiento caudal durante la inspiración. Mencionan también que la contracción diafragmática asciende el mediastino mejorando la ventilación del pulmón dependiente y por último, la ventilación también es favorecida gracias al gradiente de presión pleural que contribuye al gradiente vertical (31).

### Vibración manual y mecánica

La vibración se utiliza con el fin de movilizar secreciones del segmento o lóbulo pulmonar que va a ser tratado. Dicha técnica se lleva a cabo mediante el uso de un chaleco o gracias a la contracción de los músculos del miembro superior del fisioterapeuta transmitiendo una presión y suave sacudida al tórax durante la fase espiratoria del paciente, lo que permite cambios reológicos en el moco, cabe señalar que la fuerza aplicada a la caja torácica permite disminuir su circunferencia y aumentar la presión intrapleural, así como el flujo espiratorio, promoviendo la movilización de secreciones en sujetos sanos (17).

### DISCUSIÓN

El paciente con DMD cursa con asincronismo ventilatorio (27), debilidad en los músculos espiratorios, disminución del flujo espiratorio durante la tos (20) y un elevado volumen y viscosidad de las secreciones (1, 2). Ante esto, los efectos de las técnicas de fisioterapia respirato-

ria encaminadas a la eliminación de secreciones están documentadas en la literatura, sin embargo, no todas son aplicadas en pacientes con DMD, seguramente debido a la falta de evidencia. Ahora bien, el DP, la respiración con labios fruncidos, la ELPr, el DA, la ELTGOL, moviliza secreciones medias y distales. La espiración forzada, tos dirigida, insuflación y exsuflación mecánica, hiperinsuflación manual, apilamiento de aire para incrementar el pico flujo de tos moviliza secreciones en un nivel proximal. No está claro el nivel al que se movilizan las secreciones con las vibraciones y el DP no tiene sustento para su aplicación.

La técnica de respiración con labios fruncidos permite luchar contra el asincronismo ventilatorio (15, 27). Debe aplicarse bajo supervisión ya que puede elevar el grado de disnea y fatigar al paciente, aunque el flujo espiratorio lento, característico de esta técnica, podría movilizar secreciones en un nivel medio distal gracias a la interacción gas-líquido desencadenado en las pequeñas vías aéreas (23, 25).

Respecto al DA, al compararse con la terapia física convencional (espiraciones forzadas, drenaje postural, percusión y/o sacudidas) no hay diferencias en la función pulmonar; aunque sí mejora el pico flujo espiratorio y la saturación de oxígeno (33). Por otro lado, frente al ciclo activo de técnicas respiratorias, drenaje postural y percusión, el DA mostró mejor limpieza bronquial (23). Ahora bien, al no encontrarse trabajos que utilicen esta técnica en sujetos con DMD, se puede pensar que en fases tempranas de la enfermedad podría contribuir a mantener la vía aérea libre de secreciones en un nivel medio-distal.

Otra de las técnicas encontradas es la ELPr. Moviliza secreciones gracias a la interacción gas-líquido (14), en este sentido King et al. mencionan que esta interacción es un componente para la limpieza bronquial (34). Por otra parte, algunos estudios reportaron que mediante la hiperinsuflación manual y el drenaje autógeno se promueve la movilización de secreciones hacia zonas proximales, debido a que el flujo aéreo en sentido cefálico es un factor que permite el movimiento de las secreciones en las pequeñas vías aéreas durante el patrón normal ventilatorio (25, 30). Además, las respiraciones profundas (efecto que se induce con la técnica) permiten un

incremento en el flujo aéreo periférico y de la ventilación colateral incrementando a su vez el volumen de gas para movilizar secreciones durante la espiración (23). Por lo anterior, la ELPr en pacientes con DMD podría movilizar secreciones en un nivel medio-distal por el incremento de la interacción gas-líquido en este nivel.

En lo que respecta a la ELTGOL, la posición en decúbito lateral combinada con la hiperinsuflación manual y el flujo espiratorio lento y el pulmón tratado en infralateral promueve la movilización de secreciones (25). Un estudio menciona que la hiperinsuflación por medio de un ventilador mecánico en decúbito lateral en adultos con infección pulmonar; incrementa el esputo (35). Las contraindicaciones y limitaciones de esta técnica señalan que el paciente debe preferentemente cooperar y la presencia de secreciones no debe provenir de situaciones como abscesos o bronquiectasias importantes, además debe tener de 10-12 años mínimo para obtener una buena desinsuflación pulmonar (28). Por lo anterior, si la ELTGOL permite la movilización de secreciones en un nivel medio-distal, podría movilizar secreciones en pacientes adolescentes y adultos con DMD en dicho nivel. En los pacientes no cooperadores, el efecto de la gravedad podría desencadenar sólo algunos efectos asociados a ésta, por lo que la técnica estaría limitada por la menor desinsuflación desencadenada.

La espiración forzada ayuda a eliminar secreciones proximales en sujetos con DMD y fibrosis quística (14, 30), gracias al aumento de la velocidad lineal del flujo aéreo con dirección cefálica, así como al cizallamiento del aire con las secreciones impulsándolas a moverse (23). Se recomienda que esta técnica se acompañe de otras, como la hiperinsuflación manual en la que también se atribuye la movilización de secreciones (25, 36).

La tos dirigida apoya a la limpieza bronquial en los sujetos con DMD que cursan en una etapa de la enfermedad con debilidad muscular (13), ya que permite generar un pico flujo de tos por arriba de 2.7 L/s (37). Sin embargo, la efectividad de esta técnica se relaciona con la habilidad del fisioterapeuta para aplicar la presión en coordinación con la tos voluntaria del paciente, realizándola al mismo tiempo (13). La tos dirigida debe aplicarse con precaución ya que al generar

una compresión abdominal, puede ocasionar un riesgo de lesión en los órganos internos por presión excesiva (12).

La insuflación/exsuflación mecánica disminuye el tiempo de las sesiones de fisioterapia respiratoria en sujetos de 4-44 años con DMD e infección aguda en el tracto respiratorio sin presentar inestabilidad ventilatoria ni alterar la saturación de oxígeno, niveles de dióxido de carbono y frecuencia cardíaca, sin embargo, se ha registrado fatiga asociada al largo tiempo de la exsuflación (21). Al compararse con la tos dirigida y las técnicas sumatorias para incrementar el pico flujo de tos, la insuflación/exsuflación ha arrojado valores más altos en sujetos con DMD, además muestra buena tolerancia en su uso, aunque puede desencadenar contracciones ventriculares en sujetos con cardiomiopatía (37). Bento menciona que no puede ser más eficaz ante deformidades de la caja torácica (8). Por lo anterior, los pacientes con DMD son candidatos al uso de la insuflación/exsuflación mecánica para la eliminación de secreciones en un nivel proximal. Sin embargo, se menciona una serie de complicaciones poco comunes como la hiperventilación, náuseas, distensión abdominal, aumento del reflujo gastroesofágico, hemoptisis, malestar abdominal y torácico, bradicardia, taquicardia, acontecimientos cardiovasculares agudos, barotrauma y neumotórax (8, 22).

La limpieza bronquial mediante la hiperinsuflación manual se debe al incremento en la velocidad del flujo espiratorio generando movilización de secreciones hacia la carina y reclutando el tejido pasivo elástico permitiendo un posterior mayor flujo espiratorio (11, 19). Ahora bien, si el sujeto con DMD y con limitación en la presión espiratoria tiene predisposición a riesgo de congestión pulmonar y fallo respiratorio agudo, la hiperinsuflación con la bolsa resucitadora puede aumentar la presión intratorácica y la velocidad del flujo espiratorio y por lo tanto la limpieza bronquial en las vías respiratorias proximales (13). Una ventaja de la bolsa resucitadora es que puede taparse parcial o totalmente la salida del aire, permitiendo al paciente que su espiración se realice a diferentes velocidades, de modo que en sujetos que no logran voluntariamente un cierre glótico, éste podría suplirse impidiendo dicha salida y destaparla brusca o lentamente, imitando técnicas de espiraciones lentas y forzadas, promoviendo la movilización de secreciones en un nivel proximal, medio y distal.

El apilamiento de aire para incrementar el pico flujo de tos puede generar un pico flujo de tos que rebase los 2.7 L/s (14). Al aplicarse junto con técnicas de espiración lenta o forzada, podría eliminar secreciones de localización proximal, medio o distal.

Existen trabajos que han estudiado las vibraciones de la pared torácica de forma manual y/o ventilación intrapulmonar percutánea con el fin de movilizar secreciones, sin embargo, los resultados han sido controvertidos, al parecer por las diferencias en los equipos utilizados y las propiedades del moco (14, 38). En un estudio con pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos se combinó la hiperinflación manual con vibraciones arrojando mejores resultados que con la hiperinflación sola en lo que a limpieza de secreciones se refiere (25). Sin embargo, no se menciona el nivel de actuación. La compresión torácica de alta frecuencia utiliza un chaleco inflable que comprime la caja torácica y paralelamente envía pulsos de aire con frecuencias entre 5-25 hertzios, lo que permite el desalojo de secreciones movilizándolas hacia las grandes vías aéreas (18), además la compresión que conlleva el uso de este chaleco incrementa el flujo espiratorio, promoviendo las fuerzas de cizallamiento y disminuyendo la viscoelasticidad del moco (30). Se menciona que las vibraciones en la pared torácica a 13 Hz pueden liberar acetilcolina mediante estimulación vagal por vía refleja estimulando los propioceptores de la pared torácica, lo que promueve el movimiento ciliar y por lo tanto la limpieza bronquial (34). Por lo anterior, en fases de la DMD que cursen con acumulación de secreciones, las vibraciones podrían mejorar su movilización hacia proximal al combinarse con otras técnicas o bien por reflejo normal del organismo, expulsarlas de la vía aérea.

Por último, el DP ha sido combinado con percusiones, mostrando poca efectividad al compararse con maniobras inspiratorias contra resistencia (39), otros autores añaden

al DP espiraciones forzadas, vibraciones y percusiones mencionando dudas en su eficacia (33, 40), incluso es menos efectivo cuando se compara con el flutter y ELTGOL (16). Fink menciona que el DP puede servir sólo si existe una alteración en el mecanismo normal del aclaramiento mucociliar; de lo contrario, existiría una fuerte tendencia a acumular secreciones en zonas periféricas y basales (24). También se ha reportado la poca adherencia a esta técnica (41) y aunque ha sido recomendado con acompañamiento de percusiones y vibraciones en sujetos con fibrosis quística la efectividad reportada es modesta (2). Se menciona que puede ser efectivo cuando las secreciones son excesivas y con poca adhesividad, así como en situaciones en las que técnicas como espiraciones forzadas, tos asistida y ejercicios no son posibles aplicarlos (33). Sin embargo, no todos los pacientes presentan estas características en las secreciones. Según lo anterior, el DP no es relevante para la movilización de secreciones por lo que no es recomendado para sujetos con DMD.

## CONCLUSIONES

La espiración forzada, la tos, la insuflación/exsuflación mecánica, la hiperinflación manual y el apilamiento de aire son técnicas de fisioterapia recomendables para eliminar secreciones localizadas proximalmente en pacientes con DMD gracias al aumento en la velocidad del flujo espiratorio. No está claro el nivel de actuación de las vibraciones (proximal, medio o distal) y por su parte, el drenaje postural no muestra efectos beneficiosos para estos pacientes. Falta evidencia de la aplicación de la espiración con labios fruncidos, ELPr, ELTGOL y DA en pacientes con DMD para la eliminación de secreciones en vías respiratorias medias y distales.

## REFERENCIAS

1. Toussaint M, Steens M, Wasteels G, Soudon P. Diurnal ventilation via mouth-piece: survival in end-stage Duchenne patients. *European Respiratory Journal*. 2006;28(3):549-55.
2. Volsko T. Airway clearance therapy: finding the evidence. *Respiratory Care*. 2013;58(10):1669-78.
3. Güell M, Avendano M, Fraser J, Goldstein R. Alteraciones pulmonares y no pulmonares en la distrofia muscular de Duchenne. *Archivos de Bronconeumología*. 2007;43(10):557-61.
4. Benditt J. The neuromuscular respiratory system: Physiology, pathophysiology, and a respiratory care approach to patients. *Respiratory Care*. 2006;51(8):829-837.
5. Bach J, Martínez D. Duchenne Muscular dystrophy: Continuous noninvasive ventilatory support prolongs survival. *Respiratory Care*. 2011;56(6):744-50.
6. Bach J. Management of patients with neuromuscular disease. Philadelphia: Editorial Elsevier; 2004.
7. Bach J, Ishikawa Y, Kim H. Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy. *Chest*. 1997;112(4):1024-28.
8. Bento J, Goncalves M, Silva N, Pinto T, Marinho A, Winck J. Indicaciones y cumplimiento con la insuflación-exsuflación mecánica domiciliar en pacientes con enfermedades neuromusculares. *Archivos de Bronconeumología*. 2010;46(8):420-25.
9. Servera E, Sancho J, Franco P, Vergara P, Catalá A, Zafra M. Ayudas a los músculos respiratorios durante un episodio de aspiración en un enfermo con distrofia muscular de Duchenne. *Archivos de Bronconeumología*. 2005;41(9):532-34.
10. Sandoz J, LeBlanc C, McKim D. Data down loads for effective non-invasive ventilation in neuromuscular respiratory failure. *Respiratory Care*. 2014;59(3):e35-e40.
11. Rama P. Atelectasias perioperatorias y maniobras de reclutamiento alveolar. *Archivos*

- de Bronconeumología. 2010;46(6):317-24.
12. Hass C, Loik P, Gay S. Airway clearance applications in the elderly and in patients with neurologic or neuromuscular compromise. *Respiratory Care*. 2007;52(10):1362-81.
  13. Boitano L. Management of airway clearance in neuromuscular disease. *Respiratory Care*. 2006;51(8):913-22.
  14. Toussaint M, De Win H, Steens M, Soudon P. Effect of intrapulmonary percussive ventilation on mucus clearance in Duchenne Muscular Dystrophy patients: A preliminary report. *Respiratory Care*. 2003;48(10):940-47.
  15. Fregonezi G, Resqueti V, Güell R. La respiración con labios fruncidos. *Archivos de Bronconeumología*, 2004;40(6):279-82.
  16. Avelar J, Dornelas A, Britto R, Lara R, Perreira F. Effect of slow expiration with glottis opened in lateral posture (ELTGOL) on mucus clearance in stable patients with chronic bronchitis. *Respiratory Care*. 2012;57(3):420-26.
  17. McCarren B, Alison J, Herbert R. Manual vibration increases expiratory flow rate via increased intrapleural pressure in health adults: an experimental study. *Journal of physiotherapy*, 2006;52(4):267-71.
  18. Lester M, Flume P. Airway-clearance therapy guidelines and implementation. *Respiratory Care*. 2009;54(6):733-53.
  19. Hodgson C, Ntoumenopoulos G, Dawson H, Paratz J. The mapleson C circuit clears more secretions than laerdal circuit during manual hyperinflation in mechanically-ventilated patients: a randomised cross-over trial. *Journal of physiotherapy*. 2007;53(1):33-8.
  20. Pryor J. Physiotherapy for airways clearance in adults. *European Respiratory Journal*. 1999;14(6):1418-24.
  21. Chatham K, Ionescu A, Nixon L, Shale D. A short-term comparison of two methods of sputum expectoration in cystic fibrosis. *European Respiratory Journal*. 2004;23(3):435-39.
  22. Van der Schans C. Conventional chest physical therapy for obstructive lung disease. *Respiratory Care*. 2007;52(9):1198-206.
  23. Fink J. Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. *Respiratory Care*. 2007;52(9):1210-21.
  24. Branson R. The scientific basis for postoperative respiratory care. *Respiratory Care*. 2013;58(11):1974-84.
  25. Flores J, Teixeira F, Roveddert P, Ziegler B, & Dalcin P. (2013). Adherence to airway clearance therapies by adult cystic fibrosis patients. *Respiratory Care*. 58(2):279-85.
  26. Swigris J, Brown K, Make B, Wamboldt F. Pulmonary rehabilitation in idiopathic pulmonary fibrosis: A call for continued investigation. *Respiratory Medicine*. 2008;102(12):1675-80.
  27. Postiaux G. Fisioterapia respiratoria en el niño. 1ª edición. España: Editorial McGraw-Hill, Interamericana;2001.
  28. Postiaux G, Zwaenepoel B, Louis J. Chest physical therapy in acute viral bronchiolitis: an update review. *Respir Care*. 2013;58(9):1541-45.
  29. King M, Zidulka A, Phillips D, Wight D, Gross D, Chang HK. Tracheal mucus clearance in high-frequency oscillation: effect of peak flow rate bias. *European Respiratory Journal*. 1990;3(1):6-13.
  30. Hodgson C, Denehy L, Ntoumenopoulos G, Santamaría J, Carrol S. An investigation of the early effects of manual lung hyperinflation in critically ill patients. *Anaesthesia and Intensive Care Journal*. 2000;28(3):255-61.
  31. Krieg S, Alison J, McCarren B, Cowell S. Position affects distribution of ventilation in the lungs of older people: an experimental study. *Journal of Physiotherapy*. 2007;53(3):179-84.
  32. Pham T, Yuill M, Dakin C, Schibler A. Regional ventilation distribution in the first 6 months of life. *European Respiratory Journal*. 2011;37(4):919-24.
  33. Lemes D, Zin W, Guimaraes F. Hyperinflation using pressure support ventilation improves secretion clearance and respiratory mechanics in ventilated patients with pulmonary infection: a randomised crossover trial. *Journal of Physiotherapy*. 2009;55(4):249-54.
  34. Pisi G, Chetta A. Airway clearance therapy in cystic fibrosis patients. *Acta Biomedica*. 2009;80(2):102-6.
  35. Reix P, Aubert F, Wrek-Gallois M, Toutain A, Corinne M, Nathalie M. Exercise with incorporated expiratory manoeuvres was as effective as breathing techniques for airway clearance in children with cystic fibrosis: a randomized crossover trial. *Journal of Physiotherapy*. 2012;58(4):241-7.
  36. Pantich H. Respiratory issues in the management of children with neuromuscular disease. *Respiratory Care*. 2006;51(8):885-93.
  37. Pantich H. The pathophysiology of respiratory impairment in pediatric neuromuscular disease. *Pediatrics*. 2009;123(Suppl 4):S215-S218.
  38. Naue Wda S, Da Silva A, Güntzel A, Condessa R, De Oliveira R, Rios S. Increasing pressure support does not enhance secretion clearance if applied during manual chest wall vibration in intubated patients: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 2011;57(1):21-6.
  39. Chatwin M, Simonds A. The addition of mechanical insufflation/exsufflation shortens airway-clearance sessions in neuromuscular patients with chest infection. *Respiratory Care*. 2009;54(11):1473-9.
  40. Miske L, Hickey E, Kolb S, Weiner D, Pantich H. Use of the mechanical in-exsufflator in pediatric patients with neuromuscular disease and impaired cough. *Chest*. 2004;125(4):1406-12.
  41. Blattner C, Guaragna J, Saadi E. Oxigenation and static compliance is improved immediately after early manual hyperinflation following myocardial revascularisation: a randomised controlled trial. *Journal of physiotherapy*. 2008;54(3):173-8. □