



# informe

## Fisioterapia respiratoria en pediatría

Mejora de la adecuación de la práctica  
asistencial y clínica (MAPAC)



2022

Vol. 3

NÚM. 1

Autores

Leire Leache

Marta Gutiérrez

Luis Carlos Saiz

Juan Erviti

*Los autores declaran no  
tener conflictos de interés  
en relación con el tema  
objeto del informe*

1 de febrero de 2022

### Introducción

### Pregunta de investigación

### Criterios para la selección de estudios

### Estrategia de búsqueda y fuentes de evidencia

### Resultado de la búsqueda

### Revisión de la evidencia disponible

Población con patologías neuromusculares graves

Población con intubación

Población con patología pulmonar

Población con patología neurológica

Población con parálisis cerebral

Población con síndrome de Down y otras alteraciones  
genéticas que implican patología pulmonar

Población con perfil de paciente crónico complejo

### Conclusiones

### Bibliografía

### Anexo



# Fisioterapia respiratoria en pediatría

## 1. Introducción

La fisioterapia respiratoria es el conjunto de técnicas destinadas a aliviar el broncoespasmo y movilizar las secreciones desde las vías periféricas a las centrales. Se emplean en pacientes con secreciones pulmonares espesas, aumento de la producción de moco, tos ineficaz o debilidad de músculos respiratorios, entre otros. Su objetivo consiste en prevenir, mitigar o resolver los problemas respiratorios del paciente.

Los diferentes tipos de fisioterapia respiratoria se clasifican de la siguiente manera:

-Técnicas respiratorias:

- Ejercicios respiratorios
- Tos

-Técnicas manuales:

- Percusión/*clapping*
- Vibración
- Drenaje postural

-Instrumental:

- Inspirómetro/espírometro
- Incentivador

Las técnicas respiratorias son medidas útiles y específicas para aumentar el volumen de aire que entra en los pulmones, así como el que se expulsa de ellos. Los ejercicios respiratorios elevan el volumen respiratorio normal a su nivel máximo. Estos ejercicios deben ir seguidos de la producción de tos para facilitar la expectoración de las secreciones.

La tos tiene como objetivo expectorar las secreciones, limpiar las vías aéreas y mejorar la ventilación. Se puede promover la tos a través de asistencia manual o mecánica. La técnica manual se basa en la asistencia inspiratoria seguida de un incremento del esfuerzo espiratorio<sup>1</sup>.

Dentro de la asistencia mecánica de la tos se distinguen la insuflación y exuflación mecánica y las hiperinsuflaciones o *intermittent positive pressure breathing*<sup>1</sup>. La insuflación y exuflación mecánica consiste en la simulación de la tos que se consigue aplicando una presión positiva durante la inspiración (insuflación profunda) seguida de una presión negativa que produce una depresión de la vía aérea y genera un flujo espiratorio pasivo significativo, creando finalmente un *peak cough flow* o flujo máximo de tos (exuflación profunda)<sup>1</sup>. Las hiperinsuflaciones o *intermittent positive pressure breathing* pueden utilizarse con volúmenes reducidos y tos ineficaz secundaria a malformaciones como cifoscoliosis o casos con debilidad de la musculatura respiratoria.

Dentro de las técnicas manuales, la percusión o *clapping* se realiza para desprender las secreciones adheridas con el objetivo de que puedan ser aspiradas o expectoradas. La vibración ayuda a desplazar las secreciones hacia la parte superior del árbol traqueobronquial y a la expectoración de las vías aéreas superiores. El drenaje postural, también denominado drenaje bronquial, utiliza la gravedad mediante posturas corporales específicas destinadas a favorecer el drenaje de secreciones desde los segmentos pulmonares afectados hacia las vías aéreas principales. Su objetivo es ayudar al transporte mucociliar de secreciones y su eliminación, así como favorecer una ventilación máxima en los segmentos pulmonares.

En cuanto a las técnicas instrumentales, los inspirómetros/espírometros de incentivo están destinados a mantener una función ventilatoria al máximo de las posibilidades de cada persona o a prevenir problemas que se puedan dar en su capacidad pulmonar. Es un instrumento de material plástico desechable que forma un circuito en donde se hallan una bolas también de plástico, conectando dicho circuito a una boquilla mediante un tubo coarrugado. La elevación de las bolas en las cámaras transparentes mide el flujo o el volumen de aire inspirado/espirado por el paciente a través de la boquilla. Cada cámara mide una cantidad distinta de aire. Estos dispositivos tienen como objetivo aumentar la ventilación alveolar previniendo las atelectasias y las neumonías, aumentan la fuerza de la musculatura respiratoria, aumentan el volumen pulmonar, aumentan la producción de agentes tensioactivos y promueven la participación activa del paciente en su recuperación.



## GLOSARIO

<b>AME:</b>	atrofia muscular espinal
<b>aOR:</b>	odds ratio ajustado
<b>BIPAP:</b>	Bilevel Positive Airway Pressure (Presión Positiva de Vía Aérea de dos Niveles o Sistema de Bipresión Positiva)
<b>C:</b>	control
<b>CIM:</b>	capacidad de insuflación máxima
<b>CPAP:</b>	Continuous Positive Airway Pressure (Presión Positiva Continua en la Vía Aérea)
<b>CV:</b>	capacidad vital
<b>CVF:</b>	capacidad vital forzada
<b>DE:</b>	desviación estándar
<b>DM:</b>	distrofia muscular
<b>DMD:</b>	distrofia muscular de Duchenne
<b>ECA:</b>	ensayo clínico aleatorizado
<b>EI:</b>	espirometría de incentivo
<b>EEUU:</b>	Estados Unidos
<b>FET:</b>	flujo espiratorio de la tos
<b>FEV<sub>1</sub>:</b>	volumen espiratorio forzado en el primer segundo
<b>FiO<sub>2</sub>:</b>	fracción de oxígeno inspirado
<b>FTE:</b>	fístula traqueo-esofágica
<b>HR:</b>	hazard ratio
<b>I:</b>	intervención
<b>IC:</b>	intervalo de confianza
<b>IEM:</b>	insuflación-exuflación mecánica
<b>IRR:</b>	incidence rate ratio (razón de tasa de incidencia)
<b>NR:</b>	no reportado
<b>NS:</b>	diferencias no estadísticamente significativas
<b>OR:</b>	odds ratio
<b>PaCO<sub>2</sub>:</b>	presión arterial de anhídrido carbónico
<b>PaO<sub>2</sub>:</b>	presión arterial de oxígeno
<b>PAO<sub>2</sub>:</b>	presión alveolar de oxígeno
<b>PEP:</b>	presión espiratoria positiva
<b>PIM:</b>	presión inspiratoria máxima
<b>ptcCO<sub>2</sub>:</b>	presión transcutánea de anhídrido carbónico
<b>ptcO<sub>2</sub>:</b>	presión transcutánea de oxígeno
<b>PvO<sub>2</sub>:</b>	presión venosa de oxígeno
<b>RIC:</b>	rango intercuartílico
<b>RR:</b>	riesgo relativo
<b>S:</b>	diferencias estadísticamente significativas
<b>SaO<sub>2</sub>:</b>	saturación arterial de oxígeno
<b>SpO<sub>2</sub>:</b>	saturación de oxígeno por pulsioximetría
<b>UCI:</b>	unidad de cuidados intensivos
<b>VAS:</b>	escala visual analógica
<b>VMI:</b>	ventilación mecánica invasiva
<b>VMNI:</b>	ventilación mecánica no invasiva
<b>VPI:</b>	ventilación percusiva intrapulmonar

## 2. Pregunta de investigación

A continuación se detallan los elementos de la pregunta de investigación establecida.

**Tabla 1. Pregunta de investigación:**

Criterios PICO de selección	
<b>P (población)</b>	<p><b>Población pediátrica</b> que presente alguna de las siguientes situaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Patologías neuromusculares graves:</b> atrofia muscular espinal de tipo 1, distrofias musculares, lesiones medulares cervicales altas, miopatías hereditarias, neuropatías hereditarias y genéticas, entre otras</li> <li><b>2. Intubación</b></li> <li><b>3. Patología pulmonar</b> que causa neumonías y atelectasias recurrentes: neumopatías congénitas, bronquiectasias, broncomalacias, bronquiolitis obliterante, síndrome de lóbulo medio en contexto de asma infantil</li> <li><b>4. Enfermedades neurológicas</b></li> <li><b>5. Parálisis cerebral</b></li> <li><b>6. Síndrome de Down</b> y otras <b>alteraciones genéticas</b> que implican patología pulmonar</li> <li><b>7. Niño crónico complejo</b></li> </ol>
<b>I (intervención) y C (comparación)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fisioterapia respiratoria vs no fisioterapia respiratoria</li> <li>• Fisioterapia respiratoria hospitalaria vs fisioterapia respiratoria ambulatoria</li> <li>• Fisioterapia realizada por profesional sanitario vs fisioterapia realizada por familiar o cuidador</li> <li>• Comparación entre diferentes técnicas de fisioterapia respiratoria</li> </ul> <p>En la medida de lo posible se hará una distinción entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Proceso agudo/subagudo (<math>\leq 3</math> meses tras agudización)</li> <li>-Proceso crónico (<math>&gt; 3</math> meses tras agudización)</li> </ul>
<b>O (outcomes)</b>	<p><b>Variables principales:</b></p> <p>Mortalidad</p> <p>Ingresos hospitalarios (frecuencia y duración)</p> <p>Parámetros respiratorios</p> <p>Requerimiento de tratamiento farmacológico (antibióterapia, corticoterapia)</p> <p>Clínica: disnea</p> <p><b>Variables secundarias:</b></p> <p>Clínica: tos</p> <p>Absentismo escolar</p> <p>Tolerancia, bienestar y calidad de vida percibida</p>

### 3. Criterios para la selección de estudios

Se consideraron estudios que incluyesen pacientes de hasta 18 años y aquellos en los cuáles la edad media de la población fuese de en torno a 20 años o inferior. Podía tratarse de estudios centrados en el proceso agudo/subagudo (<3 meses tras agudización) o en el crónico (>3 meses tras agudización).

Se excluyeron específicamente estudios que analizaran el efecto de la fisioterapia respiratoria en pacientes con fibrosis quística. Se excluyeron estudios centrados en pacientes con patologías infecciosas agudas, como la bronquiolitis aguda, sin alteración crónica de base.

Respecto a la intervención, se consideró la fisioterapia respiratoria para el drenaje de la vía aérea y/o higiene bronquial, realizada de manera manual, mecánica o de ambas formas. Adicionalmente, se incluyeron estudios en los que se emplearan inspirómetros y espirómetros como parte de la intervención. No se incluyeron estudios en los que se evaluara el entrenamiento de la musculatura respiratoria como intervención. Se consideraron estudios en los que se analizase una única intervención y también los que evaluaran una intervención de fisioterapia respiratoria combinada. Se consideró fisioterapia respiratoria hospitalaria a la realizada tanto en el propio hospital como a la llevada a cabo de manera ambulatoria por un profesional sanitario.

En cuanto al diseño de estudio, la revisión se centró en estudios primarios comparativos que analizaran al menos una de las variables de resultado preestablecidas. Se

priorizaron ensayos clínicos, procediendo en un segundo paso a estudios con otro tipo de diseños en caso de considerarlo necesario, como estudios cuasi-experimentales, estudios de cohortes, estudios de caso-control o estudios antes-después.

No se incluyeron revisiones sistemáticas, pero se revisaron las referencias incluidas en las mismas para identificar estudios primarios potencialmente elegibles.

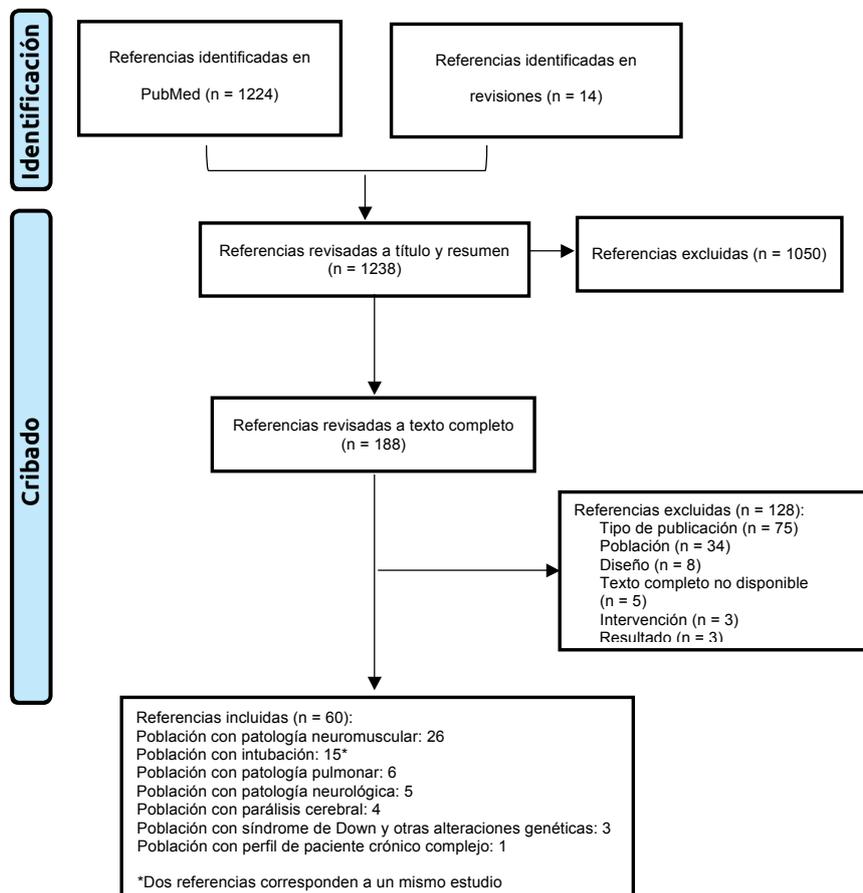
### 4. Estrategia de búsqueda y fuentes de evidencia

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica el 9 de noviembre de 2021 en PubMed. La estrategia de búsqueda empleada se muestra a continuación:

*("chest physiotherapy" OR "respiratory physiotherapy" OR "lung physiotherapy" OR (cough assist\*) OR "Insufflation-Exsufflation" OR "in-exsufflation" OR "airway clearance" OR "postural drainage" OR "mucus-mobilization" OR "intrapulmonary percussive ventilation" OR "high-frequency chest-wall compressions" OR "HFCWC" OR "Bronchial Hygiene" OR "incentive spirometer" OR "autogenic drainage") AND (children OR ("Child"[Mesh]) OR ("Infant"[Mesh])*

### 5. Resultado de la búsqueda

Se identificaron un total de 1238 referencias, de las cuales 1050 fueron excluidas en la fase de revisión de títulos y resúmenes. Las 188 referencias restantes fueron revisadas a texto completo, siendo excluidas 128. Finalmente, la revisión incluyó 60 referencias.



## 6. Revisión de la evidencia disponible

Las principales características de los estudios incluidos se muestran en el Anexo I.

A continuación se describe la evidencia obtenida para cada tipo de población.

### 6.1 Población con patologías neuromusculares graves

Se identificaron 26 estudios que analizaban la fisioterapia respiratoria en población pediátrica con patologías neuromusculares.

#### Mortalidad

Un estudio realizado por **Bach et al.** en 2002<sup>2</sup> que incluyó niños con atrofia muscular espinal (AME) de tipo I que desarrollaron fallo respiratorio siendo menores de 2 años, comparó los resultados de 16 niños con traqueostomía con los de 33 niños sometidos a ventilación mecánica no invasiva (VMNI) junto con insuflación-exuflación mecánica (IEM), registrando un fallecimiento en el primer grupo (6,3%) y dos en el segundo (6,1%).

Otro estudio realizado por **Lemoine et al.** en 2012<sup>3</sup>, también en niños con AME de tipo I compara el uso de BIPAP no invasivo durante el sueño nocturno y diurno, y el uso de un dispositivo de ayuda a la tos al menos dos veces al día iniciado en los primeros 3 meses tras el diagnóstico frente a otro grupo solo con terapia de soporte (otros soportes respiratorios, como el oxígeno suplementario y la aspiración). Encontraron una mayor supervivencia en el grupo de intervención (prueba log rank 0,047), aunque el HR ajustado no fue estadísticamente significativo (aHR=2,44; IC 95%: 0,84-7,1).

En el resto de estudios no se proporcionan datos comparativos.

#### Ingresos hospitalarios

En un ensayo clínico aleatorizado realizado por **Reardon et al.** en 2005<sup>4</sup> con 18 adolescentes con enfermedad neuromuscular con alteración de la función pulmonar, compararon la ventilación percusiva intrapulmonar (VPI) frente a la espirometría de incentivo (EI). El grupo de EI pasó más días hospitalizado (4,4/1000 paciente-día frente a 0/1000 paciente-día) que el grupo de VPI (razón de tasas de incidencia, 8,5; IC95% 1,1-67). El grupo de la VPI tuvo 0 episodios de neumonía o bronquitis bacteriana en comparación con 3 episodios en el grupo de EI, aunque la diferencia no alcanzó significación estadística.

En un estudio realizado por **Veldhoen et al.** en 2020<sup>5</sup> que incluye 37 niños con enfermedades neuromusculares y compara una técnica de IEM frente al periodo de 3 años previo a su introducción, se observó una reducción del número de hospitalizaciones por infecciones respiratorias por 1000 días (0,9 vs 3,7; p=0,006) y de los días de hospitalización por 1000 días (2,7 vs 33,6; p=0,001).

En un estudio realizado por **Moran et al.** en 2013<sup>6</sup> con diseño antes-después con 10 niños que empleaban IEM domiciliaria, hubo una reducción significativa de los días

de hospitalización a los 6 (p = 0,036) y a los 12 (p = 0,028) meses después del inicio de la IEM domiciliaria en comparación con el mismo período anterior a su uso. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de visitas al hospital o de hospitalizaciones, ni a los 6 ni a los 12 meses.

En un estudio realizado por **Niranjan et al.** en 1998<sup>7</sup> con 17 niños con enfermedad neuromuscular y fallo respiratorio agudo que requerían soporte ventilatorio se comparó la introducción de un protocolo de ventilación no invasiva con presión positiva intermitente y asistencia para la tos manual o mecánica con un control histórico previo a la introducción del protocolo en el que los niños habían recibido traqueostomía. El tiempo de hospitalización tras la introducción del protocolo fue significativamente inferior al de grupo control (3,5±0,5 vs 51,1±7,8).

En el estudio de **Lemoine et al.** en 2012<sup>3</sup>, que compara el uso de BIPAP y un asistente mecánico para la tos con terapia de soporte, no se encontraron diferencias en el número de pacientes que acudieron a urgencias ni en el número de visitas. Sí encontraron un mayor número de pacientes que ingresaron por fallo respiratorio (83% vs 46%, p=0,021), mayor número de ingresos por fallo respiratorio (mediana 2 vs 0) y menos días hasta la primera hospitalización por fallo respiratorio desde el diagnóstico (118 vs 979, p<0,0001).

El estudio de **Bach et al.** en 2002<sup>2</sup> que compara niños con traqueostomía con los que tenían VMNI junto con IEM no encuentra diferencias estadísticamente significativas en el número de hospitalizaciones ni en los días de hospitalización entre ambos grupos.

#### Parámetros respiratorios

##### Volumen pulmonar:

**Pigatto et al.** en 2021<sup>8</sup>. En 4 de los 6 sujetos (edad media 4±2,6 años) que incluyó el estudio se obtuvo un incremento del volumen pulmonar durante la respiración tidal tras la realización de IEM, habiéndose reducido en los casos restantes. El cambio del volumen pulmonar medio observado fue de 58,8±55,1 ml en valores absolutos, que supone un cambio medio de 15,3±10%.

##### Capacidad vital forzada (CVF):

En un ensayo clínico aleatorizado multicéntrico realizado por **Katz et al.** en 2019<sup>9</sup> se comparó la realización de ejercicios de reclutamiento de volumen pulmonar dos veces al día durante dos años junto con tratamiento convencional frente a tratamiento convencional en 67 niños con distrofia muscular de Duchenne (DMD) (mediana de edad 11,4 años, rango 6-16). No obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el cambio en el porcentaje de CVF predicho (diferencia media ajustada de 2,0 IC95%: -8,2, 12,3) ni en el tiempo hasta el 10% de disminución del porcentaje de CVF predicho.

**Sawnani et al.** realizaron en 2020<sup>10</sup> un ensayo clínico aleatorizado que incluía 34 niños con distrofias musculares (edad media 10,2±4,5 años) en el que comparaban una intervención con hiperinsuflación con asistente para

la tos durante 15 min/día frente al tratamiento de rutina durante un periodo de 12 meses. Encontraron diferencias estadísticamente significativas en la mejoría de la CVF a los 4 y 8 meses a favor de la intervención, pero no a los 12. En el ensayo clínico de **Reardon et al.** en 2005<sup>4</sup> (18 niños con mediana de edad de 17 años) no se observaron diferencias en la variación de CVF predicha entre los que recibieron VPI y los que emplearon EI.

Otro estudio con diseño antes-después realizado por **McKim et al.** en 2012<sup>11</sup> con 22 niños con DMD (edad media 19,6±2,4 años) también analiza el efecto de las maniobras de reclutamiento de volumen pulmonar (breath-stacking) (3-5 insuflaciones pulmonares máximas 2 veces al día) junto con tos asistida manual en caso de la existencia de secreciones. El descenso del porcentaje de CVF predicho fue de un 4,7% anual en el año previo a la intervención y del 0,5% anual en el año posterior. La diferencia entre el valor previo y el posterior, del 4,2% anual (IC95% 3,5-4,9; p=0,002), supone una mejora del 89% en la tasa anual de disminución de la CVF.

En un estudio de 2001 realizado por **Klefbeck et al.**<sup>12</sup> analizan con un diseño cruzado 8 niños con DMD y AME de tipo II (edad media 12 años, rango 8-17). Al comparar el uso de CPAP durante 3 semanas frente al control no obtienen diferencias en la CVF ni el porcentaje de CVF predicho a las 24, 48 y 72 horas de la inhalación de partículas marcadas para medir el aclaramiento pulmonar.

#### Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>):

En el ensayo clínico de **Reardon et al.** en 2005<sup>4</sup> no observaron diferencias en la variación de FEV<sub>1</sub> predicha entre los que recibieron ventilación percusiva intrapulmonar y los que emplearon espirometría de incentivo.

En el estudio de **Klefbeck et al.** en 2001<sup>12</sup> tampoco se encuentran diferencias en el FEV<sub>1</sub> ni en el porcentaje predicho tras el uso de CPAP durante 3 semanas.

El estudio de **Sawnani et al.** en 2020<sup>10</sup> tampoco encuentra diferencias a los 8 y a los 12 meses en esta variable al comparar la hiperinsuflación con asistente para la tos durante 15 minutos al día frente al tratamiento de rutina.

#### Presión/ volumen máximo de insuflación:

En el estudio de **Sawnani et al.** en 2020<sup>10</sup>, al comparar la hiperinsuflación con asistente para la tos durante 15 minutos al día frente al tratamiento de rutina, observaron una diferencia estadísticamente significativa en la presión inspiratoria máxima a los 4 y a los 12 meses, pero no en el volumen máximo de insuflación.

En otro estudio realizado por **Torres-Castro et al.** en 2016<sup>13</sup> que incluía a 14 niños con ventilación no invasiva domiciliar (mediana de edad de 12,5 años, rango 9-18), medían la capacidad de insuflación máxima (CIM) tras realizar una técnica de estancamiento de aire y otra de respiración glossofaríngea. La mediana de la capacidad vital basal fue de 1325 mL (IC 1084- 1594 mL), que aumentó de forma estadísticamente significativa después de ambas maniobras con una CIM media de 1930 mL (IC 1630-2434 mL) con la técnica de estancamiento de aire y 1600 mL (IC 1370 -1960) con la técnica de respiración glossofaríngea.

En el ensayo clínico de **Reardon et al.** en 2005<sup>4</sup> no se observaron diferencias en la variación de PIM entre los que recibieron ventilación percusiva intrapulmonar y los que emplearon espirometría de incentivo.

Un estudio con diseño antes-después realizado por **Dohna-Schwake et al.** en 2006<sup>14</sup> con 12 niños entre 6 y 10 años, encontró un aumento estadísticamente no significativo de 0,27±0,09 L en la CIM al aplicar una hiperinsuflación con un dispositivo de respiración intermitente de presión positiva junto con el cierre de la glotis.

En el estudio citado anteriormente de **McKim et al.** realizado en 2012<sup>11</sup>, al realizar maniobras de reclutamiento de volumen pulmonar y tos asistida manual si existían secreciones, no observan cambios estadísticamente significativos desde el inicio de la intervención en la CIM (0,1±0,4 L), el % CIM predicho (2,6±11,7) o en la presión inspiratoria máxima (PIM: 3,8±7,3 cm H<sub>2</sub>O).

En un estudio con diseño antes-después realizado por **Nygren-Bonnier et al.** en 2009<sup>15</sup> con 11 niños con AME de tipo II (edad media 11,2±2,9 años), observaron un incremento del volumen máximo de insuflación medio de 0,13 L (0,03-0,23) tras introducir una intervención con respiración glossofaríngea 4 días a la semana durante 8 semanas tras ser instruidos por un fisioterapeuta.

En el estudio de **Fauroux et al.** en 2008<sup>16</sup> en el que se incluyen 17 niños con patología neuromuscular (edad 5-18 años), la IEM se asoció con una mejoría estadísticamente significativa de la PIM en la nariz.

#### Flujo máximo de tos:

En el estudio de **Torres-Castro et al.** en 2016<sup>13</sup> se obtuvieron mejorías estadísticamente significativas en el flujo máximo de tos con las técnicas de estancamiento de aire (220 L/min; IC 178-278) y la respiración glossofaríngea (195 L/min; IC 158-267) frente al basal (175 L/min; IC 130-200).

En un estudio realizado por **Brito et al.** en 2009<sup>17</sup> en 30 pacientes con DMD con VMNI nocturna (edad media 20±4 años), se aplicaron técnicas de compresión torácica, estancamiento de aire o la combinación de ambos. Frente a un flujo máximo de tos basal de 171±67 L/min, obtienen flujos mayores con la compresión torácica (231±81 L/min), el estancamiento de aire (225±80 L/min) y la combinación de ambas (292±86 L/min). La combinación de las técnicas mejoró más el flujo máximo de tos frente a cada técnica de forma individual, y no encontraron diferencias significativas al comparar cada técnica individualmente.

En otro estudio realizado por **Chatwin et al.** en 2003<sup>18</sup> incluyendo 8 niños con enfermedades neuromusculares (edad media 13-14 años), registraron el flujo máximo de tos durante la tos no asistida, seguida en orden aleatorio por tos asistida por fisioterapia, ventilación no invasiva, insuflación y exuflación, y exuflación sola. Obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para la insuflación/exuflación frente a la no asistencia, pero no para la fisioterapia, la VMNI y la exuflación sola.

En el estudio de **Dohna-Schwake et al.** en 2006<sup>14</sup> mencionado anteriormente observaron un aumento en el flujo



máximo de tos en el 92% de los pacientes tras realizar hiperinsuflación con un dispositivo de respiración intermitente de presión positiva junto con el cierre de la glotis, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $68 \pm 22$  L/min).

En otro estudio realizado por **Iskandar et al.** en 2019<sup>19</sup>, que incluía 11 niños con DMD (mediana de edad de  $13 \pm 4$  años), compararon la diferencia en el flujo máximo de tos al realizar exuflación asistida manualmente, estancamiento de aire asistido o ambas técnicas. Encontraron diferencias estadísticamente significativas con las 3 opciones, excepto en pacientes con flujo basal  $< 160$  ml/min para estancamiento de aire asistido.

En el estudio de **McKim** en 2012<sup>11</sup> encontraron una disminución del flujo máximo de tos desde el inicio de la intervención, tanto espontáneo como con bolsa, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $-18,1 \pm 62,2$  y  $-18,6 \pm 91,4$  ml/min respectivamente).

En **Kan et al.** en 2018<sup>20</sup> realizaron un estudio incluyendo 30 niños con enfermedad neuromuscular (edad media  $12 \pm 3$  años) en el que comparaban la tos con asistencia manual asistida por un fisioterapeuta, la tos con asistencia manual por familiar/cuidador previa formación, y la tos sin asistencia post intervención. Frente a la tos no asistida pre-intervención no encontraron diferencias en el flujo máximo de tos con ninguna de las técnicas.

En otro estudio realizado por **Kang et al.** en 2005<sup>21</sup> se comparó el flujo máximo de tos en 71 pacientes con DMD con la tos no asistida, con asistencia manual y/o con estancamiento de aire. Respecto a la tos no asistida ( $217,7 \pm 65,9$  L/min) se encontró un mejor flujo máximo de tos tanto con la asistencia manual ( $250,6 \pm 66,2$  L/min), el estancamiento de aire ( $257,8 \pm 65,8$  L/min) y la combinación de ambas ( $285,8 \pm 75,9$  L/min).

En el estudio de **Fauroux et al.** en 2008<sup>16</sup> en el que se incluyen 17 niños con patología neuromuscular (edad media  $14 \pm 5,4$  años), la IEM se asoció con una mejoría estadísticamente significativa del flujo máximo de la tos.

#### PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, acidosis

En el estudio realizado por **Chen et al.** en 2014<sup>22</sup> que incluía 16 niños con enfermedades neuromusculares y fallo respiratorio agudo (edad media 8,1 años, rango 3 meses-18 años) en una unidad de cuidados intensivos, tras aplicar BIPAP combinada con asistencia para la tos mediante IEM no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> a las 12 ó 24 h, pero sí una reducción de la PaCO<sub>2</sub> y la acidosis. En el estudio de **Piastra et al.** en 2006<sup>23</sup>, que incluía el mismo tipo de pacientes (edad 3 meses-12 años), encontraron un aumento de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> a las 3 y a las 12 horas respecto a la basal al introducir la VMNI con presión positiva (aumento medio de 165 y 253 respectivamente).

En el estudio de **Fauroux et al.** en 2008<sup>16</sup> en el que se incluyen 17 niños con patología neuromuscular, la IEM se asoció con una reducción estadísticamente significativa de la presión parcial del CO<sub>2</sub> exhalado.

En el estudio de **Dohna-Schwake et al.** en 2011<sup>24</sup> que incluye 74 niños con fallo respiratorio agudo y una mediana de edad de 6 años, de los cuales 15 presentaban patología neuromuscular, la VMNI mejoró de la SaO<sub>2</sub> de manera estadísticamente significativa tras 1-2 h (post 1-2 h 96% vs basal 94%), no habiéndose encontrado diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia respiratoria, pH, PaCO<sub>2</sub> ni FiO<sub>2</sub> a partir de la primera hora con VMNI respecto a los valores basales.

#### Otras variables de función respiratoria:

En el estudio de **Jenkins et al.** 2014<sup>25</sup> que incluye 24 niños con DMD con una media de edad de 11 años (rango: 3-19), el estancamiento respiratorio involuntario se asoció a un incremento estadísticamente significativo del volumen tidal (pre 277 vs post 310 ml), frecuencia respiratoria (pre 27 vs post 28 respiraciones/minuto) y de la ventilación minuto (pre 6,8 vs post 8 L/min). No se observaron cambios en la SaO<sub>2</sub>.

#### Éxito/fracaso de la ventilación:

En un estudio realizado por **Chen et al.** en 2014<sup>22</sup> mencionado anteriormente, se obtuvo un porcentaje de éxito en del 75% al aplicar BIPAP combinada con asistencia para la tos mediante IEM. En el estudio de **Piastra et al.** en 2006<sup>23</sup> observaron también un porcentaje de éxito del 80% en la ventilación al aplicar VMNI con presión positiva.

#### Éxito/fracaso de la extubación:

En el año 2000 **Bach et al.**<sup>26</sup> publicaron un estudio que incluía 11 niños con AME de tipo I y con fallo respiratorio agudo (edad en el momento de la primera intubación/soporte ventilatorio: 3-28 meses), en el que comparaban el uso de asistencia para la tos manual y mecánica e IEM frente a manejo convencional, obteniendo una importante mejoría en el éxito de la extubación (OR de éxito 18,72; IC95% 2,85-92,56).

#### Incidencia de atelectasia:

En un estudio de 2013 realizado por **Bilan et al.**<sup>27</sup> con 70 niños con patologías neuromusculares susceptibles de colapso pulmonar (edad media 2-12 años), se comparó el uso de una técnica de vibración con percusión torácica frente a la supervisión, obteniéndose una incidencia de atelectasia significativamente inferior con la intervención (16,6% intervención vs 40% control).

#### **Requerimiento de tratamiento farmacológico**

En el estudio de **Reardon et al.** en 2005<sup>4</sup> en el que compararon VPI frente a la EI, el uso de antibióticos fue significativamente mayor con la EI (24/1000 paciente-día) en comparación con la VPI (0/1000 paciente-día) (ratio de incidencia 43; IC 95% 6-333).

Ninguno de los estudios identificados proporciona datos acerca del requerimiento de corticoterapia en los participantes.



### Signos o síntomas clínicos

Ninguno de los estudios identificados proporciona información acerca del desarrollo o evolución de la tos o la disnea entre los participantes.

### Absentismo escolar

El estudio de **Reardon et al.** en 2005<sup>4</sup>, en el que compararon VPI frente a la EI, registró que tres pacientes del grupo EI faltaron 5 días al centro escolar por enfermedad respiratoria, frente a 1 día perdido por un paciente del grupo de VPI; esta diferencia no fue estadísticamente significativa (IRR, 4,8; IC95% 0,5-37).

### Tolerancia, bienestar y calidad de vida percibida

En el ensayo clínico de **Sawnani et al.** en 2020<sup>10</sup> en el que comparaban una intervención con hiperinsuflación con asistente para la tos frente al tratamiento de rutina, no encontraron diferencias en la calidad de vida reportada por el niño a los 4, 8 y 12 meses, y sí en la reportada por el cuidador en el mes 4, aunque no en los meses 8 y 12.

En el estudio realizado por **Moran et al.** en 2013<sup>6</sup> con diseño antes-después sobre IEM domiciliaria, el investigador principal aplicó una encuesta diseñada a los padres de cada niño por teléfono o en persona durante una visita ambulatoria sobre los efectos en el estilo de vida y el bienestar de su hijo y su familia. Nueve padres informaron de que la IEM mejoró la calidad de vida de su hijo (el padre restante no apreció ninguna diferencia). Un efecto positivo en estilo de vida expresado con frecuencia fue la posibilidad de permanecer en casa durante las exacerbaciones respiratorias. Estas situaciones se solían gestionar mediante consultas telefónicas con el médico o el fisioterapeuta respiratorio.

En el estudio de **Chatwin et al.** en 2003<sup>18</sup> donde se aplicó tos asistida por fisioterapia, ventilación no invasiva, insuflación y exuflación, y exuflación sola, no hallaron diferencias en el confort o la angustia percibidos entre las diferentes técnicas respecto al inicio utilizando una escala visual analógica.

En el estudio de **Veldhoen et al.** en 2020<sup>5</sup> que compara una técnica de IEM frente al periodo de 3 años previo a su introducción, se facilitaron cuestionarios a los cuidadores y obtuvieron que la mediana de la puntuación de satisfacción para la eliminación de las secreciones fue de 9,0 sobre 10 (RIC 8,0-10,0), y de 9,0 sobre 10 (RIC 7,8-10,0) para la prevención de las infecciones respiratorias. La comodidad del niño durante el tratamiento con IEM tuvo una puntuación media de 8,5 sobre 10 (RIC 6,8-10,0). Tres pacientes informaron de molestias ocasionales tras el tratamiento con IEM (dolor de garganta, dolor muscular, náuseas). Todos los padres, incluidos los de pacientes que interrumpieron el tratamiento con IEM, lo recomendarían a otros pacientes.

En el estudio de **Chen et al.** de 2013<sup>22</sup> en el que aplicaban BIPAP combinada con asistencia para la tos mediante IEM, se observó buena tolerancia en los 16 niños incluidos.

En el estudio de **Fauroux et al.** en 2008<sup>16</sup> en el que se incluyen 17 niños con patología neuromuscular, la IEM se asoció con una mejoría estadísticamente significativa de la puntuación en la escala de confort respiratorio en una escala visual analógica (VAS) sobre 100 puntos.

### Resumen de la evidencia en población con patologías neuromusculares graves

En los estudios que analizan población pediátrica con patología neuromuscular, la evidencia acerca del efecto de la fisioterapia respiratoria en la mortalidad es escasa, sin mostrar un beneficio relevante. No obstante, los resultados en cuanto a hospitalizaciones parecen mostrar una tendencia hacia mejores resultados con la fisioterapia respiratoria. Uno de los estudios identificados, en el que se compara el empleo de BIPAP y un asistente mecánico para la tos con terapia de soporte, obtuvo resultados desfavorables a la fisioterapia, aunque las peores condiciones basales que presentaban los pacientes que recibieron fisioterapia podrían explicar estos hallazgos<sup>3</sup>. El mayor volumen de evidencia se centra en el análisis del impacto de la fisioterapia respiratoria en las variables de funcionalidad pulmonar. En este sentido, en términos generales, la fisioterapia estaría relacionada con una mejoría en variables como el volumen pulmonar, presión y volumen máximo de insuflación, o flujo máximo de la tos. En otras variables como la capacidad vital forzada, volumen espiratorio forzado en el primer segundo y el PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, los estudios o bien no muestran diferencias o muestran resultados favorables a la fisioterapia respiratoria. No se dispone de evidencia acerca del efecto de la fisioterapia respiratoria frente a su no realización sobre el requerimiento de antibioterapia y corticoterapia, los signos y síntomas clínicos, o el absentismo escolar. Los resultados acerca de la calidad de vida tienden a mostrar una mejoría con la fisioterapia respiratoria. En los estudios en los que se analizó el confort, la tolerancia y la satisfacción de los niños y sus cuidadores, la fisioterapia respiratoria fue valorada de manera positiva en general.

### 6.2 Población con intubación

Se identificaron 15 referencias (14 estudios diferentes) que analizaban la fisioterapia respiratoria en población pediátrica con intubación.

#### Mortalidad

El estudio de **Bagley et al.** en 2005<sup>28</sup> evaluó la combinación de posicionamiento, percusión de pared torácica y succión por tubo endotraqueal en el periodo inmediato tras la extubación en comparación con el posicionamiento y succión sin percusión en 177 neonatos intubados. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos comparados en la mortalidad previa al alta hospitalaria (1 de 88 en el grupo intervención vs 4 de 89 en el grupo control; RR 0,25 IC95% 0,03-2,22).

En el estudio de **Wong et al.** en 2003<sup>29</sup> en el que se comparaba la compresión manual de la pared torácica frente a la percusión combinada con la vibración en neonatos con atelectasia, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad entre ambos grupos.

En el estudio de **Vianello et al.** en 2011<sup>30</sup> se analiza el efecto de la VMNI junto con asistencia para la tos manual o mecánica frente a tratamiento médico estándar que incluye oxigenoterapia, fisioterapia torácica convencional (drenaje postural, compresión torácica y/o presión en abdomen, y succión nasotraqueal y/u oral) y tratamiento farmacológico estándar en 20 niños ingresados en UCI con enfermedad neuromuscular sometidos a extubación. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad entre ambos brazos de tratamiento (0 de 10 con la intervención vs 2 de 10 en el brazo con el tratamiento médico estándar).

### Ingresos hospitalarios

En el estudio de **Vianello et al.** en 2011 anteriormente mencionado<sup>30</sup>, la duración de la estancia en UCI fue significativamente inferior en los participantes que recibieron VMNI junto con asistencia para la tos en comparación con los que recibieron tratamiento médico estándar (7,8±3,9 vs 23,8±15,8 días).

### Parámetros respiratorios

En el estudio de **Bagley et al.** en 2005<sup>28</sup> en el que se analizaba el impacto de la percusión de pared torácica en neonatos intubados con ventilación mecánica (edad media 7-8 días), no se hallaron diferencias entre los grupos en la incidencia de colapso post-extubación durante el primer periodo con ventilación mecánica (17,2% de pacientes en el grupo intervención vs 19,8% en el grupo control; RR 0,97 IC95% 0,67-1,4) ni tampoco en los posteriores periodos con ventilación (18,8% de pacientes en grupo intervención vs 19,8% en grupo control; RR 0,92 IC95% 0,61-1,4). Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la aparición de apnea en las 24 horas post-extubación, en la necesidad de reintubación a las 24 horas ni en la duración de la oxigenoterapia ni de la ventilación mecánica.

El estudio de **Deakins et al.** en 2002<sup>31</sup> comparó la fisioterapia torácica (percusión, clapping y vibración) (5 pacientes) con la VPI (7 pacientes), ambas realizadas durante 10-15 minutos cada 4 horas (mediana de edad 3,1 años, rango 7 semanas-14 años). Al comparar la puntuación de atelectasia antes y después de las técnicas, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con la fisioterapia respiratoria (pre: media de 2,0 vs post: media de 2,6), pero se observó una mejoría estadísticamente significativa con la VPI (pre: media de 2,3 vs post: media de 0,9). El tiempo desde la intervención hasta la resolución de la atelectasia fue significativamente inferior con la VPI (3,1 vs 6,2 días). Ninguno de los grupos mostró cambios en el cumplimiento estático, saturación de oxígeno ni frecuencia respiratoria con la intervención.

En el estudio de **Wong et al.** en 2003<sup>29</sup> que compara la compresión manual de la pared torácica frente a la percusión combinada con la vibración en neonatos con atelectasia (edad gestacional en torno a 28 semanas), la compresión de la pared torácica se asoció a un mayor porcentaje de resolución de la atelectasia (81% vs 23%,  $p < 0,001$ ), siendo necesarias un número significativamente inferior de sesiones para alcanzar la reexpansión completa de los lóbulos atelectáticos en comparación con la percusión y

vibración. No se observaron diferencias significativas en las recurrencias de la atelectasia ni en el número de sujetos con fallo en la reexpansión de la atelectasia entre ambos tipos de intervención. En cuanto a los parámetros ventilatorios, en ambos grupos se observó una reducción de la FiO<sub>2</sub> y de la PIM tras la intervención, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de intervención. Tampoco se encontraron diferencias entre ambos grupos en el cambio en la saturación de oxígeno. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la duración de la ventilación mecánica, duración de la dependencia de oxígeno ni en la incidencia de displasia broncopulmonar entre ambas estrategias. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de pacientes que presentaron un volumen de secreciones superior a 0,2 ml.

En el estudio de **Main et al.** en 2004<sup>32,33</sup>, que analizó 83 niños intubados con soporte ventilatorio completo (mediana de edad de 9 meses), no se obtuvieron cambios estadísticamente significativos en los parámetros de función pulmonar con la fisioterapia respiratoria ni con la succión al comparar los valores obtenidos 15 minutos tras la intervención con los valores basales. En cuanto a las variables de recambio gaseoso, no se observaron diferencias con la succión, mientras que con la fisioterapia respiratoria se observó una reducción estadísticamente significativa en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, exceso de base y saturación de oxígeno, sugiriendo una leve acidosis metabólica, no hallando cambios significativos en el pH, PaCO<sub>2</sub> ni PaO<sub>2</sub>. Al comparar la fisioterapia respiratoria con la succión, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas en los parámetros de función respiratoria a los 15 minutos tras la técnica, aunque sí en el cambio del volumen tidal espiratorio y la distensibilidad pulmonar a los 30 minutos, favoreciendo a la fisioterapia. También se observan diferencias entre ambas técnicas en las variables de recambio gaseoso a los 30 minutos, favoreciendo a la succión. Al corregir los resultados en las diferentes variables por otros posibles factores, no se observó una relación entre el tipo de intervención y los resultados.

El estudio de **Shannon et al.** en 2015<sup>34</sup> comparó la realización de fisioterapia respiratoria llevada a cabo por un fisioterapeuta especialista en el área respiratoria frente a realización por un fisioterapeuta no especialista en 5 niños intubados con ventilación mecánica (mediana de edad de 1,2 años). En ambos grupos se observó un incremento estadísticamente significativo en la distensibilidad pulmonar y el volumen tidal respecto al valor basal. En ambos grupos se observó una reducción significativa inmediata en la resistencia respiratoria. No se observaron cambios relevantes en la PIM en ninguno de los grupos. Al comparar ambos tipos de intervención, el porcentaje de pacientes con mejoría clínicamente relevante fue significativamente superior con la fisioterapia realizada por un fisioterapeuta especialista (63% vs 43%, OR 2,3 IC95% 1,1-4,7).

El estudio de **Almeida et al.** en 2005<sup>35</sup> analizó el efecto de la realización de una técnica manual de incremento de flujo espiratorio realizada por un fisioterapeuta en 22 niños con fallo respiratorio obstructivo agudo intubados con VMI (edad media 3,1 meses, rango 1-11). Tras la

técnica se observó un incremento estadísticamente significativo en la frecuencia respiratoria (pre:  $34,36 \pm 12,73$  vs post:  $40,45 \pm 21,92$  respiraciones/minuto),  $\text{SaO}_2$  (pre:  $97,31 \pm 2,56\%$  vs post:  $98,37 \pm 1,29\%$ ) y  $\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$  (pre:  $0,494 \pm 0,169$  vs post:  $0,534 \pm 0,185$ ). No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el resto de variables ( $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , volumen tidal espiratorio y alveolar, volumen de espacio muerto, resistencia inspiratoria y espiratoria, cumplimiento dinámico). En la totalidad de los participantes fue posible la extubación y todos fueron dados de alta de la UCI.

En el estudio de **Bloomfield et al.** en 1998<sup>36</sup>, que evaluó el efecto de la fisioterapia torácica en el periodo periextubación en bebés intubados (mediana de edad gestacional 29 semanas), los pacientes que no recibieron dicha técnica fueron extubados antes que los pacientes que recibieron fisioterapia torácica [mediana 10 (rango: 1-119) días de edad en el momento de extubación en el grupo intervención frente a mediana de 6 (rango: 1-90) días de edad en el grupo control]. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la  $\text{FiO}_2$  entre ambos grupos [mediana 0,21 (rango: 0,21-1,0) en el grupo intervención vs 0,21 (rango: 0,21-0,75) en el grupo control] ni tampoco en el porcentaje de pacientes con pérdida de volumen. Tampoco se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el porcentaje de participantes que presentó atelectasia postextubación ni en porcentaje que desarrolló enfermedad pulmonar crónica.

**Finer et al.** en 1979<sup>37</sup> llevaron a cabo un estudio prospectivo controlado que incluyó 42 neonatos intubados durante más de 24 horas que fueron sometidos a extubación (media de edad en el momento de intubación 16 h grupo intervención, 63 h grupo control). Al comparar la fisioterapia torácica frente a su no realización, dicha intervención se asoció a una incidencia significativamente inferior de atelectasia postextubación (0 de 21 vs 8 de 21) y de reintubación por atelectasia postextubación (0 de 21 vs 7 de 21).

En el estudio de **Gregson et al.** en 2007<sup>38</sup> que aplicó una técnica manual de inflación pulmonar con o sin vibración de la pared torácica y succión en 55 niños intubados con ventilación mecánica (mediana de edad 1,6 años, rango 0,02-13,7), se observó un incremento estadísticamente significativo del flujo espiratorio máximo, de la presión máxima de inflado y del volumen inspiratorio con la inflación pulmonar manual con o sin vibración, en comparación con los valores previos a la técnica.

En el estudio de **Gregson et al.** en 2012<sup>39</sup> que aplicó la misma intervención que en el estudio anterior en 105 niños (mediana de edad 1,3 años, rango 1 semana-15,9 años), se observó un incremento estadísticamente significativo en el flujo espiratorio máximo (incremento de un 22% vs basal con la inflación pulmonar y de un 76% con inflación+vibración), flujo inspiratorio máximo (incremento de un 34% vs basal con la inflación pulmonar y de un 47% con inflación+vibración), en la presión máxima de inflado (incremento de un 31% vs basal con la inflación y de un 57% con inflación+vibración) y en el volumen de inflación (incremento de un 21% vs basal y de un 67% con inflación+vibración) en comparación con los valores previos a la intervención con la inflación pulmonar manual con o sin vibración.

El estudio de **Leelarungrayub et al.** en 2016<sup>40</sup> comparó la intervención combinada de drenaje postural con percusión manual, vibración y succión (grupo "a"), con la misma técnica previa administración de un aerosol (grupo "b"), y con la no intervención en 52 niños intubados (edad media 5-6 meses). No se observaron cambios estadísticamente significativos en la puntuación de daño pulmonar en el grupo "a" ni en el grupo "b" respecto a los valores basales. Se observó un aumento estadísticamente significativo en el índice de oxigenación (ratio  $\text{PvO}_2/\text{FiO}_2$ ) tras el 4º día en el grupo "a" y en el 6º día en el grupo "b" respecto a los valores del día 1, mientras que en el grupo control no se observaron cambios estadísticamente significativos.

En el estudio de **Leelarungrayub et al.** en 2017<sup>41</sup> que incluyó 40 niños intubados (edad media en torno a 5 meses), la puntuación de daño pulmonar se mantuvo estable tras la intervención (pre:  $1,09 \pm 0,19$ , rango: 0,9-1,5 vs post:  $1,00 \pm 0,09$ , rango: 0,8-1,4) y se observó un aumento del ratio  $\text{PvO}_2/\text{FiO}_2$  (pre:  $129,77 \pm 10,65$ , rango: 110-152 vs post:  $162,85 \pm 16,46$ , rango: 145-195).

El estudio de **Mehta et al.** en 2016<sup>42</sup> que analizó el efecto de la fisioterapia torácica (posicionamiento para drenaje postural+percusión+vibración) en neonatos pretérmino con síndrome de distrés respiratorio (edad media  $9,55 \pm 5,86$  días), obtuvo una mejoría estadísticamente significativa de la frecuencia respiratoria, la puntuación en la escala Silverman Anderson (medida del distrés respiratorio) y la saturación de oxígeno.

En el estudio de **Vianello et al.** en 2011<sup>30</sup> llevado a cabo en niños ingresados en UCI con enfermedad neuromuscular sometidos a extubación (edad media  $23 \pm 12,2$  años intervención,  $35 \pm 20$  años control), la ventilación no invasiva junto con asistencia para la tos se asoció a una menor incidencia de reintubación y requerimiento de traqueostomía en comparación con el tratamiento médico estándar (reintubación: 3 de 10 vs 10 de 10,  $p=0,002$ ; traqueostomía: 3 de 10 vs 9 de 10,  $p=0,01$ ).

### Requerimiento de tratamiento farmacológico

El estudio de **Bloomfield et al.** en 1998<sup>36</sup> evaluó el efecto de la fisioterapia torácica en el periodo periextubación en 220 bebés intubados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de participantes que requirieron corticoides entre el grupo intervención y el grupo control (16,5% en el grupo intervención vs 16,2% en el grupo control).

No se dispone de evidencia sobre el impacto de la fisioterapia en el requerimiento de antibioterapia.

### Signos o síntomas clínicos

Ninguno de los estudios identificados analiza el impacto de la fisioterapia respiratoria sobre el desarrollo o el cambio sobre la tos o la disnea.

### Absentismo escolar

Ninguno de los estudios identificados analiza el impacto de la fisioterapia respiratoria sobre el absentismo escolar.

### Tolerancia, bienestar y calidad de vida percibida

En el estudio de **Bagley et al.** en 2005<sup>28</sup> en el que se evaluaba el efecto de la percusión de la pared torácica, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de intervención y el grupo control en el desarrollo de hemorragia intraventricular ni en la aparición de alteraciones cerebrales mayores.

El estudio de **Deakins et al.** en 2002<sup>31</sup> comparó la fisioterapia torácica (percusión, clapping y vibración) (5 pacientes) con la VPI (7 pacientes), no presentando ninguno de los participantes eventos adversos como consecuencia de la intervención.

En el estudio de **Wong et al.** en 2003<sup>29</sup>, que compara la compresión manual de la pared torácica frente a la percusión combinada con la vibración en neonatos con atelectasia, tampoco se objetivaron diferencias estadísticamente significativas en la aparición de hemorragia intraventricular ni de lesiones quísticas cerebrales múltiples.

En el estudio de **Shannon et al.** en 2015<sup>34</sup>, se observaron eventos adversos en un 12,7% de los casos que recibieron la intervención por un fisioterapeuta no entrenado frente a un 4,8% de los casos que la recibieron por un fisioterapeuta entrenado.

En el estudio de **Gregson et al.** en 2007<sup>38</sup>, la técnica manual de inflación pulmonar con o sin vibración de la pared torácica y succión fue calificada como aceptable para las familias de los niños y para los profesionales sanitarios, no habiéndose registrado ningún evento adverso.

En el estudio de **Vianello et al.** en 2011<sup>30</sup> en el que se compara la ventilación no invasiva junto con asistencia para la tos frente a tratamiento médico estándar, todos los participantes del grupo intervención toleraron la ventilación no invasiva. Dos pacientes en dicho grupo presentaron abrasión cutánea en la nariz, que no requirió discontinuación de la intervención.

En el estudio de **Almeida et al.** en 2005<sup>35</sup>, que analizó una técnica manual de incremento de flujo espiratorio en 22 niños, ninguno de los participantes presentó signos de distrés respiratorio, bradicardia, taquicardia, neumotórax ni fracturas óseas.

### Resumen de la evidencia en población con intubación

La evidencia identificada no muestra diferencias en la mortalidad con la fisioterapia respiratoria. En el único estudio en el que se analiza la duración de la estancia en UCI<sup>30</sup>, los resultados fueron favorables a la VMNI junto con asistencia para la tos frente al tratamiento médico estándar que incluyó oxigenoterapia y fisioterapia torácica convencional. Ninguno de los estudios identificados analizó el efecto de la fisioterapia respiratoria en el requerimiento de antibioterapia. Un estudio que evaluó su impacto en el requerimiento de corticoterapia y que analizó la fisioterapia torácica periextubación en 220 bebés intubados, no obtuvo diferencias entre el grupo que recibió fisioterapia y el que no la recibió<sup>36</sup>. En la mayor parte de los estudios la fisioterapia respiratoria produjo una mejoría en las variables de funcionalidad pulmonar. En

el estudio anteriormente mencionado, los pacientes no sometidos a fisioterapia torácica fueron extubados antes que los que sí la recibieron, y no identificaron diferencias en la incidencia de atelectasia postextubación<sup>36</sup>. Al contrario, en otro estudio en el que se analizaron 42 neonatos en UCI intubados<sup>37</sup>, la fisioterapia torácica se asoció a una menor incidencia de atelectasia postextubación y de reintubación postatelectasia. En un estudio que incluía 20 niños en UCI con enfermedad neuromuscular intubados, la VMNI junto con asistencia para la tos se asoció a una menor incidencia de reintubación y requerimiento de traqueostomía frente al manejo estándar<sup>30</sup>. La tolerancia a la fisioterapia fue aceptable según la evidencia analizada. Dicha intervención no se asoció a una mayor incidencia de eventos adversos, y los eventos adversos registrados no llevaron a la discontinuación del tratamiento. En el único estudio en el que se compara la fisioterapia respiratoria llevada a cabo por un fisioterapeuta entrenado frente a un fisioterapeuta no entrenado<sup>34</sup>, la incidencia de eventos adversos fue superior en el segundo caso (4,8% vs 12,7%).

### 6.3 Población con patología pulmonar

Se identificaron 6 estudios que analizaban la fisioterapia respiratoria en población pediátrica con patología pulmonar.

**Al-Alaiyan et al.**<sup>43</sup> realizaron un ensayo clínico aleatorizado en 1996 con 64 niños en la UCI neonatal que habían estado intubados durante al menos 24 horas (edad en el momento de la intubación 2-12 días). Tras su extubación recibieron de forma aleatoria fisioterapia respiratoria (drenaje postural y vibración torácica bilateral, con succión si lo precisaban) cada dos horas, cada cuatro horas, o sin fisioterapia. No encontraron diferencias estadísticamente significativas en la aparición de atelectasias post-extubación entre los 3 grupos (13% sin fisioterapia, 31,5% con fisioterapia cada 2 horas, 27,2% con fisioterapia cada 4 horas). Tampoco encontraron diferencias en el subgrupo de niños que habían sido intubados por enfermedad pulmonar primaria.

**Indinnimeo et al.**<sup>44</sup> realizan en 2007 un ensayo clínico con 24 niños de 11 años de media con enfermedades pulmonares crónicas con abundante producción de secreciones que realizaban previamente terapia física torácica en domicilio sin supervisión. Al inicio del estudio todos se encontraban en situación estable, no requerían oxígeno y no habían presentado síntomas respiratorios agudos en el último mes. Se les asignó de forma aleatoria a recibir un programa de fisioterapia respiratoria ambulatoria realizada por un fisioterapeuta (30 minutos de drenaje postural, percusión, vibración y compresión torácica, estimulación de la tos y ejercicios de respiración por la boca y la nariz, 3 días a la semana durante un mes), o solo la terapia habitual no supervisada en domicilio. Realizaron pruebas de función pulmonar antes de iniciar la intervención, un mes después y un año después. Un mes después del programa de rehabilitación la evaluación de la función pulmonar mostró que el volumen de gas torácico había mejorado y era significativamente inferior en el grupo de intervención que en el control (mediana 114,7% vs 150,7%). Tras un año de seguimiento hallaron una mejoría estable en el grupo supervisado (114,5% vs 174,3%;  $p < 0,05$ ), y una mejoría en el FEV1, que era mayor en el grupo de interven-

ción que en el control (mediana 86% vs 69,3%;  $p < 0,05$ ). No observaron diferencias en la capacidad vital forzada o la capacidad residual funcional a lo largo del seguimiento.

**Giannantonio et al.**<sup>45</sup> realizaron en 2010 un estudio con niños prematuros con enfermedades pulmonares (edad media 6-11 días). Aplicaron el volteo reflejo según el método de Votja, tres veces al día, a 21 niños con enfermedad de la membrana hialina durante la primera semana de vida que recibían CPAP (grupo 1) y a 13 niños con enfermedad pulmonar persistente después de la primera semana de vida y que recibían oxigenoterapia (grupo 2). En el grupo 1 hallaron que la  $pO_2$  y la  $SaO_2$  medias mejoraron respecto a la basal después de la estimulación, mientras que no observaron diferencias en la presión transcutánea de  $CO_2$  ( $ptcCO_2$ ) y en la frecuencia respiratoria. En el grupo 2 encontraron mejoría en la  $ptcCO_2$ , pero en la  $SaO_2$  la diferencia no fue estadísticamente significativa. Además, según los test realizados en los dos grupos del estudio, no mostraron dolor ni signos de estrés durante ni después de la estimulación.

**Yen Ha et al.**<sup>46</sup> realizaron en 2007 un estudio con 6 niños hospitalizados con sospecha de atelectasia con una media de 3 años a los que aplicaron una técnica de VPI desde el primer día. En estos niños, la puntuación de atelectasia (*Atelectasis score*) disminuyó de 2,5 (1-4) a 1,25 (2-3) puntos ( $p = 0,34$ , NS) (4: colapso completo; 0: resolución completa). Los seis pacientes tuvieron una mejora significativa de la  $SO_2$  (de  $93,2 \pm 0,8$  a  $95,3 \pm 0,8$ ;  $p = 0,002$ ) y la puntuación clínica ( $2,8 \pm 0,9$  a  $0,8 \pm 0,6$ ,  $p = 0,012$ ). Tras 5 días de tratamiento con VPI, todos se estimaron estables y pudieron ser dados de alta. No se observó ningún acontecimiento adverso o efecto secundario del tratamiento con VPI durante el estudio.

En 2010 **Sirithangkul et al.**<sup>47</sup> realizaron un estudio en niños con traqueomalacia (edad media  $12,5 \pm 2,7$  años) para determinar la eficacia de aumentar los niveles de presión espiratoria positiva (PEP) durante la tos para aumentar el flujo espiratorio y mejorar la eficiencia de la tos. Cuarenta niños de entre 8 y 18 años, con fístula traqueo-esofágica (FTE) reparada realizaron una espirometría seguida de una espirometría de la tos con PEP de 0, 5, 10, 15 y 20  $cmH_2O$  utilizando una válvula PEP ajustable. Se calculó el flujo espiratorio de la tos entre el 25 y el 75 % de la capacidad vital ( $FET_{25-75}$ ) con el fin de representar la eficacia de la tos en el volumen pulmonar medio. En los niños con FTE, el  $FET_{25-75}$  aumentó una media del 18,8% (IC95% 4,4-33,2), el 1,7% (IC95%-2,6-26,0) y el 0,5% (IC95%-13,7-14,7) a PEP de 5, 10 y 15  $cmH_2O$  respectivamente, pero disminuyó un 2,4% (-13,4-8,5) a PEP de 20  $cmH_2O$ . Concluyen que el uso de una válvula PEP ajustable aumenta la  $FET_{25-75}$  durante la espirometría con tos y puede ser un complemento útil de la fisioterapia torácica en niños con traqueomalacia.

**O'Rourke et al.**<sup>48</sup> publicaron en 2020 un estudio retrospectivo con 63 niños con bronquiectasias con exacerbación que requerían antibioterapia intravenosa (mediana de edad 6 años, rango 1-17). Algunos de ellos fueron hospitalizados y recibieron el tratamiento antibiótico intravenoso junto con fisioterapia respiratoria para el aclaramiento de las vías respiratorias por un fisioterapeuta. Otros niños después de iniciar el tratamiento en el hos-

pital accedieron a hospitalización domiciliaria, con visitas diarias para evaluación y administración de antibiótico, y dos veces al día de un fisioterapeuta para aclaramiento de las vías respiratorias. No encontraron diferencias entre el grupo tratado en el hospital y el grupo de hospitalización domiciliaria en la duración del uso de antibióticos intravenoso (14 vs 14 días;  $p = 0,53$ ), la resolución de síntomas (67% vs 69%;  $p = 0,85$ ), el número de niños con eventos adversos (17% vs 9%;  $p = 0,39$ ), la continuación con antibióticos al alta (44% vs 24%,  $p = 0,12$ ) o el tiempo hasta el siguiente ingreso (42 vs 67 días;  $p = 0,52$ ).

### Resumen de la evidencia en población con patología pulmonar

En población con patología pulmonar, en los estudios en los que se compara la realización de fisioterapia respiratoria frente a su no realización o el cambio tras su realización en comparación con la situación basal, se observan resultados dispares, desde la ausencia de diferencias hasta una mejoría en las variables de funcionalidad pulmonar con la fisioterapia. No se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la aparición de atelectasia postextubación ni en el cambio en la puntuación de atelectasia. Los participantes no presentaron dolor, estrés ni otro tipo de eventos adversos.

En estudio en el que se comparó la realización de un programa de fisioterapia respiratoria hospitalaria ambulatoria añadido a la terapia habitual no supervisada en domicilio frente a realizar únicamente terapia domiciliaria no supervisada, los resultados en cuanto al volumen de gas torácico y  $FEV_1$  fueron favorables a la intervención combinada tras un año de seguimiento, aunque no se obtuvieron diferencias en la capacidad vital forzada o la capacidad residual funcional<sup>44</sup>.

En otro estudio realizado en niños con bronquiectasias y exacerbaciones en el que se comparó la hospitalización convencional con fisioterapia hospitalaria frente a hospitalización a domicilio con ejercicios realizados por un fisioterapeuta 2 veces al día en domicilio, no se hallaron diferencias en la duración de la antibioterapia, resolución de los síntomas ni en el tiempo hasta el siguiente ingreso<sup>48</sup>.

### 6.4 Población con patología neurológica

Se identificaron 5 estudios que analizaban la fisioterapia respiratoria en población pediátrica con patología neurológica.

En el estudio de **Yuan et al.** en 2010<sup>49</sup> en el que se comparan la oscilación de la pared torácica de alta frecuencia con la fisioterapia torácica convencional, ambos llevados a cabo por un cuidador entrenado, en 23 niños con parálisis cerebral o enfermedades neuromusculares (edad media 13-14 años), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el número de pacientes con las hospitalizaciones con requerimiento de antibioterapia intravenosa ni tampoco en el número de pacientes que requirió antibioterapia oral. Tampoco se identificaron diferencias significativas en el subgrupo de pacientes con parálisis cerebral ni en el subgrupo con enfermedades neuromusculares. El nivel máximo de saturación de oxígeno tras la intervención fue significa-

tivamente superior con la oscilación de la pared torácica (100% vs 98%), aunque no se identificaron diferencias relevantes entre ambos grupos en la saturación de oxígeno tras la intervención, en el cambio tras la intervención ni el tiempo con saturación superior al 90%. En cuanto al índice de apnea-hipopnea, no se hallaron diferencias relevantes entre ambos grupos en el valor tras la intervención, aunque el cambio observado en dicho índice tras la intervención respecto al valor basal fue favorable a la fisioterapia torácica convencional (mediana del cambio en índice apnea-hipopnea: -3,6 con fisioterapia convencional vs +4,1 con oscilación de la pared torácica). La adherencia a la intervención fue significativamente superior con la oscilación de la pared torácica. No se registraron eventos adversos durante los 5 meses de estudio.

El estudio de **Fitzgerald et al.** en 2014<sup>50</sup> evaluó el efecto de la compresión de la pared torácica de alta frecuencia realizada en domicilio en 22 niños con daño neurológico grave (edad media 9,55±5,57 años). Se observó una reducción en la incidencia de hospitalizaciones a los 12 meses desde el inicio de la intervención (pre 64% vs post 36%), siendo las diferencias estadísticamente significativas en el segundo año desde el inicio de la intervención (pre 87% vs post 13%). En el segundo año desde el inicio de la intervención también se observó una reducción estadísticamente significativa de la duración de la estancia hospitalaria respecto al año anterior a la intervención.

**Lin et al.**<sup>51</sup> llevaron a cabo en 2019 un estudio de cohortes retrospectivo en el que incluyeron 3632 niños con daño neurológico que habían tenido al menos un ingreso hospitalario por neumonía (edad media 7,6±6,5 años). Analizaron la aparición de posteriores ingresos (al menos 30 días después) por neumonía en función de diferentes intervenciones que han sido recomendadas por guías clínicas en esta situación y ajustando por diferentes factores de confusión como variables sociodemográficas, complejidad médica o gravedad del ingreso índice. Un 5% de los niños recibieron fisioterapia respiratoria. Sólo la atención dental se asoció a un menor riesgo de hospitalización por neumonía. La fisioterapia respiratoria ambulatoria de cualquier tipo se asoció a un mayor riesgo de hospitalización por neumonía (aOR: 2,03; IC95% 1,29–3,20), junto con otras exposiciones, incluyendo la colocación de una sonda de gastrostomía, antibióticos ambulatorios antes de la hospitalización, o visita clínica antes y después de la hospitalización (aOR: 1,72; IC95% 1,35-2,20). Como los propios autores indican, estas asociaciones pueden ser posiblemente debidas a una confusión por indicación no resuelta, es decir, a la peor situación basal de los niños a los que se les aplicó la intervención.

**Wolff et al.**<sup>52</sup> publicaron en 2015 un estudio en el que describían el desarrollo y la evaluación de un servicio comunitario de fisioterapia respiratoria para niños con daño neurológico grave y riesgo de ingresos hospitalarios recurrentes por infecciones respiratorias. El equipo estaba formado por pediatras especializados en neurología, neurodiscapacidad y respiratorio, fisioterapeutas y enfermería). La intervención consistía en un programa de fisioterapia torácica diaria dirigida, que incluía técnicas manuales, succión y el empleo de equipos para incrementar el volumen pulmonar y para inducir la tos, el entrenamiento de padres y cuidadores, y un servicio de inter-

vencción rápida. Realizaron una evaluación antes-después con 34 niños de estas características con una mediana de edad de 5 años. La intervención consistió en una evaluación especializada por el fisioterapeuta y el equipo médico, el desarrollo de un programa diario de fisioterapia torácica a medida (incluyendo técnicas manuales, manejo de la vía aérea por succión y el uso de equipos para aumentar el volumen pulmonar y facilitar la tos), la formación de los padres y cuidadores, un servicio de fisioterapia respiratoria de respuesta rápida para la resolución de situaciones agudas y, en el caso de los niños hospitalizados, la coordinación por parte del terapeuta con el personal de la planta y de cuidados intensivos para facilitar el alta hospitalaria y continuar con las técnicas de limpieza de la vía aérea en la comunidad. Se evaluó la evolución de 34 niños que habían permanecido en este programa durante más de 12 meses a los 28 meses de su implantación. En estos 34 niños hallaron un descenso significativo en los ingresos hospitalarios agudos por infecciones del tracto respiratorio después de la intervención (12 meses previos vs 12 meses posteriores: 43 vs 25). También se redujo de forma significativa en el mismo periodo el número de días de hospitalización (383 vs 236) y el número de visitas a urgencias sin ingreso hospitalario posterior (17 vs 5). No hubo eventos adversos atribuibles a la intervención. El número de muertes de niños con neurodiscapacidad en ese distrito no se modificó (8 el año antes y después).

**Moreno-Bermejo et al.**<sup>53</sup> realizaron en 2021 un estudio cuasi-experimental con evaluaciones antes-después, en el que cada paciente fue su propio control. En él se realizaban seis sesiones quincenales de fisioterapia y talleres de higiene postural a niños de 0 a 6 años con afectación neurológica crónica y respiratoria. Se evaluaron variables clínicas respiratorias, secreciones expectoradas, reagudizaciones respiratorias y calidad de vida mediante el cuestionario PedsQL. Las evaluaciones fueron realizadas al inicio, al final de la intervención y a los tres meses de la misma. Tras la intervención, en los 30 niños se observó una mejora significativa ( $p<0,001$ ) respecto al inicio en la media de saturación de oxígeno (98,3 vs 94,37%), frecuencia cardiaca (103,6 vs 126,03 latidos/minuto), frecuencia respiratoria (34,27 vs 42,13 respiraciones/minuto) y volumen de secreciones (28,17 vs 45,33 mL). Esta mejoría se mantuvo a los tres meses de finalizar la intervención. La media de reagudizaciones respiratorias disminuyó ( $p<0,001$ ) respecto a los seis meses previos: hospitalizaciones (0,5 vs 1,6), visitas a urgencias (1,53 vs 2,59) y visitas a pediatría de atención primaria (5,03 vs 7). La puntuación media del cuestionario PedsQL incrementó significativamente ( $p<0,001$ ) tras la intervención, tanto para salud física (un 27%, hasta 73,4) como mental (un 12% hasta 70,1).

### Resumen en población con patología neurológica

El único estudio que proporciona datos acerca de la mortalidad, no halló diferencias con la fisioterapia respiratoria. La mayor parte de los estudios que incluyen población pediátrica con patología neurológica muestran una reducción de la incidencia de hospitalizaciones y de su duración, así como del número de visitas a urgencias y a pediatría de Atención Primaria. Sin embargo, un estudio de cohortes retrospectivo que incluye 3632 niños con daño neurológico<sup>51</sup>, obtuvo que la fisioterapia respirato-

ria ambulatoria estuvo asociada a un mayor riesgo de hospitalización por neumonía tras ajustar por diferentes factores de confusión, aunque los autores indican que este hallazgo puede deberse a un posible sesgo de indicación que no se corregiría a pesar de haber ajustado los resultados y solo el 5% recibieron fisioterapia respiratoria. Los datos acerca de variables de función pulmonar muestran una mejoría de los mismos con la fisioterapia respiratoria, junto con resultados favorables en relación al volumen de secreciones y las reagudizaciones respiratorias. No se registraron eventos adversos en aquellos estudios en los que se analizó su aparición. Uno de los estudios identificados analizó el cambio en la calidad de vida tras la realización de fisioterapia respiratoria combinada con higiene postural<sup>53</sup>, encontrando una mejoría significativa tanto para la salud física como para la mental.

En un estudio en el que se comparó la oscilación de la pared torácica de alta frecuencia frente a la fisioterapia torácica convencional, no se identificaron diferencias entre ambas técnicas en las hospitalizaciones ni en el requerimiento de antibioterapia<sup>49</sup>. La fisioterapia convencional fue superior en cuanto al cambio en el índice de apnea-hipopnea. La adherencia resultó superior con la oscilación de la pared torácica. No se registraron eventos adversos a lo largo del estudio.

### 6.5 Población con parálisis cerebral

Se identificaron 4 estudios que analizaban la fisioterapia respiratoria en población pediátrica con parálisis cerebral.

En el estudio de **Choi et al.** en 2016<sup>54</sup> en el que se analizan 50 niños con parálisis cerebral espástica y con una edad media de 11 años, se observó una mejoría estadísticamente significativa en la mayoría de parámetros de función pulmonar (FEV<sub>1</sub>, CVF, flujo espiratorio máximo) con la combinación de ejercicios de rehabilitación y la utilización de un espirómetro de incentivo respecto al periodo previo a dicha intervención, aunque no se observaron cambios significativos en FEV<sub>1</sub>/CVF. Sin embargo, en el grupo que fue sometido únicamente a ejercicios de rehabilitación no se observaron cambios estadísticamente significativos en la función pulmonar al compararlos con el periodo previo. Las diferencias en FEV<sub>1</sub> y CVF entre los niños que recibieron rehabilitación y espirómetro frente a los que solo recibieron rehabilitación fueron estadísticamente significativas. En cambio, las diferencias entre ambos grupos para las variables FEV<sub>1</sub>/CVF y flujo espiratorio máximo no resultaron estadísticamente significativas.

En el estudio de **Siriwat et al.** en 2018<sup>55</sup>, en el que se compara la IEM frente a la fisioterapia torácica convencional (percusión torácica, vibración, drenaje postural, asistencia manual de la tos) en niños con parálisis cerebral hospitalizados con infecciones respiratorias de vías bajas (mediana de edad 6,4 años, rango: 7 meses-12 años), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en la duración de la estancia hospitalaria, tampoco en el subgrupo de pacientes con atelectasia. Se observó una mejoría de la frecuencia respiratoria y de la saturación de oxígeno en ambos grupos tras 4 días de intervención, sin hallarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. La frecuencia respiratoria fue ligeramente superior en el grupo de fisioterapia

torácica a lo largo del estudio. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en los días con requerimiento de oxigenoterapia, tampoco en el subgrupo de pacientes con atelectasia. En el subgrupo de pacientes con atelectasia, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de intervención en el porcentaje de pacientes con mejoría de la atelectasia. Durante el periodo de estudio no se registró ningún episodio de neumotórax o compromiso cardiovascular. Únicamente un sujeto presentó síntomas leves de reflujo gastroesofágico.

En el estudio de **Bertelli et al.** en 2019<sup>56</sup> se analizó el efecto de un acelerador de flujo espiratorio o ventilador electrónico utilizado en el ámbito domiciliario en 11 niños con parálisis cerebral y tos inefectiva (edad 5,5±4,3 años). Dicho dispositivo elimina las secreciones bronquiales de manera no invasiva, sin generar tos. Al comparar la utilización del dispositivo durante un periodo de 12 meses con los 12 meses anteriores a su empleo, se observó una reducción estadísticamente significativa en el número de visitas a urgencias (5 vs 23, reducción de un 74%). A su vez se observó una reducción de un 38% en el número de ingresos hospitalarios y de un 17% en la duración de la estancia hospitalaria, aunque estas diferencias no resultaron estadísticamente significativas. El empleo domiciliario de un acelerador de flujo espiratorio o ventilador electrónico se asoció a una reducción de un 74% en la necesidad de tratamiento farmacológico domiciliario para el tratamiento de las exacerbaciones respiratorias. En cuanto al alivio de los síntomas en una escala de 0 a 10 (siendo el 0 la mejor valoración y el 10 la peor valoración), los cuidadores otorgaron una puntuación de 1,5±1,0, de 0,6±0,9 y de 1,4±1,3 a los 3, 6 y 12 meses, respectivamente. En relación a la reducción de secreciones se obtuvieron puntuaciones de 1,9±2,9, 1,6±1,4 y de 2,6±1,5 a los 3, 6 y 12 meses, respectivamente. No se registró ningún evento adverso durante los 12 meses del estudio. Al evaluar la utilidad del dispositivo en una escala de 0 a 10 (siendo el 0 la mejor valoración y el 10 la peor valoración), los cuidadores proporcionaron una puntuación de 0,8±1,2 a los 3 meses, de 0,7±1,0 a los 6 meses, y de 1,1±1,8 a los 12 meses de tratamiento. La puntuación de los cuidadores para la condición general de los niños fue de 2,0±1,2, 1,7±1,5 y de 1,0±1,2 a los 3, 6 y 12 meses, respectivamente. En la valoración global (que incluye la utilidad, alivio de síntomas, reducción de secreciones y condición general), que tiene una puntuación que va desde 0 (mejor valoración) a 40 (peor valoración), se obtuvieron unos valores de 6,2±4,1, 4,8±2,9 y de 5,8±3,8 a los 3, 6 y 12 meses respectivamente. El 100% de los cuidadores calificaron el dispositivo como efectivo para eliminar secreciones y la utilización del dispositivo como "fácil". Todos reportaron mejoría en la condición general de los sujetos. En los 3, 6 y 12 meses de tratamiento, el 54,5% de los cuidadores reportó no haber discontinuado el tratamiento en ningún momento.

En el estudio de **Garuti et al.** en 2016<sup>57</sup> en el que se analiza el efecto de un acelerador de flujo espiratorio o ventilador electrónico en 8 niños con parálisis cerebral y daño pulmonar grave (edad media 8,3±6,1 años) se observó una reducción estadísticamente significativa en la duración de la estancia hospitalaria debido a problemas respiratorios (pre 9,81±10,55 días vs 0 días a los 18 meses

de intervención). Se observó una reducción de la duración del tratamiento antibiótico, siendo las diferencias estadísticamente significativas desde los primeros 6 meses de intervención (pre  $35,14 \pm 17,99$  días vs  $9,75 \pm 8,31$  días a los 6 meses;  $4,8 \pm 12,62$  días a los 18 meses). No se registraron eventos adversos como dolor, distrés ni dificultad para tolerar la intervención durante la intervención.

### Resumen de la evidencia en población con parálisis cerebral

La evidencia acerca del efecto de la fisioterapia en población pediátrica con parálisis cerebral muestra que dicha intervención parece asociarse a una reducción de las visitas a urgencia y de los ingresos hospitalarios, así como de su duración. También se constata un efecto favorable en cuanto a reducción de la necesidad de tratamiento farmacológico para tratar las exacerbaciones respiratorias, así como una disminución de la duración del tratamiento antibiótico. La fisioterapia estuvo asociada a una mejoría en variables como en FEV<sub>1</sub>, CVF y flujo espiratorio máximo, aunque no se observaron diferencias significativas en FEV<sub>1</sub>/CVF. La valoración realizada por los cuidadores de los niños participantes en un estudio en el que se evaluaba el uso de un acelerador de flujo espiratorio o ventilador electrónico fue favorable en cuanto a la utilidad y facilidad de manejo del dispositivo, el alivio de los síntomas, la reducción de secreciones y la mejoría en la condición general de los niños<sup>56</sup>. En los estudios identificados no se registraron eventos adversos relevantes.

En el único estudio en el que se comparan dos modalidades de fisioterapia respiratoria entre sí, la IEM frente a la fisioterapia torácica convencional (percusión torácica, vibración, drenaje postural, asistencia manual de la tos)<sup>55</sup>, no se hallaron diferencias entre ambas técnicas en la duración de la estancia hospitalaria. En ambos casos se evidenció una mejoría en variables de funcionalidad pulmonar, sin observarse diferencias relevantes entre ambas modalidades.

### 6.6 Población con síndrome de Down y otras alteraciones genéticas que implican patología pulmonar

Se identificaron 3 estudios que analizaban la fisioterapia respiratoria en población pediátrica con síndrome de Down y otras alteraciones genéticas que implican patología pulmonar.

#### Discinesia ciliar primaria

En el estudio de **Bingol et al.** en 2020<sup>58</sup> en el que se compara la PEP con la fisioterapia torácica convencional en 30 niños entre 6-20 años con discinesia ciliar primaria, se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa en FEV<sub>1</sub>, flujo espiratorio máximo y flujo espiratorio forzado tras 3 meses de intervención respecto a los valores basales con la PEP, mientras que con la fisioterapia torácica convencional únicamente se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa en la CVF. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el cambio en las variables de función pulmonar ni en la saturación de oxígeno. Tampoco se observaron diferencias entre ambos grupos en la tasa de exacerbaciones agudas pulmonares ni en el tiempo hasta la primera exacerbación. La valoración del confort y la efectividad fue

significativamente superior con la presión oscilatoria positiva respecto a la fisioterapia torácica convencional. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el cumplimiento. No se registraron eventos adversos a lo largo del estudio.

En el estudio de **Gokdemir et al.** en 2014<sup>59</sup> en el que se compara la oscilación de la pared torácica de alta frecuencia realizada en el domicilio frente a la rehabilitación pulmonar convencional realizada en el hospital en 24 niños entre 7-18 años con discinesia ciliar primaria, se observó una mejoría estadísticamente significativa en los parámetros de función pulmonar (CVF, FEV<sub>1</sub>, flujo espiratorio máximo y flujo espiratorio forzado) tras la intervención respecto a los valores basales en ambos grupos. No se observaron diferencias significativas en el cambio en los parámetros de función pulmonar y saturación de oxígeno entre ambos grupos. La valoración del confort fue más favorable a la oscilación de la pared torácica. Respecto a la efectividad, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas. Ningún paciente sufrió desaturación.

#### Síndrome de Down

En el estudio de **Ibrahim et al.** en 2019<sup>60</sup> en el que se compara la combinación de ejercicios oromotores y el empleo de espirómetro de incentivo frente a la realización de ejercicios oromotores, ambos realizados durante 5 días, en 34 niños entre 6-12 años con síndrome de Down, se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa en las variables de función pulmonar en ambos grupos con la intervención realizada respecto a los valores previos a la intervención (CVF: Ejercicios+espirómetro +54,3%; ejercicios +23,8%; FEV1: ejercicios+espirómetro +45%; ejercicios +12,9%; flujo espiratorio máximo: ejercicios+espirómetro: +54%; ejercicios +16,8%). A pesar de que no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en los valores previos ni en los posteriores a la intervención, las estimaciones apuntaron a resultados más favorables con la combinación de ejercicios oromotores y espirómetro.

### Resumen de la evidencia en población con síndrome de Down y otras alteraciones genéticas que implican patología pulmonar

La evidencia disponible acerca de población pediátrica con discinesia ciliar primaria muestra una mejoría en las variables de función pulmonar con la oscilación de la pared torácica de alta frecuencia y con la presión espiratoria oscilatoria positiva respecto a los valores basales, sin observarse diferencias significativas entre dichas técnicas y la fisioterapia convencional en la magnitud del cambio observado en las variables de función pulmonar ni tampoco en la incidencia de exacerbaciones agudas pulmonares<sup>58,59</sup>.

En el único estudio que analizó población pediátrica con síndrome de Down, tanto en el brazo en que se empleó el espirómetro de incentivo junto con ejercicios oromotores como el brazo en el que únicamente se realizaron ejercicios oromotores, se observó una mejoría en las variables de función pulmonar respecto a la situación basal, no habiéndose identificado diferencias destacables entre ambos tipos de intervención en los resultados observados<sup>60</sup>.

### 6.7 Población con perfil de paciente crónico complejo

Únicamente se identificó un estudio que analizase población pediátrica con perfil de paciente crónico complejo. Dicho estudio (Lagerkvist et al. en 2005<sup>61</sup>) investigó si la fisioterapia torácica con PEP podría mejorar la PaO<sub>2</sub> y/o disminuir la PaCO<sub>2</sub> en niños gravemente discapacitados con acumulación de moco en las vías respiratorias. Incluyeron a 18 niños con una edad media de 7,5 años (DE 4,3; rango 1,7-17,8 años). Se registraron la tcPO<sub>2</sub>, la tcPCO<sub>2</sub> y la frecuencia respiratoria antes y después del tratamiento con PEP. La tcPO<sub>2</sub> media aumentó 1,0 kPa (rango de -0,2 a 3,4 kPa) inmediatamente después del tratamiento con PEP (p=0,0001). No se observaron cambios significativos en la tcPCO<sub>2</sub> ni en la frecuencia respiratoria. La reproducibilidad del efecto del tratamiento con PEP fue buena, con un aumento significativo de la tcPO<sub>2</sub> en todas las repeticiones. Todos los niños presentaron buena tolerancia al tratamiento.

#### Resumen de la evidencia en población con perfil de paciente crónico complejo

En niños gravemente discapacitados con acumulación de moco en las vías respiratorias, la aplicación de presión espiratoria positiva resultó en una mejoría en ciertas variables de función pulmonar respecto a la situación basal, sin hallarse un cambio significativo en otras. La tolerancia de los participantes a la intervención fue calificada como adecuada<sup>61</sup>.

## 7. Conclusiones

El perfil de pacientes en los que se ha evaluado más ampliamente el papel de la fisioterapia respiratoria corresponde a población que presenta patologías neuromusculares, seguido de pacientes pediátricos intubados.

La mayor parte de los estudios identificados han evaluado el papel de la fisioterapia respiratoria en variables de funcionalidad pulmonar. La evidencia disponible al respecto muestra que dicha intervención se asocia a una mejoría de los parámetros respecto a los valores previos a la misma, si bien en ciertas variables no se han observado diferencias estadísticamente significativas respecto a no realizar fisioterapia respiratoria. Estos hallazgos se han evidenciado en todos los perfiles de pacientes pediátricos analizados. Adicionalmente, los estudios que analizaron población pediátrica con intubación concluyeron que la fisioterapia conllevó una menor incidencia de reintubación.

En general, la fisioterapia respiratoria ha mostrado una reducción de las hospitalizaciones y su duración, así como una disminución en las visitas a urgencias. Estos hallazgos se han constatado en estudios llevados a cabo en población pediátrica con patología neuromuscular, pacientes con intubación, pacientes con patología neurológica y en población pediátrica con parálisis cerebral.

Se dispone de evidencia limitada acerca del impacto de la fisioterapia respiratoria en la mortalidad. Este aspecto únicamente ha sido evaluado en estudios llevados a cabo

en pacientes con patología neuromuscular, en pacientes con intubación, y en pacientes con patologías neurológicas. Los estudios que analizaron la mortalidad no hallaron diferencias estadísticamente significativas con la fisioterapia respiratoria.

La escasa evidencia identificada en relación al efecto de la fisioterapia en el requerimiento de tratamiento farmacológico, pone de manifiesto un efecto positivo sobre el tratamiento farmacológico para tratar las exacerbaciones y la duración del tratamiento antibiótico en población pediátrica con parálisis cerebral. En cuanto al requerimiento de corticoides, no se observaron diferencias en población pediátrica con intubación al comparar la fisioterapia respiratoria con su no realización.

Los estudios identificados muestran en general una adecuada tolerancia y satisfacción de los pacientes y sus cuidadores en relación a la fisioterapia. Generalmente, la fisioterapia no conllevó un aumento de eventos adversos, y los eventos adversos identificados no resultaron relevantes ni llevaron a la discontinuación de la intervención. Aunque muy pocos estudios analizaron el cambio en la calidad de vida de los sujetos, la fisioterapia respiratoria tendió a asociarse a una mejoría de la misma.

La revisión llevada a cabo presenta ciertas limitaciones a destacar. En general, la evidencia acerca del efecto de la fisioterapia respiratoria en población pediátrica procede de estudios con un tamaño muestral limitado, siendo muchos de ellos estudios observacionales antes-después, y existiendo pocos ensayos clínicos para obtener evidencia de alta calidad. Adicionalmente, gran parte de los estudios incluyen pacientes que presentan más de una condición o patología de las preespecificadas, lo que constituye una limitación a la hora de identificar si existen ciertos perfiles de pacientes que podrían verse más beneficiados que otros con la fisioterapia respiratoria. Por otro lado, existe una elevada heterogeneidad en cuanto al tipo de técnica de fisioterapia respiratoria evaluada, tratándose en un gran número de estudios de una intervención combinada. Ello dificulta el poder extraer conclusiones sobre el impacto de cada tipo de técnica de fisioterapia respiratoria de manera independiente. En la evidencia disponible que compara de manera directa diferentes tipos de fisioterapia respiratoria entre sí, no se aprecian en general diferencias destacables entre las distintas técnicas. No resulta posible determinar de manera fiable si cabría esperar diferencias entre las técnicas de fisioterapia manuales frente a las mecánicas. Aunque con limitada certeza, los resultados serían más favorables cuando la fisioterapia la lleva a cabo un fisioterapeuta especializado en técnicas respiratorias frente a un fisioterapeuta no especializado, y cuando se combina la fisioterapia realizada por un fisioterapeuta a nivel ambulatorio y la fisioterapia domiciliar no supervisada frente a la realización de fisioterapia no supervisada de manera independiente. No se han identificado diferencias relevantes cuando se compara la fisioterapia realizada por un fisioterapeuta a nivel hospitalario frente a cuando se lleva a cabo por estos mismos profesionales a nivel ambulatorio.

## 8. Bibliografía

1. Martínez Carrasco C, Cols Roig M, Salcedo Posadas A, Sardon Prado O, Asensio De La Cruz O, Torrent Vernetta A. Respiratory treatments in neuromuscular disease. *An Pediatr.* 2014;81(4):259.e1-259.e9. doi:10.1016/j.anpedi.2014.04.008
2. Bach JR, Baird JS, Plosky D, Navado J, Weaver B. Spinal muscular atrophy type 1: management and outcomes. *Pediatr Pulmonol.* 2002;34(1):16-22.
3. Lemoine TJ, Swoboda KJ, Bratton SL, Holubkov R, Mundorff M, Srivastava R. Spinal muscular atrophy type 1: are proactive respiratory interventions associated with longer survival? *Pediatr Crit Care Med.* 2012;13(3):e161-5.
4. Reardon CC, Christiansen D, Barnett ED, Cabral HJ. Intrapulmonary percussive ventilation vs incentive spirometry for children with neuromuscular disease. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2005;159(6):526-531. doi:10.1001/archpedi.159.6.526
5. Veldhoen ES, Verweij-van den Oudenrijn LP, Ros LA, et al. Effect of mechanical insufflation-exsufflation in children with neuromuscular weakness. *Pediatr Pulmonol.* 2020;55(2):510-513. doi:10.1002/ppul.24614
6. Moran FCE, Spittle A, Delany C, Robertson CF, Massie J. Effect of home mechanical in-exsufflation on hospitalisation and life-style in neuromuscular disease: A pilot study. *J Paediatr Child Health.* 2013;49(3):233-237. doi:10.1111/jpc.12111
7. Niranjana V, Bach JR. Noninvasive management of pediatric neuromuscular ventilatory failure. *Crit Care Med.* 1998;26(12):2061-2065. doi:10.1097/00003246-199812000-00042
8. Pigatto AV, Kao TJ, Mueller JL, Baker CD, DeBoer EM, Kupfer O. Electrical impedance tomography detects changes in ventilation after airway clearance in spinal muscular atrophy type I. *Respir Physiol Neurobiol.* 2021;294:103773. doi:10.1016/j.resp.2021.103773
9. Katz S, Momoli F, Barrowman N, et al. Stacking Exercises Attenuate the Decline in Fvc and Sick Time (Steadfast). *Chest.* 2019;156(4):A245-A246. doi:10.1016/j.chest.2019.08.296
10. Sawhani H, Mayer OH, Modi AC, et al. Randomized trial of lung hyperinflation therapy in children with congenital muscular dystrophy. *Pediatr Pulmonol.* 2020;55(9):2471-2478. doi:10.1002/ppul.24954
11. McKim DA, Katz SL, Barrowman N, Ni A, Leblanc C. Lung volume recruitment slows pulmonary function decline in duchenne muscular dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(7):1117-1122. doi:10.1016/j.apmr.2012.02.024
12. Klefbeck B, Svartengren K, Camner P, et al. Lung clearance in children with duchenne muscular dystrophy or spinal muscular atrophy with and without CPAP (Continuous positive airway pressure). *Exp Lung Res.* 2001;27(6):469-484. doi:10.1080/019021401750414010
13. Torres-Castro R, Vilaró J, Vera-Urbe R, Vasconcello L, Puppo H. Acute Effects of Air Stacking Versus Glossopharyngeal Breathing in Patients with Neuromuscular Disease. *Br J Med Res.* 2016;14(3):1-8. doi:10.9734/bjmmr/2016/23192
14. Dohna-Schwake C, Ragette R, Teschler H, Voit T, Mellies U. IPPB-assisted coughing in neuromuscular disorders. *Pediatr Pulmonol.* 2006;41(6):551-557. doi:10.1002/ppul.20406
15. Nygren-Bonnier M, Markström A, Lindholm P, Mattsson E, Klefbeck B. Glossopharyngeal pistoning for lung insufflation in children with spinal muscular atrophy type II. *Acta Paediatr Int J Paediatr.* 2009;98(8):1324-1328. doi:10.1111/j.1651-2227.2009.01343.x
16. Fauroux B, Guillemot N, Aubertin G, Nathan N, Labit A, Clément A, et al. Physiologic benefits of mechanical insufflation-exsufflation in children with neuromuscular diseases. *Chest.* 2008;133(1):161-168. doi:10.1378/chest.07-1615
17. Brito MF, Moreira GA, Pradella-Hallinan M, Tufik S. Air stacking and chest compression increase peak cough flow in patients with Duchenne muscular dystrophy. 2009;35(10):973-979. doi:10.1590/s1806-37132009001000005
18. 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;21(3):502-508. doi:10.1183/09031936.03.00048102
19. Iskandar K, Sunartini, Nugrahanto AP, et al. Use of air stacking to improve pulmonary function in Indonesian Duchenne muscular dystrophy patients: Bridging the standard of care gap in low middle income country setting. *BMC Proc.* 2019;13(Suppl 11):1-7. doi:10.1186/s12919-019-0179-4
20. Kan AF, Butler JM, Hutchence M, Jones K, Widger J, Doumit MA. Teaching manually assisted cough to caregivers of children with neuromuscular disease. *Respir Care.* 2018;63(12):1520-1527. doi:10.4187/respcare.06213
21. Kang SW, Kang YS, Moon JH, Yoo TW. Assisted cough and pulmonary compliance in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Yonsei Med J.* 2005;46(2):233-238. doi:10.3349/ymj.2005.46.2.233
22. Chen TH, Hsu JH, Wu JR, et al. Combined noninvasive ventilation and mechanical in-exsufflator in the treatment of pediatric acute neuromuscular respiratory failure. *Pediatr Pulmonol.* 2014;49(6):589-596. doi:10.1002/ppul.22827
23. Piastra M, Antonelli M, Caresta E, Chiaretti A,





- Polidori G, Conti G. Noninvasive ventilation in childhood acute neuromuscular respiratory failure: A pilot study. *Respiration*. 2006;73(6):791-798. doi:10.1159/000090777
24. Dohna-Schwake C, Stehling F, Tschiedel E, Wallot M, Mellies U. Non-invasive ventilation on a pediatric intensive care unit: Feasibility, efficacy, and predictors of success. *Pediatr Pulmonol*. 2011;46(11):1114-1120. doi:10.1002/ppul.21482
25. Jenkins HM, Stocki A, Kriellaars D, Pasterkamp H. Breath stacking in children with neuromuscular disorders. *Pediatr Pulmonol*. 2014;49(6):544-553. doi:10.1002/ppul.22865
26. Bach JR, Niranjana V, Weaver B. Spinal muscular atrophy type 1: A noninvasive respiratory management approach. *Chest*. 2000;117(4):1100-1105. doi:10.1378/chest.117.4.1100
27. Bilan N, Poorshiri B. The role of chest physiotherapy in prevention of postextubation atelectasis in pediatric patients with neuromuscular diseases. *Iran J Child Neurol*. 2013;7(1):21-24. doi:10.22037/ijcn.v7i1.4073
28. Bagley CE, Gray PH, Tudehope DI, Flenady V, Shearman AD, Lamont A. Routine neonatal postextubation chest physiotherapy: A randomized controlled trial. *J Paediatr Child Health*. 2005;41(11):592-597. doi:10.1111/j.1440-1754.2005.00728.x
29. Wong I, Fok TF. Randomized comparison of two physiotherapy regimens for correcting atelectasis in ventilated pre-term neonates. *Hong Kong Physiother J*. 2003;21(1):43-50. doi:10.1016/S1013-7025(09)70039-9
30. Vianello A, Arcaro G, Braccioni F, et al. Prevention of extubation failure in high-risk patients with neuromuscular disease. *J Crit Care*. 2011;26(5):517-524. doi:10.1016/j.jcrc.2010.12.008
31. Deakins K, Chatburn RL. A comparison of intrapulmonary percussive ventilation and conventional chest physiotherapy for the treatment of atelectasis in the pediatric patient. *Respir Care*. 2002;47(10):1162-1167.
32. Main E, Castle R, Newham D, Stocks J. Respiratory physiotherapy vs. suction: The effects on respiratory function in ventilated infants and children. *Intensive Care Med*. 2004;30(6):1144-1151. doi:10.1007/s00134-004-2262-0
33. Main E, Stocks J. The influence of physiotherapy and suction on respiratory deadspace in ventilated children. *Intensive Care Med*. 2004;30(6):1152-1159. doi:10.1007/s00134-004-2261-1
34. Shannon H, Stocks J, Gregson RK, Dunne C, Peters MJ, Main E. Clinical effects of specialist and on-call respiratory physiotherapy treatments in mechanically ventilated children: A randomised crossover trial. *Physiother (United Kingdom)*. 2015;101(4):349-356. doi:10.1016/j.physio.2014.12.004
35. Almeida CCB, Ribeiro JD, Almeida-Júnior AA, Zeferino AMB. Effect of expiratory flow increase technique on pulmonary function of infants on mechanical ventilation. *Physiother Res Int*. 2005;10(4):213-221. doi:10.1002/pri.15
36. Bloomfield FH, Teele RL, Voss M, Knight DB, Harding JE. The role of neonatal chest physiotherapy in preventing postextubation atelectasis. *J Pediatr*. 1998;133(2):269-271. doi:10.1016/S0022-3476(98)70233-1
37. Finer NN, Moriarty RR, Boyd J, Phillips HJ, Stewart AR, Ulan O. Postextubation atelectasis: A retrospective review and a prospective controlled study. *J Pediatr*. 1979;94(1):110-113. doi:10.1016/S0022-3476(79)80371-6
38. Gregson RK, Stocks J, Petley GW, Shannon H, Warner JO, Jagannathan R, Main E. Simultaneous measurement of force and respiratory profiles during chest physiotherapy in ventilated children. *Physiol Meas*. 2007;28(9):1017-1028. doi:10.1088/0967-3334/28/9/004
39. Gregson RK, Shannon H, Stocks J, Cole TJ, Peters MJ, Main E. The unique contribution of manual chest compression-vibrations to airflow during physiotherapy in sedated, fully ventilated children. *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13(2):97-102. doi:10.1097/PCC.0b013e3182230f5a
40. Leelarungrayub J, Borisuthibandit T, Yankai A, Boontha K. Changes in oxidative stress from tracheal aspirates sampled during chest physical therapy in hospitalized intubated infant patients with pneumonia and secretion retention. *Ther Clin Risk Manag*. 2016;12:1377-1386. doi:10.2147/TCRM.S112972
41. Leelarungrayub J, Borisuthibandit T, Pinkaew D, Yankai A. Correlation between lung injury score, P<sub>vO<sub>2</sub></sub>/F<sub>iO<sub>2</sub></sub> ratio and oxidative stress markers in tracheal aspirate samples in intubated infant patients during chest physical therapy. *Arch Pediatr Infect Dis*. 2017;5(3). doi:10.5812/pedinfect.57277
42. Mehta Y, Shetye J, Nanavati R, Mehta A. Physiological effects of a single chest physiotherapy session in mechanically ventilated and extubated preterm neonates. *J Neonatal Perinatal Med*. 2016;9(4):371-376. doi:10.3233/NPM-16915140
43. Al-Alaiyan S, Dyer D, Khan B. Chest physiotherapy and post-extubation atelectasis in infants. *Pediatr Pulmonol*. 1996;21(4):227-230.
44. Indinnimeo L, Tancredi G, Barreto M, et al. Effects of a program of hospital-supervised chest physical therapy on lung function tests in children with chronic respiratory disease: 1-year follow-up. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2007;20(4):841-845.





- doi:10.1177/039463200702000422
45. Giannantonio C, Papacci P, Ciarniello R, et al. Chest physiotherapy in preterm infants with lung diseases. *Ital J Pediatr.* 2010;36:65.
  46. Yen Ha TK, Bui TD, Tran AT, Badin P, Toussaint M, Nguyen AT. Atelectatic children treated with intrapulmonary percussive ventilation via a face mask: Clinical trial and literature overview. *Pediatr Int.* 2007;49(4):502-507. doi:10.1111/j.1442-200X.2007.02385.x
  47. Sirithangkul S, Ranganathan S, PJ R, CF R. Positive expiratory pressure to enhance cough effectiveness in tracheomalacia. *J Med Assoc Thai.* 2010;93:S112-8.
  48. O'Rourke C, Schilling S, Martin R, Joyce P, A BC, Kapur N. Is out-patient based treatment of bronchiectasis exacerbations in children comparable to inpatient based treatment? *Pediatr Pulmonol.* 2020;55(4):994-999.
  49. Yuan N, Kane P, Shelton K, Matel J, Becker BC, Moss RB. Safety, tolerability, and efficacy of high-frequency chest wall oscillation in pediatric patients with cerebral palsy and neuromuscular diseases: An exploratory randomized controlled trial. *J Child Neurol.* 2010;25(7):815-821. doi:10.1177/0883073809350223
  50. Fitzgerald K, Dugre J, Pagala S, Homel P, Marcus M, Kazachkov M. High-frequency chest wall compression therapy in neurologically impaired children. *Respir Care.* 2014;59(1):107-112.
  51. Lin JL, Van Haren K, Rigdon J, Saynina O, Song H, Buu MC, et al. Pneumonia prevention strategies for children with neurologic impairment. *Pediatrics.* 2019;144(4):e20190543. doi:10.1542/peds.2019-0543
  52. Wolff A, Griffin H, Flanigan M, Everest S, Thomas D, Whitehouse W. Development and evaluation of a community respiratory physiotherapy service for children with severe neurodisability. *BMJ Qual Improv reports.* 2015;4(1).
  53. Moreno-Bermejo I, Martín-Casas P, Martín-Nieto A, Bravo-Llatas C, MA A-A. [Effectiveness of respiratory physiotherapy combined with postural education in children with chronic neurological diseases]. *An Sist Sanit Navar.* 2021.
  54. Choi JY, Rha DW, Park ES. Changes in pulmonary function after incentive spirometer exercise in children with spastic cerebral palsy. *Yonsei Med J.* 2016;57(3):769-775. doi:10.3349/ymj.2016.57.3.769
  55. Siriwat R, Deerojanawong J, Sritippayawan S, Hantragool S, Cheanprapai P. Mechanical insufflation-exsufflation versus conventional chest physiotherapy in children with cerebral palsy. *Respir Care.* 2018;63(2):187-193. doi:10.4187/respcare.05663
  56. Bertelli L, Bardasi G, Cazzato S, et al. Airway Clearance Management with Vaküm Technology in Subjects with Ineffective Cough: A Pilot Study on the Efficacy, Acceptability Evaluation, and Perception in Children with Cerebral Palsy. *Pediatr Allergy, Immunol Pulmonol.* 2019;32(1):23-27. doi:10.1089/ped.2018.0933
  57. Garuti G, Verucchi E, Fanelli I, Giovannini M, Winck JC, Lusuardi M. Management of bronchial secretions with Free Aspire in children with cerebral palsy: Impact on clinical outcomes and healthcare resources. *Ital J Pediatr.* 2016;42(1):4-9. doi:10.1186/s13052-016-0216-0
  58. Bingol I, Gokdemir Y, Yilmaz-Yegit C, et al. Comparison of conventional chest physiotherapy and oscillatory positive expiratory pressure therapy in primary ciliary dyskinesia. *Pediatr Pulmonol.* 2020;55(12):3414-3420. doi:10.1002/ppul.25099
  59. Gokdemir Y, Karadag-Saygi E, Erdem E, et al. Comparison of conventional pulmonary rehabilitation and high-frequency chest wall oscillation in primary ciliary dyskinesia. *Pediatr Pulmonol.* 2014;49(6):611-616. doi:10.1002/ppul.22861
  60. Ibrahim AF, Salem EE, Gomaa NE, Abdelazeim FH. The effect of incentive spirometer training on oromotor and pulmonary functions in children with Down's syndrome. *J Taibah Univ Med Sci.* 2019;14(5):405-411. doi:10.1016/j.jtumed.2019.09.004
  61. Lagerkvist AL, Sten G, Westerberg B, Ericsson-Sagsjö A, Bjure J. Positive expiratory pressure (PEP) treatment in children with multiple severe disabilities. *Acta Paediatr.* 2005;94(5):538-542. doi:10.1111/j.1651-2227.2005.tb01935.x



## 9. Anexo

## Anexo I. Características de los estudios incluidos

Estudio	Diseño	País	Nº participantes	Pérdidas, exclusiones	Condición	Edad	Diferencias en características basales	Intervención	Comparador	Variables analizadas	Duración intervención
<b>Población con patologías neuromusculares graves</b>											
Bach 2000 <sup>26</sup>	Cohorte retrospectivo	EEUU	11	1	AME I con fallo respiratorio agudo	Edad en primera intubación/soprote ventilatorio: 3-28 meses	NR	Manejo convencional +asistente tos manual y mecánico+IEM Tras extubación: BIPAP-ST	Manejo convencional	Éxito/fallo de extubación	NR
Bach 2000 <sup>2</sup>	Cohorte retrospectivo	EEUU	65	9	AME tipo I con fallo respiratorio agudo siendo <2 años	18,7±31,6 meses	-	a) Traqueotomía b) IEM + presión inspiratoria positiva de alto alcance+presión positiva al final de la espiración c) Fallecimiento tras rechazar intubación y traqueotomía		Hospitalización, mortalidad	NR
Bilan 2013 <sup>27</sup>	Casocontrol	Iran	70 (35 intervención /35 control)	-	Neuromuscular susceptibles de colapso pulmonar	Caso: 2-12±1 años Control: 2-12±2 años	NS	Vibrador+percusión torácica por familiar entrenado o profesional	Supervisión	Desarrollo atelectasia	Vibrador +percusión torácica: diaria
Brito 2009 <sup>17</sup>	Prospectivo controlado	Brasil	30	2	DMD con VMNI nocturna, CVF<60%, >10 años	20±4 años	-	a) Compresión torácica b) Estancamiento de aire con bolsa de reanimación manual c) a + b Por profesional	-	Flujo máximo de tos	Estancamiento de aire: 3 insuflaciones sin exhalación
Chatwin 2003 <sup>18</sup>	Casocontrol	Reino Unido	41: 22 casos (8 niños) /19 controles (8 niños)	-	Neuromuscular (adultos y niños)	Pediátricos: casos: media 14±2 años; controles: media 13,6±2,4 años	S (función pulmonar)	a) Tos asistida con fisioterapia b) Tos tras inspiración asistida con BIPAP c) Tos asistida con exuflación d) Tos asistida con insuflaciónexuflación	Tos sin asistencia	Función pulmonar, confort o distrés	NR
Chen 2014 <sup>22</sup>	Prospectivo controlado	Taiwan	16	-	Neuromuscular y fallo respiratorio agudo	Media: 8,1 años (rango: 3 meses-18 años)	NS	BIPAP + IEM	-	Función pulmonar, éxito/fracaso, tolerancia, estancia UCI, mortalidad	IEM: 3-5 respiraciones seguido de descanso por ciclo, 3-5 ciclos
Dohna-Schwake 2006 <sup>14</sup>	Prospectivo antesdespués	Alemania	29 (12 pacientes entre 6-10 años)	-	Neuromuscular	Media: 12,6±3,6 (rango: 6-20) años	-	Hiperinsuflación con dispositivo de respiración intermitente de presión positiva+cierre glotis	-	Función pulmonar	NR
Dohna-Schwake 2011 <sup>24</sup>	Retrospectivo antesdespués	Alemania	74 (15 neuromuscular)	-	Fallo respiratorio agudo	Mediana: 6 años	-	VMNI	-	Función pulmonar, intubación, mortalidad, eventos adversos	NR
Fauoux 20081 <sup>16</sup>	Prospectivo antesdespués	Francia	17	-	Neuromuscular	5-18 años	-	IEM con asistente mecánico para la tos	-	Función pulmonar, confort	IEM: 2 segundos insuflación, 3 segundos exuflación, 3 aplicaciones de 6 ciclos para cada presión (15, 30, 40 cm H <sub>2</sub> O)
Iskandar 2019 <sup>19</sup>	Prospectivo controlado	Indonesia	11	3	DMD	Media: 13,25±3,96 años	NR	a) Exuflación asistida manualmente b) estancamiento asistido de aire c) ambas	Tos no asistida	Función pulmonar	Estancamiento de aire; 3 insuflaciones sin exhalación
Jenkins 2014 <sup>25</sup>	Prospectivo controlado	Canadá	24	1	DMD	Media: 11 años (rango 3-19)	-	Estancamiento respiratorio involuntario: estancamiento con mascarilla y válvula unidireccional	-	Volumen tidal Frecuencia respiratoria Volumen respiratorio por minuto SaO <sub>2</sub>	Estancamiento respiratorio: 15 segundos 3 veces
Kan 2018 <sup>20</sup>	Cohortes prospectivo	Australia	30	2	Enfermedad neuromuscular	12±3 años (rango 6-18)	-	Tos con asistencia manual por fisioterapeuta, Tos con asistencia manual por familiar/cuidador previa formación, Tos sin asistencia post intervención	-	Flujo máximo de tos	NR
Kang 2005 <sup>21</sup>	Prospectivo controlado	Corea del Sur	71	20	DMD	14,0±5,4 años	NR	Tos con asistencia manual y/o bajo CIM	Tos sin asistencia	Flujo máximo de tos	3 repeticiones de cada técnica, obtienen la mayor

Estudio	Diseño	País	Nº participantes	Pérdidas, exclusiones	Condición	Edad	Diferencias en características basales	Intervención	Comparador	Variables analizadas	Duración intervención
<b>Población con patologías neuromusculares graves</b>											
Katz 2019 <sup>9</sup>	ECA multicéntrico	Canadá	67	-	DMD	Mediana: 11,4 años (rango 6-16)	NR	Tratamiento convencional + ejercicios de estancamiento de volumen pulmonar con una bolsa de reanimación portátil que contiene una válvula unidireccional y una boquilla	Tratamiento convencional	Cambio en el %CVF predicha	2 veces al día durante 2 años
Klefbeck 2001 <sup>12</sup>	Prospectivo, cruzado	Suecia	8	2	DMD y AME II	Medía: 12 años (rango 8-17)	NR	CPAP	No CPAP	Aclaramiento pulmonar	CPAP: 10 minutos 2 veces al día durante 3 semanas, 2 repeticiones
Lemoine 2012 <sup>3</sup>	Estudio cohortes prospectivo	EEUU	49	-	AME I	<6 meses	Pacientes intervención mayores y más débiles	Atención respiratoria proactiva completa (BIPAP no invasivo y dispositivo de ayuda a la tos)	Terapia de soporte (otros soportes respiratorios, como el oxígeno suplementario y la aspiración)	Supervivencia, días hasta primer episodio de insuficiencia respiratoria, ingresos por insuficiencia respiratoria, visitas a urgencias	<u>BIPAP</u> : durante el sueño nocturno y diurno <u>Dispositivo ayuda tos</u> : al menos dos veces al día iniciado en los primeros 3 meses tras el diagnóstico
McKim 2012 <sup>11</sup>	Cohorte retrospectivo	Canadá	22	-	DMD	19,6±2,4 años	-	Maniobras de estancamiento de volumen pulmonar y tos asistida manual si secreciones	-	Función pulmonar	<u>Estancamiento volumen pulmonar</u> : 2 veces al día
Moran 2013 <sup>6</sup>	Cohorte retrospectivo	Australia	10	-	Neuromuscular	8,5±6,2 años	-	IEM domiciliar con asistente de tos por familiares entrenados	-	Hospitalización, UCI, ventilación, calidad de vida	Tiempo de uso: 1,4 (rango: 0,3-3,8) años
Niranjani 1998 <sup>7</sup>	Control histórico	EEUU	10 intervención y 7 control histórico	0	Neuromuscular y fallo respiratorio agudo que requiere soporte ventilatorio	Intervención: 16,9±1,0 años Control: 15,8±2,5 años	NR	Protocolo de ventilación no invasiva con presión positiva intermitente y asistencia para la tos manual o mecánica	Control histórico de pacientes con patologías similares	Tiempo medio de hospitalización	<u>Asistencia para la tos</u> : cada 10 minutos o hasta SO <sub>2</sub> >94%
Nygren-Bonnier 2009 <sup>15</sup>	Prospectivo antes-después	Suecia	11	7	AME II	11,2±2,9 años	Los que aprendieron la técnica tenían >CV y % de CV predicho	Respiración glossofaríngea realizada por el niño previa instrucción solo o junto con padres o profesionales	Antes-después y niños que fueron capaces de aprender la técnica vs los que no	Diferencia en capacidad vital inspiratoria y flujo máximo espiratorio.	<u>Respiración glossofaríngea</u> : 10 ciclos al menos 4 días por semana durante 8 semanas
Piastra 2006 <sup>23</sup>	Prospectivo antes-después	Italia	10	-	Neuromusculares con fallo respiratorio agudo	3 meses-12 años	-	VMNI presión positiva	-	Éxito/fallo de la ventilación, oxigenación, ventilación, situación al alta, mortalidad	NR
Pigatto 2021 <sup>8</sup>	Prospectivo antes-después	EEUU	6	-	AME I	4±2,6 años	-	IEM	-	Volumen pulmonar	NR
Reardon 2005 <sup>4</sup>	ECA	EEUU	18	-	Neuromuscular con alteración de función pulmonar	VPI: mediana 17 (rango: 11-19) años EI: mediana 17 (rango: 14-19) años	NS	VPI. Paciente entrenado	EI. Paciente entrenado	Pruebas función pulmonar, uso antibióticos, infecciones respiratorias, hospitalizaciones, absentismo escolar	<u>EI</u> : 5-10 minutos 2 veces/día <u>VPI</u> : 2 veces/día
Sawnani 2020 <sup>10</sup>	ECA	EEUU	34 (18 intervención /16 control)	3	DM	10,2±4,5 años	NS	Hiperinsuflación con asistente de tos	Trat de rutina por neumología	Función pulmonar, calidad vida, adherencia	<u>Hiperinsuflación con asistente de tos</u> : 15 minutos 2 veces/día durante 12 meses
Torres-Castro 2016 <sup>13</sup>	Aleatorizado, cruzado	Chile	14	0	Enfermedad neuromuscular con ventilación no invasiva domiciliar	Mediana 12,5 años (rango 9-18)	NR	Respiración glossofaríngea y estancamiento del aire. Paciente entrenado	Capacidad vital sin maniobras	Capacidad máxima de insuflación, flujo máximo de tos	3 repeticiones de 10 minutos cada técnica, obtienen la mayor
Veldhoen 2020 <sup>5</sup>	Retrospectivo antes-después	Holanda	37	4	Neuromuscular (62% AME)	Mediana: 5,1 años (RIC: 2,7-12,4)	-	IEM con asistente de tos por familiar entrenado	-	Hospitalización por infecciones respiratorias, satisfacción	<u>IEM</u> : 3 ciclos con 5 insuflación y 5 exuflaciones cada uno con una frecuencia de al menos 2 veces/día

Estudio	Diseño	País	Nº participantes	Pérdidas, exclusiones	Condición	Edad	Diferencias en características basales	Intervención	Comparador	Variables analizadas	Duración intervención
<b>Población con intubación</b>											
Almeida 2005 <sup>35</sup>	Fase II prospectivo, no controlado	Brasil	22	-	Niños con fallo respiratorio obstructivo agudo intubados con VMI en UCI	Media 3,1 meses (rango: 1-11)	-	Técnica manual de incremento de flujo espiratorio por fisioterapeuta seguido de succión por tubo endotraqueal	-	Función pulmonar	Repetición de técnica 40 veces (12 minutos)
Bagley 2005 <sup>28</sup>	ECA	Australia	177 (88 intervención/89 control)	-	Neonatos intubados con ventilación mecánica	I: 8,7±8,6 días C: 7,2±7,8 días	NS	Posicionamiento+percusión de pared torácica (por fisioterapeuta o enfermería) +succión por tubo endotraqueal tras la extubación	Posicionamiento +succión por tubo endotraqueal	Colapso postextubación, reintubación, apnea, alteraciones intracraqueales	<u>Percusión pared torácica:</u> 3 por segundo durante 1-2 minutos
Bloomfield 1998 <sup>36</sup>	Cohortes retrospectivo	Nueva Zelanda	220 (95 intervención/125 control)	-	220 bebés intubados (67,7% muy bajo peso)	Edad gestacional: I: 29 semanas (rango: 24-40) C: 29 semanas (rango: 24-42)	NR	Fisioterapia torácica periextubación	Sin fisioterapia torácica	Edad a la extubación, FIO <sub>2</sub> en la extubación, atelectasia, pérdida volumen	NR
Deakins 2002 <sup>31</sup>	ECA	EEUU	12 (5 fisioterapia torácica/7 ventilación percusiva)	-	Niños en UCI con atelectasia, intubados con ventilación mecánica	Mediana 3,1 años (rango: 7 semanas-14 años)	Atelectasia: NS	Fisioterapia torácica (percusión, clapping y vibración) + succión por profesional de respiratorio	Sin fisioterapia torácica	Cambio en atelectasia, cumplimiento estático, SaO <sub>2</sub> , frecuencia respiratoria	<u>Fisioterapia torácica:</u> 10-15 min c/4 h <u>Ventilación percusiva:</u> 10 min c/4 h
Finer 1979 <sup>37</sup>	Prospectivo, controlado	Canadá	42 (21 intervención/21 control)	-	Neonatos en UCI intubados durante >24h sin atelectasia que fueron extubados	Edad en momento de intubación: I: 15,8 h (rango: 0,1-96 h) C: 63 h (rango: 0,1-422 h)	S: edad en momento de intubación	Fisioterapia torácica (drenaje postural +percusión +vibración) por fisioterapeuta y enfermera entrenada iniciada en la hora previa a la extubación	No fisioterapia	Atelectasia posextubación, reintubación por atelectasia	<u>Vibración:</u> mínimo 5 minutos cada hora <u>Técnica completa:</u> realizada por fisioterapeuta las primeras 8h, seguida de enfermería
Gregson 2007 <sup>38</sup>	Prospectivo, no controlado	Reino Unido	55	-	Niños en UCI intubados con ventilación mecánica	Mediana 1,6 años (rango: 0,02-13,7)	-	Inflación pulmonar manual+vibración de pared torácica+succión por fisioterapeuta	-	Cambio en flujo espiratorio máximo, tolerancia	<u>Duración intervención completa:</u> mediana 6,2 (rango: 1,6-25) minutos
Gregson 2012 <sup>39</sup>	Prospectivo, controlado	Reino Unido	105	9	Niños en UCI sedados, completamente ventilados	Mediana: 1,3 años (rango: 1 semana-15,9 años)	-	Inflación pulmonar manual+vibración+compresión+succión por fisioterapeuta	-	Función pulmonar	NR
Leelarungra yub 2016 <sup>40</sup>	Prospectivo, controlado	Tailandia	52 (21 grupo "a", 20 grupo "b", 11 control)	4 grupo "a", 5 grupo "b"	Niños en UCI intubados con ventilación mecánica con infiltración pulmonar o atelectasia	<u>Grupo "a":</u> 5,3±0,62 meses (rango: 2-12) <u>"b":</u> 5,6±0,75 meses (rango: 1-12) <u>"c":</u> 5,0±0,35 meses (rango: 2-10)	NS	a) Drenaje postural +percusión manual +vibración+succión por fisioterapeuta b) Intervención "a" +aerosol previo	No fisioterapia respiratoria	Función pulmonar	<u>Percusión:</u> 5 minutos 3-4 veces/segundo <u>Fisioterapia:</u> 3 sesiones de 30 minutos 3 veces/día durante 6 días
Leelarungra yub 2017 <sup>41</sup>	Prospectivo, controlado	Tailandia	40 (21 grupo "a", 19 grupo "b", 11 control)	-	Niños en UCI intubados con infiltración pulmonar o atelectasia	5,4±0,15 meses (rango: 1-12) <u>Grupo "a":</u> 5,3±0,62 meses (rango: 2-12) <u>Grupo "b":</u> 5,5±0,65 meses (rango: 1-11)	NS	a) Drenaje postural +percusión manual +vibración+succión por fisioterapeuta b) Intervención "a" +aerosol previo	-	Función pulmonar	<u>Fisioterapia:</u> 3 veces/día durante 6 días
Main 2004 <sup>32,33</sup>	ECA cruzado	Reino Unido	83	17	Niños en UCI intubados con soporte ventilatorio completo	Mediana 9 meses (3 días-16 años)	NR	Fisioterapia respiratoria manual (generalmente vibración pared torácica, percusión, compresión, hiperinflación manual, posicionamiento, drenaje postural) seguida de succión por fisioterapeuta	Succión seguida de fisioterapia respiratoria (generalmente vibración pared torácica, percusión, compresión, hiperinflación manual, posicionamiento, drenaje postural) por fisioterapeuta	Función pulmonar	<u>Fisioterapia respiratoria:</u> 8,5±3,5 minutos (máximo 33 minutos) <u>Succión:</u> 5,6±2,7 minutos (máximo 20 minutos)
Mehta 2016 <sup>42</sup>	Prospectivo observacional	India, EEUU	60	-	Neonatos pretérmino con síndrome de distrés respiratorio (n= 30 con ventilación mecánica y n= 30 extubados).	9,55±5,86 días (rango: 3-25)	-	Fisioterapia torácica (posicionamiento para drenaje postural +percusión+vibración)	-	Frecuencia cardíaca, saturación oxígeno, frecuencia respiratoria, score Silverman Anderson	<u>Fisioterapia torácica:</u> una única sesión <u>Drenaje postural:</u> 10 minutos



Estudio	Diseño	País	Nº participantes	Pérdidas, exclusiones	Condición	Edad	Diferencias en características basales	Intervención	Comparador	Variables analizadas	Duración intervención
<b>Población con intubación</b>											
Shannon 2015 <sup>34</sup>	ECA cruzado	Reino Unido	63	5	Niños intubados con ventilación mecánica	Fisioterapeuta no especialista primero: mediana 1,2 años (RIC 0,01-15) Fisioterapeuta especialista primero: 1,2 años (RIC 0,15-15)	NS	Fisioterapia respiratoria por fisioterapeuta especialista en respiratorio	Fisioterapia respiratoria por fisioterapeuta no especialista en respiratorio (cambios posturales, instilación endotraqueal de salino o mucolíticos, inflación pulmonar manual o con ventilador, succión endotraqueal o técnicas manuales, vibración pared torácica)	Distensibilidad pulmonar, eventos adversos, función respiratoria	Intervención por fisioterapeuta especialista y fisioterapeuta no especialista en mismo día
Vianello 2011 <sup>30</sup>	Prospectivo controlado (control histórico)	Italia	20 (10 intervención/10 control)	6	Niños en UCI con enfermedad neuromuscular intubados debido a fallo respiratorio agudo sometidos a extubación	Intervención: 23±12,19 años Control: 35±20 años	S (frecuencia cardíaca)	VMNI+asistencia para la tos (manual o mecánico)	Tratamiento médico estándar que incluye: oxigenoterapia, fisioterapia torácica convencional (drenaje postural, compresión torácica y/o presión en abdomen, y succión nasotraqueal y/o oral) y tratamiento farmacológico estándar	Necesidad de reintubación, traqueostomía, mortalidad, duración de estancia en UCI, tolerancia, eventos adversos	Ventilación no invasiva: de manera continua excepto periodos de reposo de 30-60 minutos. Tras primeras 24 horas, interrupción progresiva Asistente tos: por terapeuta respiratorio y durante el fin de semana por cuidador entrenado
Wong 2003 <sup>29</sup>	ECA	China	56 (26 intervención/30 control)	2	Neonatos (edad gestacional <37 semanas) en UCI intubados con atelectasia y ventilación mecánica	Compresión pared torácica: edad gestacional 27,9±2,9 semanas (rango: 23,9-36,6) Percusión +vibración: edad gestacional 28,3±3,7 semanas (22,7-35,9)	NS	Compresión manual pared torácica por fisioterapeuta entrenado + succión	Percusión +vibración por fisioterapeuta entrenado +succión	Reexpansión de atelectasia, recurrencia de atelectasia, cambio en parámetros ventilatorios, cambios hemodinámicos, secreciones pulmonares, duración ventilación, displasia broncopulmonar, hemorragia intraventricular, mortalidad	Compresión pared torácica: 3-4 compresiones aproximadamente 5 segundos de duración. 5 minutos en total Percusión +vibración: 10 minutos Fisioterapia: 2 veces/día. Se repite tras 6 horas si la atelectasia no se resuelve
<b>Población con patología pulmonar</b>											
Al-Alaiyan 1996 <sup>43</sup>	ECA	Arabia Saudí	64	1	Neonatos intubados al menos 24 h, tras la extubación	Neonatos	Solo en edad (días) al intubar: sin fisioterapia 1,7; cada 2 horas 7,6; cada 4 horas 11,3	Fisioterapia respiratoria cada 2 o 4 horas: drenaje postural y vibración torácica bilateral, con succión si lo precisaban	Sin fisioterapia respiratoria	Aparición de atelectasias	Al menos 24 h
Giannantonio 2010 <sup>45</sup>	Prospectivo antesdespués	Italia	34	0	Prematuros con enfermedad de la membrana hialina o neumonía, con respiración espontánea	Grupo 1: 6 ± 1 días Grupo 2: 10,6 ± 3,5 días	-	Volteo reflejo según el método de Votja tres veces al día	-	Función respiratoria /gases, estrés, dolor	NR
Indinnimeo 2007 <sup>44</sup>	ECA	Italia	24	5	Niños con patología pulmonar crónica con abundante producción de secreciones	11,2 ± 3,2 años	NS	Fisioterapia respiratoria hospitalaria ambulatoria (30 minutos de drenaje postural, percusión, vibración y compresión torácica, estimulación de la tos y ejercicios de respiración por la boca y la nariz, 3 días a la semana durante un mes), y terapia habitual no supervisada en domicilio	Solo la terapia habitual no supervisada en domicilio	Función pulmonar	Un mes

Estudio	Diseño	País	Nº participantes	Pérdidas, exclusiones	Condición	Edad	Diferencias en características basales	Intervención	Comparador	Variables analizadas	Duración intervención
<b>Población con patología pulmonar</b>											
O'Rourke 2020 <sup>48</sup>	Cohortes retrospectivo	Australia	63	0	Bronquiectasia con exacerbación	6 años (rango 1-17)	Mayor proporción de indígenas en hospitalizados	Hospitalización convencional con antibiótico IV y fisioterapia en el hospital	Hospitalización a domicilio con antibiótico en casa y fisioterapeuta dos veces al día	Duración del uso de antibióticos intravenosos, resolución de síntomas, eventos adversos, continuación con antibióticos al alta, tiempo hasta el siguiente ingreso	Hasta alta
Sirithangkul 2010 <sup>47</sup>	Retrospectivo antes-después	Tailandia	40	0	Traqueomalacia	12,5±2,7 años	-	Presión Espiratoria Positiva constante durante la tos	-	FET <sub>25-75</sub>	NR
Yen Ha 2007 <sup>46</sup>	Retrospectivo antes-después	Vietnam	6	1	Atelectasia	36±24 meses	-	Ventilación percusiva intrapulmonar	-	Severidad de atelectasia, SpO <sub>2</sub> , evento adverso	5 días
<b>Población con patología neurológica</b>											
Fitzgerald 2014 <sup>50</sup>	Prospectivo no controlado	EEUU	22	7	Niños con daño neurológico grave (64% parálisis cerebral) y exacerbaciones pulmonares frecuentes	9,55±5,57 años	-	Compresión de la pared torácica de alta frecuencia con chaleco (en domicilio con entrenamiento) junto con medidas habituales (asistentetos, succión, antireflujo, anticonvulsivas, etc.)	-	Hospitalizaciones	Compresión de la pared torácica de alta frecuencia: 20 minutos 2 veces/día (hasta 4 veces/día si infección respiratoria con incremento del requerimiento de oxígeno) durante 12 meses
Lin 2019 <sup>51</sup>	Cohortes retrospectivo	EEUU	3632	0	Daño neurológico con al menos un ingreso por neumonía	7,6±6,5 años	-	Fisioterapia respiratoria de cualquier tipo	No fisioterapia. Otras intervenciones	Hospitalización por neumonía	Desde hospitalización índice
Wolff et al. 2015 <sup>52</sup>	Prospectivo antes-después	Reino Unido	34	0	Daño neurológico con riesgo de ingreso por infecciones respiratorias	Mediana: 5 años	-	Implementación de servicio de fisioterapia respiratoria comunitaria (pediatras, fisioterapeuta respiratorio, enfermería) +formación a cuidadores	-	Hospitalización, días de ingreso, visitas a urgencias, mortalidad	Al menos 12 meses
Moreno-Bermejo 2021 <sup>53</sup>	Prospectivo antes-después	España	30	-	Afectación neurológica crónica con al menos un episodio de reagudización respiratoria	2,6±1,5 (rango: 0-6 años)	-	Fisioterapia respiratoria combinada con higiene postural: 6 sesiones quincenales de 30 minutos con fisioterapeuta especializado. Técnicas de aclaramiento mucociliar (hiperinflaciones manuales mediante ambú, compresiones toraco-abdominales manuales, tos asistida manualmente). Talleres de higiene postural con los padres.	-	Variables clínicas respiratorias, secreciones expectoradas, reagudizaciones respiratorias y calidad de vida	Tres meses
Yuan 2010 <sup>49</sup>	ECA	EEUU	23	5	Niños con parálisis cerebral (n=9) o enfermedades neuromusculares (n=14)	Oscilación pared torácica: 12,8±3,9 años Fisioterapia torácica convencional: 13,6±3,5 años	NS	Oscilación de la pared torácica de alta frecuencia por cuidador entrenado	Fisioterapia torácica convencional por cuidador entrenado	Función pulmonar, hospitalizaciones de causa respiratoria, antibioterapia, eventos adversos, adherencia	Oscilación de la pared torácica: 12 min 3 veces/día durante 5 meses Fisioterapia torácica convencional: 2 minutos en cada una de las 6 posiciones (12 min en total) 3 veces/día durante 5 meses

Estudio	Diseño	País	Nº participantes	Pérdidas, exclusiones	Condición	Edad	Diferencias en características basales	Intervención	Comparador	Variables analizadas	Duración intervención
<b>Población con parálisis cerebral</b>											
Bertelli 2019 <sup>56</sup>	Prospectivo no controlado	Italia	11	-	Niños con parálisis cerebral y tos inefectiva	Edad gestacional: 35,7±3,8 semanas (rango: 30-40) Edad en reclutamiento: 5,5±4,3 años (rango: 1-13)	-	Acelerador de Flujo Espiratorio o ventilador electrónico (Free Aspire®) domiciliario	-	Visitas a urgencias, hospitalizaciones, tratamiento farmacológico, eventos adversos, utilidad, síntomas, secreciones, condición general	Acelerador de Flujo: 20 minutos cada sesión, 2,5 sesiones por
Choi 2016 <sup>54</sup>	ECA	Corea del Sur	50 (25 intervención/25 control)	2	Niños con parálisis cerebral espástica	11,6±2,3 años	NS	Ejercicios motores de rehabilitación +espirómetro de incentivo realizados por el paciente con supervisión regular	Ejercicios motores de rehabilitación	Función pulmonar, motor, fonación	Ejercicios motores de rehabilitación: 5 veces/día durante 4 semanas Espirómetro de incentivo: durante 10-15 respiraciones/sesión, 10 sesiones/día durante 4 semanas
Garuti 2016 <sup>57</sup>	Prospectivo antes-después	Italia	8	-	Niños con parálisis cerebral y daño pulmonar grave	8,25±6,11 años	-	Acelerador de Flujo Espiratorio o ventilador electrónico (Free Aspire®) por niños y familiares entrenados	-	Visitas a pediatra, duración estancia hospitalaria, duración tratamiento antibiótico, eventos adversos	Acelerador de Flujo: Al menos 2 sesiones de 20 minutos cada una por día durante 18 meses
Siriwat 2018 <sup>55</sup>	ECA	Tailandia	22 (11 insuflación-mecánica/11 fisioterapia torácica convencional)	2	Niños con parálisis cerebral espástica cuadrapléjica hospitalizados por infecciones respiratorias de vías bajas	Mediana 6,4 años (rango: 7 meses-12 años)	NS	Insuflación-exuflación mecánica (Cough Assist E70®) por investigador y enfermera de respiratorio experimentados	Fisioterapia torácica convencional (percusión torácica, vibración, drenaje postural, asistencia manual de la tos)	Función pulmonar, duración estancia hospitalaria, mejoría de la atelectasia, complicaciones	Insuflación-exuflación mecánica: 2-3 segundos cada insuflación, 3-5 ciclos de insuflación/exuflación por sesión, 3 sesiones/día. 4-6 sets de 20-30 minutos de duración Fisioterapia torácica convencional: 1 sesión diaria
<b>Población síndrome de Down y otras alteraciones genéticas</b>											
Bingol 2020 <sup>58</sup>	ECA cruzado	Turquía	30	0	Niños con discinesia clilar primaria	6-20 años. 13,4±3,7 años.	NS	Presión espiratoria oscilatoria positiva por paciente y familiar entrenado	Fisioterapia torácica convencional (percusión, vibración y drenaje postural) por paciente y familiar entrenado	Función pulmonar, exacerbaciones, confort, efectividad, cumplimiento, eventos adversos	Presión espiratoria oscilatoria positiva: 6 ciclos 15 veces por la mañana y por la tarde Fisioterapia torácica convencional: 30 minutos 2 veces/día durante 33 meses
Gokdemir 2014 <sup>59</sup>	ECA cruzado	Turquía	24	0	Niños con discinesia clilar primaria	7-18 años. 12,9±2,7 años	-	Oscilación de la pared torácica de alta frecuencia domiciliaria	Rehabilitación pulmonar convencional (drenaje postural, percusión y vibración) en hospital por fisioterapeuta de respiratorio	Función pulmonar, efectividad, confort, desaturación	Rehabilitación pulmonar convencional: 30 min 2 veces/día durante 5 días Oscilación de la pared torácica: 5 días
Ibrahim 2019 <sup>60</sup>	ECA	Egipto	34 (15 ejercicios oromotores +espirómetro/19 ejercicios oromotores)	6	Niños con síndrome de Down	6-12 años. Ejercicios +espirómetro: 7,9±1,4 años Ejercicios oromotores: 19,4±3,2 años	NS	Ejercicios oromotores +espirómetro de incentivo	Ejercicios oromotores	Función pulmonar, evaluación miofuncional orofacial, distancia labios	Ejercicios oromotores: 5-10 repeticiones según ejercicio Espirómetro de incentivo: 1 h semanal durante 3 meses (12 h en total). Programa domiciliario: 2-3 veces/día

Estudio	Diseño	País	Nº participantes	Pérdidas, exclusiones	Condición	Edad	Diferencias en características basales	Intervención	Comparador	VARIABLES analizadas	Duración intervención
<b>Población con perfil de paciente crónico complejo</b>											
Lagerkvist 2005 <sup>61</sup>	Prospectivo antesdespués	Suecia	18	0	Niños con discapacidad es graves y acumulación de moco en las vías respiratorias	7,5 ±4,3 años (rango: 1,7-17,8)	-	Fisioterapia torácica con PEP	-	PO <sub>2</sub> , PCO <sub>2</sub> , frecuencia respiratoria	Puntual

AME: atrofia muscular espinal; BIPAP: *Bilevel Positive Airway Pressure* (Presión Positiva de Vía Aérea de dos Niveles o Sistema de Bipresión Positiva); C: control; CIM: capacidad máxima de insuflación; CPAP: *Continuous Positive Airway Pressure* (Presión Positiva Continúa en la Vía Aérea); CV: capacidad vital; CVF: capacidad vital forzada; DMD: distrofia muscular de Duchenne; ECA: ensayo clínico aleatorizado; EEUU: Estados Unidos; EI: espirometría de incentivo; FET: flujo espiratorio de la tos; FiO<sub>2</sub>: fracción de oxígeno inspirado; I: intervención; IV: intravenoso; IEM: insuflación-exuflación mecánica; NR: no reportado; NS: diferencias no estadísticamente significativas; PEP: presión espiratoria positiva; PaCO<sub>2</sub>: presión arterial de anhídrido carbónico; PaO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno; RIC: rango intercuartílico; S: diferencias estadísticamente significativas; SaO<sub>2</sub>: saturación arterial de oxígeno; UCI: unidad de cuidados intensivos; VMI: ventilación mecánica invasiva; VMNI: ventilación mecánica no invasiva; VPI: ventilación percusiva intrapulmonar





## Servicio Navarro de Salud Osasunbidea

### Sección de Innovación y Organización

**ISSN** 2695-9135. **Información** Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea. Calle Tudela 20, planta 1. 31003 Pamplona. **Teléfono:** +34 848428176 **E-mail** secinnorg@navarra.es **Web** <https://sio.navarra.es> **Comité editorial** **Presidente** Juan Erviti López **Vocales** Jon Ariceta Iraola, M<sup>a</sup> Carmen Bacaicoa Saralegui, Ana Barcos Urriaga, Federico Bolado Concejo, M<sup>a</sup> Concepción Celaya Lecea, Nuria Chivite Fernández, Victoria Duro Suárez, José Ignacio Elejalde Guerra, Nekane García Alcalde, Inmaculada Gimena Ramos, Helena Gómez Herrero, Francisco Javier González Arteaga, Javier Gorricho Mendivil, Marta Gutiérrez Valencia, Ainhoa Iceta Lizarraga, Jesús Jiménez Calvo, Javier Lafita Tejedor, Leire Leache Alegría, Óscar Lecea Juárez, Julián Librero López, Javier Martínez de Morentin Garraza, Nicolás Martínez Vellilla, Ana María Mateo Cervera, Manuel Montesino Semper, M<sup>a</sup> Ángeles Nuín Villanueva, Ana Otamendi Murillo, Luisa Pérez Ayerra, Marta Ramos Zugasti, Adriana Rivero Marcotegui, Isabel Rodrigo Rincón, María Salinas Muñoz, Eva Turumbay Ramírez, Francisco Javier Turumbay Ranz, Jesús Zabaleta Jurío. **Editor** Luis Carlos Saiz Fernández.

**Agradecimientos:** Servicio de Pediatría (Natividad Viguria Sánchez), Servicio de Rehabilitación (María Teresa Cisneros Lanuza y Elena Roldán Arcelus) y Unidad de Enfermería de Rehabilitación I (Julián Pérez Martínez) del Hospital Universitario de Navarra (HUN).

