

Eficacia del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en lesionados medulares: revisión sistemática

Effectiveness of inspiratory muscle training in spinal cord injury patients: a systematic review

Baute-Darias J^a, Muñoz-Rodríguez R^b

^a Servicio de Rehabilitación y Medicina Física. Hospital Universitario de Canarias. La Laguna, Tenerife, España

^b Servicio de Cardiología. Hospital Universitario de Canarias. La Laguna, Tenerife, España

Correspondencia:

Jerónimo del Cristo Baute Darias
jerbaudar@gmail.com

Recibido: 13 junio 2023
Aceptado: 18 septiembre 2023

RESUMEN

Introducción: la lesión medular (LM) es una patología que afecta a miles de personas en el mundo y entre sus complicaciones más frecuentes se hallan las respiratorias. El objetivo de este trabajo es el de determinar si en la literatura publicada existe evidencia sobre la efectividad del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en estos pacientes. *Material y método:* se realiza una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, PEDro y Cochrane, utilizando los descriptores "inspiratory muscle training" y "spinal cord injury". Se establecen los siguientes criterios de inclusión: 1. Ensayos clínicos aleatorizados, estudios controlados y ensayos de grupo único; 2. Participantes con lesión medular; 3. Estudios que evalúen la eficacia del entrenamiento de la musculatura inspiratoria; 4. Estudios publicados en los últimos 5 años; 5. Estudios escritos en inglés o español. Los criterios de exclusión fueron: 1. Estudios con menos de 10 participantes. Se evaluó la calidad metodológica de los artículos incluidos con la escala PEDro. *Resultados:* se incluyeron 3 artículos en la revisión que evidencian una mejora de la presión inspiratoria máxima, la presión espiratoria máxima, la sensación de disnea, estado físico, consumo de oxígeno máximo y síntomas respiratorios, entre otros. *Discusión:* existen indicios sobre los beneficios del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes con lesión medular.

Palabras clave: lesión medular, entrenamiento musculatura inspiratoria, rehabilitación pulmonar.

ABSTRACT

Introduction: spinal cord injury (SCI) is a condition that affects thousands of people worldwide, and among its most common complications are respiratory issues. The aim of this study is to determine if there is evidence in the published literature on the effectiveness of inspiratory muscle training in these patients. *Material and method:* a literature search was carried out in the Pubmed, PEDro and Cochrane databases, using the descriptors "inspiratory muscle training" and "spinal cord injury". The following inclusion criteria are established: 1. Randomized clinical trials, controlled studies and single group assignment; 2. Participants with spinal cord injury; 3. Studies that evaluate the effectiveness of inspiratory muscle training; 4. Studies published in the last 5 years; 5. Studies written in English or Spanish. The exclusion criteria was: Studies with less than 10 participants. The methodological quality of the included articles was evaluated with the PEDro scale. *Results:* three articles were included in the review which show improvements in maximum inspiratory pressure, maximum expiratory pressure, dyspnea sensation, physical fitness, maximum oxygen consumption and respiratory symptoms, among others. *Conclusion:* there are indications about the benefits of inspiratory muscle training in patients with spinal cord injury.

Keywords: spinal cord injuries, inspiratory muscle training, pulmonary rehabilitation.

DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS ANALIZADOS

Los datos generados o analizados durante este estudio se incluyen en el presente artículo.

INTRODUCCIÓN

Lesión medular. Definición y tipos

La lesión medular (LM) puede ser definida como cualquier daño o proceso patológico que afecte a la médula espinal, de cualquier etiología, y que puede dar lugar a alteraciones de las funciones motora, sensitiva o autónoma del individuo⁽¹⁾. Es frecuente que estas lesiones desencadenen consecuencias funcionales, psíquicas, sociales y económicas de importancia capital, sobre todo en aquellos casos en que son irreversibles⁽²⁾.

La etiología de las LM es variada pues pueden tener origen no traumático como las de origen congénito, infeccioso, tumoral, secundario a enfermedades sistémicas o a intervenciones quirúrgicas, y origen traumático debido a lesiones como en accidentes de tráfico, situándose esta última como la causa de LM más prevalente⁽³⁾.

Las lesiones pueden darse en cualquier punto de la médula por lo que su gravedad dependerá de la localización donde se produzca la lesión. Si se produce por debajo de la última vertebra cervical, dará lugar a una afectación de los miembros inferiores que se corresponderá con una paraplejía. En el caso en el que la lesión se sitúe a niveles superiores de la última vertebra cervical, producirá una tetraplejía afectando a miembros inferiores y superiores, así como a la función respiratoria cuya gravedad obedecerá, nuevamente, al nivel en el que se produzca la lesión⁽²⁾.

Epidemiología

Según la Organización Mundial de la Salud, entre 250.000 y 500.000 personas en el mundo sufren cada año una lesión medular. Este tipo de lesiones presenta mayor incidencia en la población joven y en hombres, con una distribución hombre/mujer de 4:1, respectivamente⁽³⁾.

La incidencia en España es de 25 casos por cada millón de habitantes por lo que se estima que entre 25.000 y 30.000 personas en España padecen una lesión medular⁽⁴⁾. El coste anual derivado de lesiones medulares en un país como Estados Unidos supone 9.700 millones de dólares, y sólo el tratamiento de las úlceras por presión asciende a 1.200 millones de dólares⁽⁴⁾.

Complicaciones más habituales

Entre las complicaciones más habituales asociadas a LM se encuentran las complicaciones respiratorias, autonómicas y cardiovasculares como hipotensión ortostática, alteraciones de la termorregulación o tromboembolismos, además de las complicaciones gastrointestinales y urológicas entre otras⁽¹⁾.

Las complicaciones respiratorias constituyen la principal causa de muerte tras una lesión medular^(1,5). Esto se debe a que en los lesionados medulares existe una alteración de la fisiología respiratoria, caracterizada por debilidad o parálisis de la musculatura implicada en la respiración⁽⁶⁾, dando lugar a un síndrome restrictivo que afecta disminuyendo todos los volúmenes pulmonares, a excepción del volumen residual que se ve aumentado. También se ve afectada la capacidad vital que en un primer momento experimenta una gran disminución pero que a medio plazo aumentará a consecuencia de la aparición de espasticidad en la musculatura abdominal e intercostal⁽¹⁾. Además, puede ir asociado a tos ineficaz, aumento de las infecciones respiratorias, reducción de la compliance y aumento del riesgo de fatiga de la musculatura respiratoria⁽⁶⁾. En definitiva, aumenta exponencialmente el riesgo de complicaciones como atelectasias, acúmulo de secreciones, bronquitis, neumonía o trastornos respiratorios del sueño⁽⁵⁾. Los pacientes con lesión medular por encima del nivel D12 presentan mayor riesgo de aparición de disfunciones respiratorias, el cual aumenta cuanto más alto sea el nivel medular afectado⁽¹⁾.

Sistema respiratorio

El sistema respiratorio lo constituyen principalmente dos componentes. Por un lado, la vía aérea y los pul-

mones que son los encargados de la conducción y el acondicionamiento del aire que se toma del medio, así como el parénquima pulmonar que se ocupa del intercambio gaseoso. Y, por otro lado, tenemos la bomba ventilatoria compuesta principalmente por musculatura esquelética, que a través de conexiones nerviosas aferentes y eferentes provocan su contracción, dando lugar a una expansión de la caja torácica que se traduce en un gradiente de presión y la sucesiva entrada de un flujo de aire incrementando la disponibilidad de oxígeno en la fase hemato-gaseosa^(7, 8).

El ciclo de bombeo está formado por repetidas fases de inspiración y espiración. La fase inspiratoria, en la que ocurre el aumento de volumen intratorácico mediada especialmente por el diafragma, además de los intercostales externos y la musculatura accesoria que son los escalenos y los esternocleidomastoideos, entre otros. La fase espiratoria es esencialmente pasiva debido a la retracción elástica del tejido pulmonar, aunque en situaciones en las que la resistencia respiratoria se ve aumentada se hace uso de la musculatura espiratoria (abdominales e intercostales internos)⁽⁸⁾.

OBJETIVO

El objetivo de esta revisión sistemática es determinar si en la literatura publicada existe evidencia sobre la efectividad del entrenamiento de la musculatura inspiratoria, dentro de un programa de rehabilitación en personas que han sufrido una lesión medular.

MATERIAL Y MÉTODO

Protocolo PICO

La presente revisión sistemática se planteó a través de la utilización del protocolo PICO:

- Población (**P**): pacientes mayores de 18 años con lesión medular.
- Intervención (**I**): entrenamiento de la musculatura inspiratoria.
- Comparación (**C**): tratamientos de Fisioterapia en

pacientes lesionados medulares en los que no se incluyan entrenamiento específico de la musculatura inspiratoria.

- Resultados (**O**): beneficios del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes con lesión medular.

Por lo tanto, se planteó la pregunta de investigación: ¿el entrenamiento de la musculatura inspiratoria es eficaz en pacientes con lesión medular?

Estrategia de búsqueda

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) y Cochrane para obtener artículos relevantes publicados en los últimos 5 años. Las búsquedas se llevaron a cabo en marzo de 2023. Para llevarla a cabo se han utilizado los siguientes descriptores: "*inspiratory muscle training*" y "*spinal cord injury*". Incluyendo los operadores booleanos "AND" y "OR".

Para seleccionar las publicaciones se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Criterios de inclusión. Tipo de estudio: ensayos clínicos aleatorizados, estudios controlados y ensayos de grupo único. Población: participantes con lesión medular. Intervención: estudios que evalúen la eficacia del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes con lesión medular. Resultados: los estudios deben medir diferentes resultados relacionados con el entrenamiento de la musculatura inspiratoria, como la fuerza de los músculos respiratorios, la capacidad aeróbica, la función pulmonar, la calidad de vida y la adherencia al entrenamiento. Estudios publicados en los últimos 5 años. Estudios escritos en inglés o español.
- Criterios de exclusión. Estudios con menos de 10 participantes.

Valoración de la calidad metodológica

La herramienta usada para valorar la calidad meto-

dológica ha sido la Escala PEDro, que consta de 11 criterios de calidad metodológica que se basan en el diseño del estudio y la calidad de su ejecución.

RESULTADOS

Selección de estudios

La búsqueda inicial arrojó un total de 49 estudios potenciales para su selección. Tras la realización del correspondiente cribado basado en los criterios de elegibilidad; una primera lectura de título y *abstract*; y por último una lectura en mayor profundidad, se seleccionaron para el estudio un total de 3 artículos, todos ellos escritos en inglés. El proceso de selección de los artículos se refleja en el diagrama de flujo mostrado en la figura 1.

Dos de los 3 artículos seleccionados son ensayos clínicos aleatorizados y uno de ellos es un estudio piloto (estudio de grupo único). Dos de los estudios se llevaron a cabo en Australia y el tercero tuvo lugar en India.

Calidad metodológica

Para evaluar la calidad metodológica de los estudios se ha aplicado la escala PEDro a los dos ensayos clínicos controlados aleatorizados incluidos en la presente revisión. El trabajo de Soumyashree y cols.⁽¹¹⁾ obtuvo una puntuación de 7/10 y el de Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ de 10/10.

Protocolo de intervención

En cuanto a las intervenciones llevadas a cabo en los estudios, existe variabilidad entre ellas como se observa en la tabla 1. En lo referente a los grupos de estudio tanto el trabajo de Soumyashree y cols.⁽¹¹⁾ como el de Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ coinciden en dividir la muestra en grupos control y de intervención a través de un programa específico de entrenamiento de la musculatura inspiratoria, a diferencia del de Palermo y cols.⁽¹³⁾ cuya intervención se aplica en un mismo grupo tras un periodo de control del

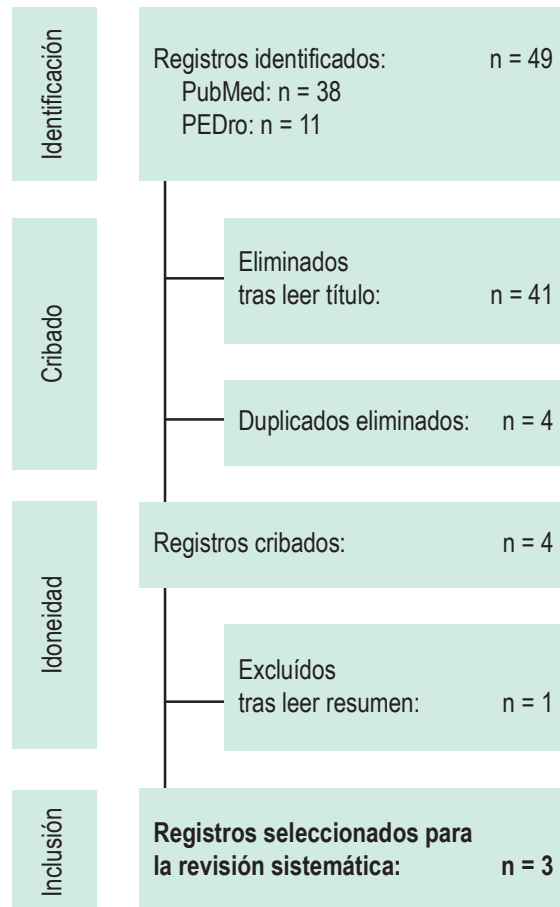


FIGURA 1. Diagrama de flujo.

estado basal para continuar con 4 fases distintas de entrenamiento de la musculatura inspiratoria.

Los periodos de intervención son variables, desde 4 semanas de intervención hasta las 12 semanas, con frecuencias semanales de 5 días por semana, a excepción del estudio de Palermo y cols.⁽¹³⁾ que varía el número de intervenciones por semana a lo largo de las distintas fases del estudio. En cuanto a la duración de las sesiones también existe cierta heterogeneidad, puesto que en programas como el hindú⁽¹¹⁾ la sesión viene pautada por el tiempo, a diferencia de los australianos⁽¹²⁾ que coinciden en marcarlo a través de la realización de ciclos respiratorios.

Por último, los estudios tuvieron lugar en ubicaciones distintas como en centros sanitarios e, incluso, en el mismo domicilio de los pacientes integrantes de la muestra.

TABLA 1. Descripción de los estudios seleccionados..

Estudio	Resumen de la intervención
Soumyashree y cols. ⁽¹¹⁾ 2020	<p>Grupos. Control. IMT. Intervención. Grupo control: instruir respiración diafragmática. Grupo IMT: IMT con dispositivo Philips Threshold®. Carga de trabajo inicial al 40 % de P_{lmáx} que irá aumentando gradualmente. Período de intervención: 4 semanas. Frecuencia de las sesiones. 5 días/semana. Duración: 15 minutos. Lugar de realización. Hospitalario.</p>
Boswell-Ruys y cols. ⁽¹²⁾ 2020	<p>Grupos. Control. IMT. Intervención. Grupo control: IMT con dispositivo Philips Threshold® modificado para mantener válvula de presión abierta. Grupo IMT: IMT con dispositivo Philips Threshold®. Carga de trabajo inicial al 30% de P_{lmáx} que irá aumentando un 10% semanal si hay buena tolerancia. Período de intervención. 6 semanas. Frecuencia de las sesiones. 5 días/semana. Duración. 3-5 ciclos de 12 respiraciones con 2 minutos de descanso entre ellas.</p>
Palermo y cols. ⁽¹³⁾ 2022	<p>Grupos. IMT. Intervención. El estudio inicia con una fase control y continúa con 4 fases de IMT para todos los participantes. Carga de trabajo al 80 % de P_{lmáx}. Periodo de intervención. 12 semanas. Frecuencia de las sesiones. Fases 1-2: 7 días/semana. Fase 3: 1 días/semana. Fase 4: Lo decide el paciente. Duración: 7 ciclos de 6 respiraciones. Lugar de realización. Domicilio.</p>

IMT: *inspiratory muscle training*.

Características de los pacientes

Los estudios seleccionados reclutaron a un total de 159 pacientes para sus muestras. El tamaño muestral de estas investigaciones varió entre 10 y 62 participantes. Los estudios incluyeron a 11 mujeres, lo que supone el 6,9 % del grueso de los participantes, mientras que los hombres (148) representan el 93,1 %.

En todos los trabajos se tiene en cuenta el IMC (índice de masa corporal) de los pacientes, obteniendo resultados variados desde los IMC más altos del estudio de Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ de 25,6 que los sitúan en sobrepeso o preobesidad, hasta los más bajos con IMC de 21,6 o normo peso del estudio de Palermo y cols.⁽¹³⁾.

Todos los estudios seleccionaron individuos mayores de 18 años.

El nivel de lesión de los sujetos incluidos en los estudios fue diverso. Así Soumyashree y cols.⁽¹¹⁾ trabajan con paraplégicos, Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ con tetraplégicos y Palermo y cols.⁽¹³⁾ incluyen pacientes con lesión medular a cualquier nivel. Otro de los requisitos que se establecen es que hubiera pasado un tiempo prudencial entre el evento que causó la lesión y la inclusión en el programa, variando este tiempo entre los distintos estudios siendo el de Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ con al menos 4 semanas el que mostró menor tiempo. Además, una de las características de los pacientes común en todos los estudios es que estuvieran medicamente estables, que no tomaran

medicación que afectara al ritmo cardíaco como betabloqueantes, ausencia de premorbididades respiratorias y que no requirieran del uso de ventilación mecánica.

Intervención

El trabajo de la musculatura inspiratoria se realizó en todos los estudios por medio de dispositivos para entrenar dicha musculatura inspiratoria resistiendo el flujo inspiratorio. Soumyashree y cols.⁽¹¹⁾ y Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ emplearon el Philips Threshold® (Philips Respironics, Andover, MA, USA), mientras que Palermo y cols.⁽¹³⁾ usaron PrO₂(PrOFIT Inc, Smithfield, RI, USA). Para seleccionar la intensidad del entrenamiento todos los estudios parten del cálculo de la presión inspiratoria máxima: PImáx. A partir de la PImáx, en cada uno de los estudios seleccionan los rangos de esfuerzo, Palermo y cols.⁽¹³⁾ iniciaron el esfuerzo inspiratorio al 80 % de la PImáx, mientras que Soumyashree y cols.⁽¹¹⁾ y Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ inician en niveles más bajos con 40 % y 30 %, respectivamente, e irán aumentando progresivamente.

Principales hallazgos

Soumyashree y cols.⁽¹¹⁾ encontraron diferencias estadísticamente significativas con un valor de p valor igual a 0,001 y un intervalo de confianza (IC) del 95 %, de los siguientes parámetros medidos:

- PImáx, la diferencia de mejora entre el grupo de IMT respecto al grupo control es de 21,6 cm H₂O (IC al 95 %: de 12,1 a 30,2).
- El PEmáx también presenta mejoras significativas con una diferencia de mejora de 17,1 cm H₂O (95% CI de 8,6 a 25,7).
- El consumo de oxígeno máximo o VO₂ máx mejora en contraposición con el grupo control 5 mlO₂/kg/min (IC al 95 %: de 3,9 a 9,2) respecto al grupo IMT.
- MSFT o *Multi stage fitness test*, evidencia una mejora de 2,2 puntos a favor del grupo IMT (IC al 95%: de 1,0 a 3,3).
- 6MPT o *6 minutes push test* al igual que en los puntos anteriores se expone una mejora de 30,1 me-

tros en el grupo IMT respecto al grupo control (IC al 95 %: de 15,9 a 44,4).

- Por último, en referencia a la disnea, del mismo modo existe un progreso de 1,9 puntos en la escala de Borg modificada (IC al 95%: de -3.2 a -0.6).

En relación al trabajo de Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ los resultados a destacar son los siguientes:

- Destaca la PImáx, con p valor > 0,001 y un intervalo de confianza del 95 % de 5,6 a 17,4, evidenciando una diferencia media entre los grupos de 11.5 cm H₂O a favor del entrenamiento de la musculatura inspiratoria.
- Haciendo referencia a la severidad de los síntomas respiratorios a través del *St. George's Respiratory Questionnaire* (SGRQ) existe una mejoría en torno al grupo de IMT de 10,3 puntos, con p valor > 0,04 y un IC del 95 % de 0,01 a 20,65.
- En cuanto a la calidad de vida, el grupo de intervención tuvo una puntuación media menor en el EQ-5D VAS, con una diferencia entre ambos de 14,9 con un p-valor > 0,023 y un IC del 95 % de 1,9 a 27,9.
- La sensación de disnea se aminora en los pacientes incluidos en los grupos de IMT, reduciéndose 1,92 puntos en la escala de Borg en pacientes con lesión crónica y con un p-valor > 0,009 y un IC del 95 % de -0,6 a -3,3.
- En este estudio no se evidencian diferencias significativas en cuanto a PEmáx, función pulmonar (FVC, FEV1, PEF, capacidad inspiratoria, capacidad vital y capacidad pulmonar total), ni en cuanto a complicaciones respiratorias.

Finalmente, tenemos el estudio de Palermo y cols.⁽¹³⁾ publicado en 2022, en el que se señalan los siguientes resultados principales:

- Respecto a la PImáx existen diferencias significativas entre el estado basal de control y el grupo de intervención de 26,9 cmH₂O a favor de este último. Con p-valor de 0,03 e IC del 95 % de 17,3 a 36,6.
- La PEmáx obtiene resultados a favor del grupo de

entrenamiento, aunque de forma más discreta con una mejoría de 9,2 cm H₂O, con p-valor de 0,03 e IC del 95 % de 7,9 a 26,3.

- En cuanto a la función pulmonar, no se evidencian diferencias significativas en FVC, FEV1 o PEF.

DISCUSIÓN

La discusión de los resultados presentados en los estudios mencionados revela consistentemente beneficios significativos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria (IMT) en varios parámetros respiratorios y funcionales.

El estudio de Soumyashree y cols.⁽¹¹⁾ muestra que el grupo IMT experimentó mejoras estadísticamente significativas en la PImáx y PEmáx en comparación con el grupo control. Además, se observó una mejora en el consumo de oxígeno máximo (VO₂ máx), el MSFT y el 6MPT en el grupo IMT. Estos hallazgos respaldan la eficacia del entrenamiento de la musculatura inspiratoria para fortalecer los músculos respiratorios y mejorar la capacidad pulmonar y la resistencia al ejercicio en pacientes.

Por otro lado, el trabajo de Boswell-Ruys y cols.⁽¹²⁾ también respalda los beneficios del IMT. Se encontró una diferencia media significativa en la PImáx a favor del entrenamiento de la musculatura inspiratoria, lo que sugiere una mejora en la fuerza de los músculos respiratorios. Además, el grupo IMT mostró una mejoría en la severidad de los síntomas respiratorios y una mejor calidad de vida en comparación con el grupo control. Estos resultados indican que el IMT puede ayudar a reducir la disnea y mejorar la calidad de vida en pacientes con enfermedad respiratoria.

En el estudio de Palermo y cols.⁽¹³⁾ se encontraron diferencias significativas en la PImáx y PEmáx a favor del grupo de intervención. Estos hallazgos respaldan los resultados anteriores y sugieren que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria puede tener un impacto positivo en la fuerza y la capacidad de los músculos respiratorios.

Es importante destacar que en ninguno de los tres estudios se observaron complicaciones respiratorias relacionadas con el entrenamiento de la musculatura

inspiratoria, lo que indica que es una intervención segura.

En general, los resultados de los estudios revisados respaldan la eficacia del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en mejorar la fuerza de los músculos respiratorios, reducir la disnea y mejorar la calidad de vida en pacientes con enfermedad respiratoria. Estos hallazgos son relevantes, tanto desde el punto de vista clínico como terapéutico, ya que sugieren que el IMT puede ser una estrategia efectiva y segura para el manejo de estas afecciones. Sin embargo, se requieren más investigaciones para comprender mejor los mecanismos subyacentes y determinar los protocolos de entrenamiento óptimos para diferentes poblaciones.

CONCLUSIONES

Tras el análisis de los estudios anteriormente expuestos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. En cuanto a los resultados obtenidos respecto al entrenamiento de la musculatura inspiratoria todos los trabajos coinciden en señalar una mejora de la presión inspiratoria máxima. También destacan mejorías en la presión espiratoria máxima, la sensación de disnea, estado físico referenciado, consumo de oxígeno máximo y síntomas respiratorios, entre otros.
2. Existen indicios sobre los beneficios del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes con lesión medular, que pueden suponer un mejor estado físico y mental, también en la reducción del número de complicaciones respiratorias asociadas a la lesión y, por lo tanto, una mejora en la calidad de vida.
3. El reducido número de artículos publicados en los últimos 5 años al respecto, con una buena calidad metodológica y con tamaños muestrales significativos, es un factor limitante para poder hacer afirmaciones con una mayor solidez.
4. En definitiva, pese a los resultados favorables obtenidos se necesitan más estudios para consolidar una evidencia científica más sólida.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos, derecho a la privacidad y consentimiento informado. En este artículo no aparecen datos personales de sujetos de estudio.

Declaración de los conflictos de intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Financiación y fuentes de apoyo. No se declaran fuentes de apoyo para la elaboración del presente artículo. No hubo ninguna fuente de financiación para la elaboración del presente texto.

Contribución y autoría. Todos los autores de este trabajo declaran haber contribuido sustancialmente a la concepción, diseño y realización del trabajo, participando en todo el contenido y aprobando la versión final del manuscrito que se presenta. Todos los autores, abajo firmantes, cumplen los criterios de autoría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez Blanco I, Aguila Maturana AM. Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física. Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006.
2. Torres Alaminos MA. Aspectos epidemiológicos de la lesión medular en el Hospital Nacional de Parapléjicos. *En* [Internet]. 2018; 12. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X201800200002&nrm=iso
3. Henao-Lema CP, Pérez-Parra JE. Lesiones medulares y discapacidad: revisión bibliográfica. *Aquichan*. agosto de 2010; 10: 157-72.
4. Pérez C, Novoa A, Ferrando J, Santamariña-Rubio E, García-Altés A, Seguí-Gómez M, et al. Lesiones Medulares Traumáticas y Traumatismos Craneoencefálicos en España, 2000-2008 [Internet]. Barcelona: Sociedad Española de Epidemiología; 2011. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Prevencion/SeguridadVial/jornadaLesiones/docs/cPerez.pdf>
5. Reyes MRL, Elmo MJ, Menachem B, Granda SM. A Primary Care Provider's Guide to Managing Respiratory Health in Subacute and Chronic Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. Marzo de 2020; 26(2): 116-22.
6. Berlowitz DJ, Tamplin J. Respiratory muscle training for cervical spinal cord injury. *Cochrane Injuries Group*, editor. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 23 de julio de 2013 [citado 30 de abril de 2023]; Disponible en: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008507.pub2>
7. Puppo H, Fernández R, Hidalgo G. Fisiología Respiratoria. Fisiología de los Músculos de la Respiración. *Neumol Pediátrica*. Diciembre de 2021; 16(4): 146-51.
8. Preston RR, Wilson TE. Fisiología. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
9. Gilroy AM, MacPherson BR, Ross LM, Schünke M, Schulte E, Schumacher U, et al. Prometheus: Atlas de Anatomía. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2009.
10. Gómez-Conesa A, Suárez-Serrano C. Catalán-Matamoros D. Escala PEDro en español. 2012 (consultado 30/11/2023). Disponible en: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/2>.
11. Soumyashree S, Kaur J. Effect of inspiratory muscle training (IMT) on aerobic capacity, respiratory muscle strength and rate of perceived exertion in paraplegics. *J Spinal Cord Med*. 2020 Jan; 43(1): 53-9.
12. Boswell-Ruys CL, Lewis CRH, Wijesuriya NS, McBain RA, Lee BB, McKenzie DK, et al. Impact of respiratory muscle training on respiratory muscle strength, respiratory function and quality of life in individuals with tetraplegia: a randomised clinical trial. *Thorax*. 2020 Mar; 75(3): 279-88.
13. Palermo AE, Nash MS, Kirk-Sanchez NJ, Cahalin LP. Adherence to and impact of home-based high-intensity IMT in people with spinal cord injury: a pilot study. *Spinal Cord Ser Cases*. 2022 Oct 30; 8(1): 85.