



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**PROTOCOLOS DE ENTRENAMIENTO DE LOS MÚSCULOS
RESPIRATORIOS Y SU EFECTO EN LAS VARIABLES
VENTILATORIAS EN PACIENTES CON ESCLEROSIS
LATERAL AMIOTRÓFICA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Trabajo presentado para optar al Título Profesional de Kinesiólogo

VALENTINA PIZARRO VÁSQUEZ

VICENTE REYES LEIVA

TAMARA TOLEDO GONZÁLEZ

MARCELO ZÚÑIGA SEPÚLVEDA

PROFESORA GUÍA: CARMEN GLORIA ZAMBRANO BRAVO

Noviembre, 2022.

Talca, Chile.

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2023

DERECHO DE AUTOR

© 2022, Valentina Pizarro Vásquez, Vicente Reyes Leiva, Tamara Toledo González, Marcelo Zúñiga Sepúlveda, Carmen Gloria Zambrano Bravo. Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra profesora guía, Kinesióloga Carmen Gloria Zambrano por acompañarnos durante este largo proceso. Por motivarnos a dar siempre lo mejor, siendo un pilar fundamental en nuestro desarrollo como estudiantes antes y durante este trabajo.

A nuestras familias y amigos, principalmente a nuestros padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos apoyaron y dieron la oportunidad de avanzar y convertirnos en profesionales.

TABLA DE CONTENIDOS

DERECHO DE AUTOR	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	6
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	10
Pregunta de investigación.....	13
Objetivos.....	13
1.1.1 Objetivo general	13
1.1.2 Objetivos específicos	14
2. METODOLOGÍA	15
2.1 Búsqueda bibliográfica	15
2.1.1 Método de búsqueda para la identificación de estudios	15
2.2 Estrategia de búsqueda	15
2.2.1 Palabras clave y términos Mesh	15
2.2.1 Número de artículos encontrados	16
2.3 Criterios de selección de los estudios.....	17
2.3.1 Año de publicación de los estudios	17
2.3.2 Tipo de estudio	17
2.3.3 Tipo de participantes	17
2.3.4 Tipo de intervención	18
2.3.5 Tipo de resultados	19
3. RESULTADOS	20
3.1 Identificación y selección de los estudios	20
3.2 Descripción de los estudios y participantes.....	20
3.3 Características de la intervención	21
3.4 Calidad de los estudios	24
3.5 Efectos del entrenamiento en las variables ventilatorias	25

3.5.1. Capacidad vital forzada (CVF)	25
3.5.3. Flujo espiratorio máximo (PEF)	26
3.6. Efectos del entrenamiento en la variable fuerza muscular.....	26
3.6.1 PIMAX	26
3.6.2. PEMAX	27
4. DISCUSIÓN	30
4.1 Efectos del EMI sobre las variables analizadas.....	30
4.2 Similitudes y diferencias de resultados en los estudios que utilizaron EMI....	31
4.3 Efectos que tuvo el EME sobre las variables analizadas	33
4.4 Protocolos (Tiempo - intensidad) de entrenamiento más utilizados	34
4.5 Dispositivos más utilizados para el entrenamiento.....	34
4.6 Limitaciones: revisión bibliográfica	35
4.7 Proyecciones	35
5. CONCLUSIONES	37
6. GLOSARIO	38
7. REFERENCIAS	39

ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

Tabla 1: Flujograma de búsqueda y artículos encontrados.....	16
Tabla 2: Características de los participantes con ELA en los estudios seleccionados	21
Tabla 3: Descripción de la intervención de los estudios incluidos.	27
Ilustración 1: Válvula Threshold IMT Respiroic, marca Phillips®.	22
Ilustración 2: Válvula EMST 150.....	24

RESUMEN

Introducción: La esclerosis lateral amiotrófica (ELA) es un síndrome neurodegenerativo que tiene una alta prevalencia de alteraciones ventilatorias, lo que trae como consecuencia un mayor riesgo de sufrir una insuficiencia respiratoria crónica con muerte prematura. Se ha comprobado que el entrenamiento de la musculatura respiratoria tiene efectos beneficiosos en la función ventilatoria y en la fuerza de los músculos respiratorios, sin embargo, aún no está claro el protocolo que es capaz de modificar estas variables de manera óptima.

Objetivo: Revisar en la literatura de los últimos 14 años, las características de los protocolos de entrenamiento de la musculatura inspiratoria y espiratoria que provocan un mayor efecto en las variables ventilatorias y fuerza de músculos respiratorios en las personas con ELA.

Metodología: Las bases de datos utilizadas fueron PubMed, Research Gate, Web of Science y Scielo. Se incluyeron estudios experimentales o caso control que utilizaron como intervención el entrenamiento muscular inspiratorio (EMI) y/o entrenamiento muscular espiratorio (EME) en comparación con controles sin entrenamiento o entrenamiento tipo shunt y que evaluaran la función ventilatoria mediante espirometría (CVF: capacidad vital forzada y PEF) y fuerza de músculos respiratorios mediante pimometría (PIM y/o PEM).

Resultados: Se incluyeron 3 estudios que cumplían con los criterios de elegibilidad, con un total de 93 participantes con diagnóstico de ELA, cuyo rango etario fue de 18 a 75 años. Según los resultados obtenidos, el protocolo que modificó las variables PIMAX (antes: 39,1 cm H₂O, IC 95% 9.2 a 68,9 cmH₂O) PEF en supino (inicial: 74.03 ± 31.74; final ± 10.94, la CVF en el estudio de Pinto y colaboradores se mantuvo lineal durante todo el desarrollo de la intervención (0,32 L, IC 95%: \dot{y} 1,36 a 2,00, I 2: 0% y 0,35 L, IC 95%) y otros resultados como lo fueron un aumento de la SNIP sentado (inicial: 74.15 ± 24.4; final: ± 9.72) al igual que un aumento significativo la MVV tanto en posición sentado (P = 0.017) y supina (P= 0.042).El protocolo que modificó las variables de manera positiva fue un EMI de baja intensidad (30-40% PIM) 2 veces al día, durante 10 minutos durante 35 semanas.

Conclusión: Un protocolo de entrenamiento de los músculos respiratorios influye tanto en la fuerza de los músculos respiratorios como en los volúmenes pulmonares. Sin embargo, aún existe controversia en la aplicación de un protocolo de entrenamiento de rutina para pacientes con ELA debido a la escasez de evidencia y relacionada con los beneficios clínicos a largo plazo que genera este tipo de intervención.

Palabras claves: Esclerosis lateral amiotrófica, entrenamiento muscular respiratorio, protocolo, PIMAX, PEMAX, capacidad vital forzada, PEF.

ABSTRACT

Introduction: Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is a neurodegenerative syndrome that has a high prevalence of ventilatory disorders, which results in an increased risk of chronic respiratory failure with premature death. It has been proven that respiratory muscle training has beneficial effects on ventilatory function and respiratory muscle strength; however, the protocol that is capable of optimally modifying these variables is still unclear.

Objective: To review in the literature of the last 14 years, the inspiratory and expiratory muscle training protocols that cause a greater effect on the ventilatory variables in people with ALS.

Methodology: The databases used were PubMed, Research Gate, Web of Science, and Scielo. Experimental or case control studies were included that used inspiratory muscle training (IMT) and/or expiratory muscle training (EMT) as an intervention compared with controls without training or shunt training and that evaluated ventilatory function by spirometry (FVC: forced vital capacity AND PEF) and respiratory muscle strength by pneumometry (MIP and/or MEP).

Outcomes: Three studies meeting the eligibility criteria were included, with a total of 93 participants (57 men, 36 women), with ALS disease, whose age range was 18 to 75 years. According to the results obtained, the protocol that modified the

variables PIMAX (before: 39.1 cm H₂O, 95% CI 9.2 to 68.9 cmH₂O) supine PEF (initial: 74.03 ± 31.74; final ± 10.94, the FVC in the study de Pinto et al. remained linear throughout the development of the intervention (0.32 L, 95% CI: \dot{y} 1.36 to 2.00, I²: 0% and 0.35 L, 95% CI) and others Results such as an increase in sitting SNIP (initial: 74.15 ± 24.4; final: ± 9.72) as well as a significant increase in MVV both in sitting (P = 0.017) and supine (P = 0.042) positions. The protocol that positively modified the variables was a low-intensity EMI (30-40% PIM) 2 times a day for 10 minutes for 35 weeks.

Conclusion: According to the results obtained, the respiratory muscle training protocol influences both respiratory muscle strength and lung volumes, being a 10-minute EMI, 2 times a day between 30%-40% of IMT. However, there is still controversy in the application of a routine training protocol for ALS patients because of the paucity of evidence and trials related to the long-term clinical benefits generated by this type of intervention.

Key words: Amyotrophic lateral sclerosis, respiratory muscle training, protocol, MIP, MEP, forced vital capacity, PEF.

1. INTRODUCCIÓN

La Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) es un síndrome neurodegenerativo desencadenado por causas que a la fecha no están determinadas (Eidenberger, M. & Nowotny, S., 2014). Sin embargo, se ha identificado la influencia de factores genéticos, ambientales y etarios, en la aparición y desarrollo de esta enfermedad (Carlesi et al., 2011). Al no existir claridad en un origen específico, los signos clínicos varían en cada individuo.

Sobre la base de la información de literatura internacional, la prevalencia en países occidentales es de 5,2 casos por cada 100.000 habitantes (Wijesekera, L.C. et al, 2009); en Chile, corresponde a 1 caso por cada 20.000 habitantes (Ministerio de Salud, Gobierno de Chile, 2017).

La principal característica de la enfermedad es una debilidad de los músculos esqueléticos (Niebla-Gómez et al, 2022), dentro de los cuales están los músculos respiratorios, lo que conduce a complicaciones como la disminución de volúmenes pulmonares, disminución de la expansibilidad de la pared torácica, hipo movilidad global, disminución de la ventilación alveolar, alteración del mecanismo de la tos y por lo tanto, una menor capacidad para la eliminación de secreciones asociado con un mayor riesgo de infecciones pulmonares y atelectasias. En consecuencia, un mayor riesgo de sufrir una insuficiencia respiratoria prematura (Cabrita et al., 2021).

La esperanza de vida es de 3 a 5 años desde la aparición de los síntomas y la confirmación diagnóstica (Rosasilva et al., 2020). Las alternativas terapéuticas son variadas y aunque no pueden prevenir la progresión de la enfermedad, mejoran el tiempo de supervivencia de los pacientes (Rodríguez et al, 2011).

La fisioterapia tiene un papel importante en la atención multidisciplinar de estos pacientes. Se ha demostrado que las intervenciones que incluyen ejercicios y entrenamiento muscular respiratorio (EMR) producen beneficios en enfermedades neurológicas y cardiopulmonares (Cabrita et al., 2021). Así mismo, un programa de EMR puede mejorar el control autónomo, la presión arterial, la fuerza y resistencia de músculos respiratorios, parámetros de función pulmonar, mayor amplitud de respuesta del nervio frénico, disminución en las anomalías nocturnas con respecto a la saturación de oxígeno y una liberación de moléculas neuro protectoras en personas con patologías neurodegenerativas como ELA (Ferreira et al., 2016).

Con respecto a la implementación de programas de EMR en pacientes neurológicos, se han encontrado cambios significativos en la variable de presión espiratoria máxima (PEMAX). Tal como lo demuestra Chiara et al, el año 2006, en sujetos con ELA el entrenamiento de músculos respiratorios incrementó a 90 cmH₂O la PEMAX, lo que se traduce en un 38,4% de mejora.

En el contexto de la ELA, los estudios que han utilizado el entrenamiento de músculos respiratorios han demostrado al finalizar las intervenciones, cambios significativos en las variables de presión inspiratoria máxima (PIMAX), aumentando de 31 cmH₂O a 40 cmH₂O, Flujo de tos máximo (FTM) aumentando de 330 L/M a 430 L/M (Cabrita et al., 2021). Lo que demuestra que, en este contexto, los músculos respiratorios son capaces de responder al entrenamiento, generando mejoras en su función. Por otra parte, Pinto y Carvalho, el año 2013, analizaron el tiempo de supervivencia de los pacientes que se sometieron al entrenamiento de la musculatura respiratoria teniendo como resultado mayor supervivencia al realizar el entrenamiento (36 meses) en comparación al grupo que no realizó ningún protocolo de entrenamiento (24 meses).

Hasta ahora la ELA no tiene cura y su tratamiento es básicamente sintomático. Algunas terapias, como el entrenamiento muscular respiratorio, han demostrado que disminuyen la progresión de la enfermedad y consecuentemente, incrementan la supervivencia (Rodríguez de Rivera et al, 2011). Sin embargo, en la literatura existen diversos protocolos de entrenamiento de la musculatura respiratoria, que difieren en tiempos de aplicación, cargas de entrenamiento, tiempo de mantención del estímulo, frecuencia y progresión, y que además han evaluado diversas variables que son posibles de modificar con este tipo de intervención.

Por este motivo, es relevante revisar la literatura y poder establecer los protocolos de entrenamiento de la musculatura respiratoria que tienen una mejor respuesta en las variables ventilatorias y de función pulmonar, en los sujetos que cursan con Esclerosis Lateral Amiotrófica para poder establecer una forma de intervenir cuando se quieren modificar estas variables, considerando que este tipo de intervención se ha demostrado que mejora la sobrevida de los pacientes con esta enfermedad.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el protocolo de entrenamiento de músculos respiratorios que provoca efectos en las variables ventilatorias y en la fuerza muscular respiratoria en las personas con ELA?

Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Revisar en la literatura disponible, los protocolos de entrenamiento de la musculatura inspiratoria y espiratoria que provocan efectos en las variables ventilatorias y de función pulmonar en las personas con ELA.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la carga de entrenamiento que modifica las variables de PIMAX, PEMAX, CVF y PEF en los pacientes con ELA.
- Determinar la frecuencia y tiempo de intervención, que modifica las variables de PIMAX, PEMAX, CVF y PEF en los pacientes con ELA.
- Determinar el tipo de dispositivo más utilizado en los protocolos de EMR que modifica las variables de PIMAX, PEMAX, CVF y PEF en los pacientes con ELA.

2. METODOLOGÍA

2.1 Búsqueda bibliográfica

2.1.1 Método de búsqueda para la identificación de estudios

La búsqueda de artículos comenzó en abril de 2022, con cuatro revisores, quienes de manera independiente recopilaron información en distintas bases de datos previamente seleccionadas. Se identificaron múltiples títulos, resúmenes y textos completos, siendo incluidos aquellos que calificaron por su calidad metodológica. Los servidores utilizados fueron PubMed, Research Gate, Web Of Science y Scielo.

2.2 Estrategia de búsqueda

2.2.1 Palabras clave y términos Mesh

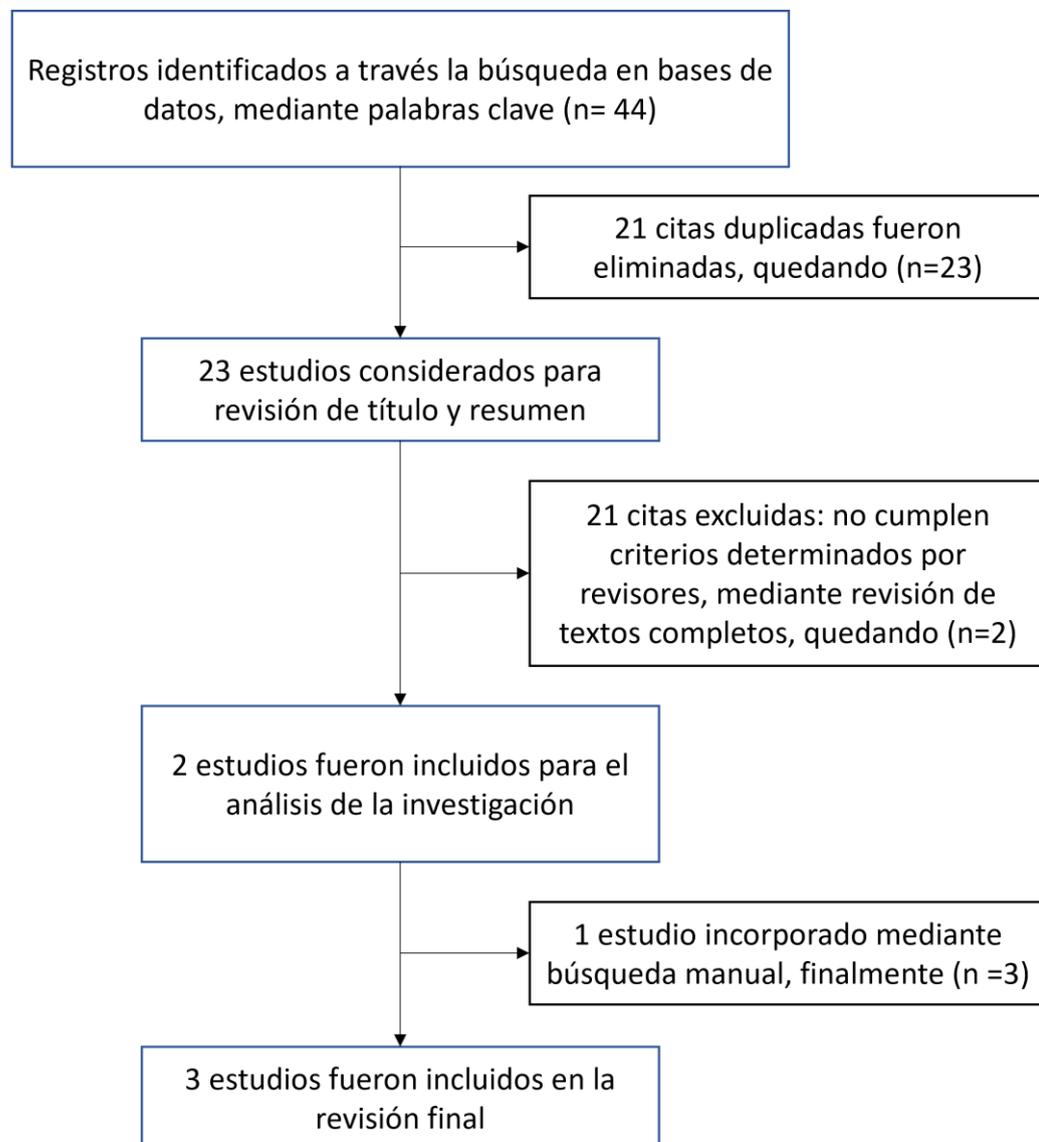
Se utilizaron los términos: Entrenamiento muscular respiratorio (EMR), Presión inspiratoria máxima (PIMAX), Presión espiratoria máxima (PEMAX), Capacidad Vital Forzada (CVF), flujo espiratorio máximo (PEF), espirometría, Esclerosis lateral amiotrófica (ELA), ensayos controlados aleatorizados (ECA).

Las palabras clave que se utilizaron fueron combinados con operadores booleanos (Amyotrophic lateral sclerosis AND respiratory training AND protocol AND forced vital capacity AND efectivity).

2.2.1 Número de artículos encontrados

La búsqueda inicial permitió identificar 44 artículos, de los cuales 23 se consideraron relevantes revisando el título y el resumen, pero sólo 2 artículos cumplían los criterios de elegibilidad planteados, los cuales se revisaron de forma detallada; 1 estudio fue incluido mediante búsqueda manual, obteniendo un total de 3 estudios en la revisión final.

Tabla 1: Flujograma de búsqueda y artículos encontrados



2.3 Criterios de selección de los estudios

2.3.1 Año de publicación de los estudios

Se limitó la búsqueda a artículos que hubiesen sido publicados dentro del periodo comprendido entre 2009 y 2022. No se incluyeron restricciones de idiomas y se revisaron las listas de referencias de estudios recuperados.

2.3.2 Tipo de estudio

Se incluyeron estudios experimentales y estudios de caso control, que evaluaron los efectos del EMR sobre distintas variables de fuerza, resistencia y función pulmonar en donde al menos se haya valorado las variables de capacidad vital forzada (CVF), (PIMAX) y (PEMAX) y que además contemplaron pruebas clínicas estandarizadas y validadas en su proceso de intervención. Se excluyeron reportes breves, cartas al editor, revisiones sistemáticas y aquellos estudios que no contaran con un protocolo definido de EMR en pacientes con ELA.

2.3.3 Tipo de participantes

Se incluyen aquellas intervenciones realizadas en sujetos adultos con diagnóstico de Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) con cualquier tipo de gravedad, pero que no necesiten ventilación mecánica.

2.3.4 Tipo de intervención

Una vez finalizada la búsqueda y selección de los artículos, se extrajeron el diseño de cada uno, características de la muestra como el N° de personas, sexo, población con ELA, edad (promediada en años), duración de la enfermedad, y variables de aquellos como los volúmenes pulmonares al inicio y final (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Además, se compararon los protocolos del EMR, en cuando al tipo de entrenamiento, duración, intensidad, dispositivo utilizado, presencia de grupo control o no, herramientas de evaluación, finalmente resultados y conclusiones.

a. Criterios de inclusión

Se incluyeron en el estudio ECA que evaluaron la respuesta de variables respiratorias usando un EMR en pacientes con ELA, que no recibían entrenamiento respiratorio a tiempo completo o entrenamientos sin carga.

b. Criterios de exclusión

Con respecto a los criterios de exclusión se descartó sujetos que estaban traqueostomizados o en ventilación mecánica, además se optó por dejar fuera estudios que integraran a la muestra otras enfermedades neurológicas como miastenia y esclerosis múltiple.

2.3.5 Tipo de resultados

En la mayoría de los estudios como medida de resultado primario de la función ventilatoria fue la CVF, PEF que fue medido a través de una espirometría tanto en el antes, durante y después de todos los protocolos de entrenamiento, la medida de resultado de la fuerza de los músculos respiratorios fue la PIMAX y PEMAX por medio de un pimómetro.

3. RESULTADOS

3.1 Identificación y selección de los estudios

La búsqueda inicial condujo a identificar 44 artículos, de los cuales 23 se consideraron relevantes para la investigación revisando el título y resumen, pero sólo 2 artículos cumplían los criterios de elegibilidad planteados, los cuales se revisaron de forma detallada. Posteriormente, 1 estudio fue incluido mediante búsqueda manual, obteniendo un total de 3 estudios para la revisión final.

3.2 Descripción de los estudios y participantes

La tabla N°2 muestra las características de los participantes de los estudios incluidos en esta revisión, en donde se puede observar que los 3 estudios analizados involucraron a 93 sujetos (57 hombres, 36 mujeres), cuyo rango etario era de 18 a 75 años con una media entre 54 y 63 años con diagnóstico de ELA. En cuanto a la duración de la enfermedad, en los participantes que se incluyeron en los grupos experimentales, fue de 11,4 a 29 meses mientras que en los que se incluyeron en los grupos controles fue de 11,4 a 34 meses.

Tabla 2: Características de los participantes con ELA en los estudios seleccionados

Estudio	Descripción			Descripción grupo experimental			Descripción grupo control		
	Diseño de estudio	Participantes ¹²⁾	n	n	Media edad (años)	Media duración de enfermedad (meses)	n	Media edad (años)	Media duración de la enfermedad (meses)
Cheah et al (2009)	ECA	Esclerosis Lateral Amiotrófica Bulbar: 8 Espinal: 11	19	9	54	29	10	53	34
S. Pinto et al (2012)	ECA	ELA Bulbar: 4 Espinal: 22	26	13	57	11,4	13	57	11,4
Plowman et al (2018)	ECA	ELA Bulbar: 35 Espinal: 11 Mixto: 2	48	24	63.1	20,9	24	60.1	16,9

3.3 Características de la intervención

De los 3 estudios analizados dos de ellos realizaron un entrenamiento EMI, definiéndolos como el primer estudio que fue de Cheah et al, el segundo estudio fue de Pinto et al, y por último el tercer estudio de Plowman que utilizó un EME. Dentro de los estudios que evaluaron la respuesta ventilatoria con la utilización de EMI, se encontró que los dos estudios utilizaron un mismo dispositivo para ejecutar las sesiones de entrenamiento, este fue la válvula Threshold IMT Respironic, marca Phillips®. En el estudio que se utilizó EME la válvula que se empleó fue la Phillips® Threshold PEP, Positive Espiratory entrenador de presión, Respironics; Cedar Grove, Nueva Jersey, EE. UU. (Entrenamiento de fuerza muscular espiratoria).

Ilustración 1: Válvula Threshold IMT Respironic, marca Phillips ®.



Con respecto a la programación del entrenamiento, dos de los estudios entrenaron los 7 días de la semana y 10 minutos para cada sesión de ejercicio. En relación con el número de semanas de intervención, los estudios que utilizaron EMI, el primero utilizó 12 semanas en una frecuencia de 3 veces al día y el segundo utilizó 8 meses con una frecuencia de 2 veces al día. En el tercer estudio que evaluó la respuesta en las variables ventilatorias con el uso de un EME, se manejó un período de 2 meses de entrenamiento en donde se utilizó una válvula unidireccional para las sesiones que consistían en 5 días a la semana por 1 vez al día realizar 5 series de 5 repeticiones al 50% de la PEMAX, con lo que a su vez este valor predicho se iba ajustando según los progresos de cada paciente durante el transcurso del programa.

En cuanto a las progresiones de carga del protocolo de intervención, en el primer estudio fue subiendo las cargas desde 15%, 30%, 45% y 60% de la PIM medida que los pacientes iban mejorando sus resultados en el curso del programa, a

diferencia del segundo estudio que optó por mantener la intensidad entre un 30% y 40% de la PIMAX. El estudio que utilizó EME, la carga se mantuvo en el 50% de la PEMAX reajustando en la medida que el sujeto iba progresando en fuerza.

Acerca del grupo control del primer estudio que realizó el entrenamiento de carga de forma incremental, se realizó el mismo protocolo de entrenamiento, pero se crearon dispositivos IMT simulados, quitando las válvulas accionadas por el resorte de IMT original. En cuanto al segundo estudio del otro grupo control que entrenó EMI, se usó un ejercicio placebo en el cual disminuyó el volumen de entrenamiento en un 50% y una menor intensidad, a la menor carga posible (9cmH₂O). Finalmente, en el tercer estudio que utilizó EME, el grupo control utilizó una válvula idéntica que al del grupo de experimental (EMST 150), sin embargo, se le quitó el resorte interno que aporta la resistencia, por ende, realizaron ejercicios sin carga fisiológica.

Ilustración 2: Válvula EMST 150



3.4 Calidad de los estudios

La calidad metodológica de los ECA elegibles se realizó gracias a la escala PEDro presente en la tabla 2, según la escala el segundo y tercer estudio alcanzaron los 7 puntos y el primer estudio alcanzo los 8 puntos, los estudios seleccionados presentaron una calidad metodológica buena.

Cheah et al (2006) 8/10 [Criterios de admisibilidad: Sí; Asignación aleatoria: Sí; Asignación oculta: Sí; Comparabilidad basal: Sí; Sujetos ciegos: Sí; Terapeutas ciegos: No; Evaluadores ciegos: No; Seguimiento adecuado: Sí; Análisis por intención de tratar: Sí; Comparaciones entre grupos: Sí; Estimaciones puntuales y variabilidad: Sí.

Pinto et al (2012) 7/10 [Criterios de elegibilidad: No; Asignación aleatoria: Sí; Asignación oculta: No; Comparabilidad de referencia: Sí; Sujetos ciegos: Sí; Terapeutas ciegos: No; Evaluadores ciegos: Sí; Seguimiento adecuado: Sí;

Análisis por intención de tratar: No; Comparaciones entre grupos: Sí; Estimaciones puntuales y variabilidad: Sí.]

Plowman y colaboradores (2018) 7/10 [Criterios de admisibilidad: Sí; Asignación aleatoria: Sí; Asignación oculta: No; Comparabilidad basal: Sí; Sujetos ciegos: Sí; Terapeutas ciegos: No; Evaluadores ciegos: Sí; Seguimiento adecuado: Sí; Análisis por intención de tratar: No; Comparaciones entre grupos: Sí; Estimaciones puntuales y variabilidad: Sí]

3.5 Efectos del entrenamiento en las variables ventilatorias

3.5.1. Capacidad vital forzada (CVF)

En el estudio de Cheah y colaboradores se reportó una mejora en la CVF de 4,59% (GE: 85.8 ± 20.2 GC: 83.6 ± 16.7).

En el estudio de Pinto y colaboradores la CVF no varió significativamente manteniéndose cercano a su valor de referencia tanto en posición sentado como en supino (0,32 L, IC 95%: \dot{y} 1,36 a 2,00, I 2: 0% y 0,35 L, IC 95%).

En el estudio de Plowman y colaboradores con respecto a los valores del predicho de la CVF en el grupo de entrenamiento activo y simulado este disminuyó en ambos, a pesar de ello en el grupo experimental la baja fue de 80,7% a 73,7%, y en el grupo control la baja fue de 81,4% a 73,7%.

3.5.3. Flujo espiratorio máximo (PEF)

En el estudio de Cheah y colaboradores con respecto a la PEF no se obtuvieron resultados, conforme el estudio de Pinto y colaboradores la PEF en supino mejoró (inicial: 74.03 ± 31.74 ; final ± 10.94). Por otro lado, en el estudio de Plowman y colaboradores al ver el efecto del EME en la variable PEF en el grupo experimental este mantuvo su valor promedio en $6,2 \text{ cmH}_2\text{O}$, al contrario del grupo control que tuvo una disminución del valor promedio de $5,2 \text{ cmH}_2\text{O}$ a $4,8 \text{ cmH}_2\text{O}$.

3.6. Efectos del entrenamiento en la variable fuerza muscular

3.6.1 PIMAX

En el estudio de Cheah y colaboradores (2009) a través de un programa de entrenamiento muscular inspiratorio de 12 semanas, 3 veces al día en el que subía de manera progresiva la intensidad (15%-30%-45%-60%) cada 2 semanas, hubo una mejora en la PIMAX con respecto al grupo control de $6,11\%$ (GE: $81.3 \pm 35.2 \text{ cm H}_2\text{O}$ GC: $70.6 \pm 29.0 \text{ cmH}_2\text{O}$). En el estudio de Pinto y colaboradores al análisis de la función respiratoria, el entrenamiento en el grupo 1 mostró una mejora transitoria en la sub-puntuación respiratoria en el periodo activo T0-T1 en (30%-40%) PIMAX, (antes: $39,1 \text{ cm H}_2\text{O}$, IC 95% 9.2 a $68,9 \text{ cmH}_2\text{O}$). Sin embargo, en el estudio de Plowman y colaboradores Al ser un estudio que evaluó musculatura espiratoria, no se reportaron resultados con respecto a la PIMAX

3.6.2. PEMAX

En el estudio de Cheah y colaboradores, La PEMAX, fue similar durante el estudio completo (diferencia de medias 1,13%). Al término del estudio siguió disminuyendo durante el cese del entrenamiento ($4.30 \pm 1.52\%$; CI 1.02 - 7.59).

En cuanto a los resultados del estudio de Plowman y colaboradores, hubo una diferencia significativa en la PEMAX, considerando una mejora del 25% desde 98,5 cmH₂O a 125,5 cmH₂O en el grupo experimental por sobre el 6% que fue de 89,8 cmH₂O a 96,6 cmH₂O del grupo control.

Tabla 3: Descripción de la intervención de los estudios incluidos.

Autores	Base de datos	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Objetivo	Población con ELA	Edad en años	Protocolo de entrenamiento	Tiempo de entrenamiento	Tipo de dispositivo	Intensidad	Score PEDro
Benjamin Cheah, Robert Boland, Nina Brodaty, Margie Zoing, David McKenzie, & Matthew Kiernan (2009)	Pubmed	Artículo original	Ensayo controlado aleatorizado	Determinar si un programa de entrenamiento de la musculatura respiratoria (EMI) atenúa la disminución de la función respiratoria y la fuerza de la musculatura inspiratoria en pacientes con ELA.	19 pacientes	18 -75	Entrenamiento de 12 semanas de duración con IMT 10 minutos, 3 veces al día, desde 15% SNIP y subiendo la intensidad a 30%,45% y 60% a medida que se progresaba.	12 semanas	Válvula Threshold IMT	Desde 15% hasta 60% del SNIP	8/10
Susana Pinto & Mamede De Carvalho (2012)	Research Gate	Reporte breve	Longitudinal, Ensayo aleatorizado.	Establecer si un programa de entrenamiento de la musculatura inspiratoria puede incrementar la supervivencia en pacientes con ELA.	26 pacientes (18 hombres, 8 mujeres)	57	EMI 10 minutos, 2 veces por día. 30 al 40% de la PIMAX durante 8 meses	8 meses	Válvula Threshold IMT	30-40% de la PIMAX	7/10
Emily K. Plowman, Lauren Tabor-Gray, Michelle Rosado & Terrie Vasilopoulos (2018)	Research Gate	Artículo original	Ensayo Controlado aleatorizado	Determinar el impacto de un entrenamiento de musculatura respiratoria sobre la función pulmonar, deglutoria, y de la tos en personas con ELA	48 pacientes (29 hombres, 19 mujeres)	57-64	Válvula unidireccional accionado por resorte fijado al 50% de la PEMAX, 5 series de 5 repeticiones durante 8 semanas.	8 semanas	Válvula Threshold IMT	50% de PEMAX, valores menores a 40cmH2O utilizaban una carga entre 5-20 cmH2O.	7/10

Autores	Población con ELA	Edad en años	Protocolo de entrenamiento	Resultados	Conclusiones
Benjamin Cheah, Robert Boland, Nina Brodaty, Margie Zoing, David McKenzie, & Matthew Kiernan (2009)	19 pacientes	18 -75	Entrenamiento de 12 semanas de duración con IMT 10 minutos, 3 veces al día, desde 15% SNIP y subiendo la intensidad a 30%,45% y 60% a medida que se progresaba.	EMI mostró resultados positivos en CVF, PIM, Capacidad pulmonar total (CPT), capacidad vital (CV), presión respiratoria nasal (SNIP).	Hubo una mejora tanto en el grupo control como experimental en parámetros de fuerza (PIM),sin embargo, en el grupo experimental fue mayor. El estudio se limita sólo a una muestra pequeña de pacientes, existe heterogeneidad de fenotipos clínicos, y hubo 41 violaciones de protocolos leves, más un corto periodo de entrenamiento. Por lo que se vuelve necesario investigar sobre el efecto del entrenamiento respiratorio en un periodo de tiempo más prolongado.
Susana Pinto & Mamede De Carvalho (2012)	26 pacientes (18 hombres, 8 mujeres)	57	EMI 10 minutos, 2 veces por día. 30 al 40% de la PIMAX durante 8 meses.	EMI mostró ser un significativo predictor independiente de supervivencia en pacientes afectados.	Se necesitan más estudios para corroborar los datos.
Emily K. Plowman, Lauren Tabor-Gray, Michelle Rosado & Terrie Vasilopoulos (2018)	48 pacientes (29 hombres, 19 mujeres)	57-64	Válvula unidireccional accionado por resorte fijado al 50% de la PEMAX, 5 series de 5 repeticiones durante 8 semanas.	Se observaron diferencias significativas en la PEM, en el grado de deglución, el programa fue bien tolerado y condujo a mejoras en las vías respiratorias y bulbares función en ELA	A una intensidad leve y/o moderada el programa de entrenamiento muscular respiratorio fue bien tolerado en pacientes con ELA temprano y dio como resultados mejoras en la PEM e ingesta oral, así como el mantenimiento del flujo máximo de tos y deglución.

4. DISCUSIÓN

Existen escasos informes sobre el entrenamiento de los músculos respiratorios en el ELA. Dentro de lo que se ha estudiado se sabe que a través de un dispositivo que ofrece una resistencia de carga moderada, mejora la fuerza muscular inspiratoria y una reducción de la fatiga respiratoria (Rabin R. 2001). Por lo tanto, revisamos ¿Qué efectos produce el entrenamiento sobre variables ventilatorias?

4.1 Efectos del EMI sobre las variables analizadas

Ya sabemos que los pacientes con ELA se ven perjudicados sustancialmente a nivel motor y respiratorio. Como revisamos, a través de un programa de ejercicios estructurado que se centra en el entrenamiento de los músculos respiratorios en personas con ELA, se han reportado mejorías en determinadas variables como lo son la PIMAX, PEMAX, PEF y CVF. Sin embargo, estos resultados positivos requieren estudios adicionales más amplios para evaluar los beneficios clínicos a largo plazo.

Por otro lado, no existe una cantidad de estudios controlados aleatorizados considerables que permitan hacer una comparación entre entrenamiento de músculos respiratorios y ELA. Al mismo tiempo, no se ha logrado definir cuál es el protocolo de entrenamiento muscular inspiratorio y espiratorio más eficaz en la mejora de parámetros ventilatorios.

Por lo tanto, se debe invertir en este campo, con investigaciones que involucren estos aspectos, ya que es clave para dar respuesta a las necesidades reales de las personas con esta patología; desde la prevención hasta el acceso al diagnóstico y tratamiento, así como en la atención social y sanitaria.

4.2 Similitudes y diferencias de resultados en los estudios que utilizaron EMI

En los estudios que utilizaron EMI, ambos protocolos aumentan la PIMAX en pacientes con ELA. El entrenamiento benefició al grupo experimental en comparación al grupo control. Este resultado es esperable ya que se sabe que el objetivo del entrenamiento es aumentar la fuerza y por ende la función, dando como resultado una hipertrofia del musculo esquelético, mejorando la fuerza y la estabilidad del tórax preparando los músculos que participan en la ventilación y previniendo la fatiga respiratoria (Ray, 2013).

El primer estudio emplea carga de manera incremental, por el contrario, en el segundo estudio realizan su intervención con una carga constante. Este último estudio reportó mejores resultados en las variables. Pudiese deberse que, al entrenar de esta manera, el paciente presenta menores dificultades para tolerar adecuadamente la intervención, en comparación con quienes se entrenaron incrementando la carga, lo cual incluso puede llegar a ser contraproducente para su salud por las mismas características de deterioro tanto funcional como respiratorio.

Este resultado se condice con (Nardin et. al, 2008), estudio en el cual se recomienda que, en este tipo de enfermedades neurodegenerativas, como el ELA se deben utilizar cargas respiratorias adecuadas para el entrenamiento, ya que esto podría agravar aún más la pérdida de neuronas motoras respiratorias. Los músculos ventilatorios pueden entrenarse como cualquier músculo de las extremidades siguiendo los mismos principios básicos, sin embargo, en las enfermedades denervantes crónicas, el ejercicio intenso puede ser perjudicial para la salud.

Con respecto a las diferencias entre estudios el protocolo del segundo estudio obtuvo un mayor porcentaje de mejora de PIMAX que el primer estudio, lo cual pudo haberse dado porque el tiempo de estudio fue más extenso (8 meses versus 12 semanas). Si sometemos a un grupo a un período de entrenamiento por más tiempo, consecuentemente mejoraremos la mayoría de los parámetros que en un comienzo se pretendía aumentar. Esto uno de los factores básicos que determinan la mejora en la fuerza muscular, la magnitud del tiempo del entrenamiento (González & Gorostiaga, 1995), que se puede extrapolar a los resultados del EMI en pacientes con ELA ya que la musculatura respiratoria puede ser entrenada al que igual que la musculatura apendicular.

La CVF se comportó distinto ya que en el primer estudio tuvo un aumento significativo y en el segundo estudio se mantuvo lineal durante el desarrollo de la intervención. Esto puede ser explicado por uno de los principios de la progresión

del entrenamiento, según (Weineck J, 2005) el principio de la carga progresiva relaciona la carga, adaptación y aumento del rendimiento, por lo que, en el primer estudio, el haber aumentado las cargas progresivamente desde 15% hasta 60% de la PIMAX pudo haber sido un gatillante de la mejora de la mecánica respiratoria y por consecuencia en la función pulmonar.

4.3 Efectos que tuvo el EME sobre las variables analizadas

El tercer estudio arrojó que la PEMAX tuvo un aumento significativo en los pacientes con entrenamiento activo, de forma similar a los estudios de EMI, con la mejora en la fuerza muscular inspiratoria.

La debilidad de la musculatura se puede mejorar, a través del entrenamiento fuerza del músculo espiratorio según lo evaluado por los autores. Se afirma que este protocolo de entrenamiento efectivamente mejora la función ventilatoria, pero al existir escasez de estudios se complica el generar una comparación de resultados.

Podemos extraer que se hace valioso el vacío de conocimiento sobre protocolos de EME y como esto podría ayudar a mejorar aún más las variables de función pulmonar y fuerza muscular espiratoria. Se justifica una mayor investigación sobre el efecto sobre la intensidad y la eficacia de la tos porque es un mecanismo de defensa primario de las vías respiratorias (Chiara et. al, 2006)

4.4 Protocolos (Tiempo - intensidad) de entrenamiento más utilizados

De los estudios revisados, se utilizaron para EMI distintos protocolos de entrenamiento en cada estudio. En el primer estudio se entrenó durante 10 minutos, 3 veces al día, modificando de manera progresiva la PIMAX desde un 15% a 60%. En el segundo estudio se realizó solo un EMI de 10 minutos, 2 veces al día entre 30%-40% de la PIMAX. En el tercer estudio se entrenó durante un total de 25 exhalaciones, 5 series de 5 repeticiones a una intensidad de un 50% de la PEMAX.

El protocolo que fue más efectivo en cuanto a la modificación de las variables fue el del segundo estudio, un protocolo de EMI de una intensidad entre el 30% y 40% de la fuerza muscular inspiratoria máxima, demostrando cambios significativos en la fuerza muscular inspiratoria desde una PIMAX 39,1 cmH₂O a una PIMAX 68,9 cmH₂O durante el desarrollo del programa. No se reportaron efectos adversos en los pacientes sometidos a este protocolo, respaldando aún más el beneficio de esta intervención.

4.5 Dispositivos más utilizados para el entrenamiento

El dispositivo utilizado para el EMI en los 2 estudios fue la válvula IMT Threshold Philips Respironics ®. (Ilustración 1). Usando una pinza nasal, el paciente inhala a través de la boquilla para generar una presión negativa dentro del cilindro de plástico. La válvula interna se abre una vez que la presión dentro del cilindro (es decir, presión intraoral) vence la compresión en el resorte. El dispositivo está

graduado de 9 a 41 cm H₂O.

En el entrenamiento muscular espiratorio el dispositivo utilizado fue la Threshold PEP Philips ®.

4.6 Limitaciones: revisión bibliográfica

Las limitaciones que se pueden visualizar entre los estudios seleccionados:

- El número reducido de participantes generó una limitación en la muestra.
- Escasez de ensayos controlados aleatorizados que existe en sujetos con la enfermedad de ELA.
- No hubo detalles en los artículos sobre el número de intentos de prueba de la evaluación antes y después del EMR.
- Todos los ensayos fueron realizados por un corto periodo de tiempo, por lo que aún no se tiene información sobre los efectos de los diferentes tipos de entrenamiento a largo plazo.

4.7 Proyecciones

En resumen, sabemos que el EMR mejora la fuerza de los músculos respiratorios y la función ventilatoria, por lo cual debería ser un complemento de la rehabilitación en pacientes con enfermedades neurodegenerativas, especialmente en la ELA.

Eidenberger et al (2014) mostró que hay evidencia de que el EMI conduce al fortalecimiento de los músculos inspiratorios en la ELA; sin embargo, solo se

incluyeron dos ECA, un estudio preexperimental y otro con un grupo de control histórico. De este modo, aún no existe evidencia suficiente para aplicar EMR de forma rutinaria en sujetos con ELA. Tal vez el desarrollo de estudios prospectivos más amplios con la evaluación de los beneficios clínicos a largo plazo de este entrenamiento podría cambiar la perspectiva actual de esta estrategia en los distintos centros de atención clínica.

5. CONCLUSIONES

En relación con el análisis de los objetivos planteados se establece que la carga de entrenamiento que modifica las variables de PIMAX, PEMAX, CVF y PEF en los pacientes con ELA es de baja intensidad. Con una frecuencia de 2 veces al día por 10 minutos los 7 días de la semana durante 8 meses. En cuanto al tipo de dispositivo más utilizado en los protocolos de EMR que modifican las variables antes mencionadas encontramos Threshold IMT Resipronic y Threshold PEP, Positive Espiratory ambos de la marca Philips ®.

Con los resultados obtenidos en esta revisión bibliográfica se concluyó que existe evidencia de que el entrenamiento muscular respiratorio en sujetos con ELA puede mejorar la fuerza y función ventilatoria. Por lo tanto, un protocolo de baja intensidad además de generar un impacto positivo en la fuerza muscular inspiratoria este reduce la fatiga respiratoria, disnea percibida tanto en músculos respiratorios como periféricos generando una mayor eficiencia en la ventilación.

Los pacientes con ELA tienen múltiples necesidades, debido al deterioro que compromete su funcionalidad, las cuales aumentan su demanda con el tiempo. La precocidad en la aparición de complicaciones asociadas a este deterioro pudiese ser contrarrestada mediante la aplicación de protocolos de EMR.

Se requieren más estudios para establecer un protocolo regular de entrenamiento debido a la variabilidad en cuanto a la duración y a las variables que ya han sido estudiadas. La baja certeza de la evidencia sugiere que los resultados deben interpretarse con cautela. Los principales hallazgos están determinados por componentes relacionados con la fuerza de la musculatura y función ventilatoria. Dado este contexto, se hace necesario indagar más en complicaciones de las funciones afectadas durante el curso de la enfermedad y su correlación con la función ventilatoria.

6. GLOSARIO

- **CmH₂O:** Centímetros de agua.
- **CVF:** Capacidad vital forzada. Cantidad máxima de aire exhalado forzadamente partiendo de una inhalación total.
- **ECA:** Ensayos controlados aleatorizados.
- **ELA:** Esclerosis lateral amiotrófica.
- **EME:** Entrenamiento muscular espiratorio.
- **EMI:** Entrenamiento muscular inspiratorio.
- **EMR:** Entrenamiento muscular respiratorio.
- **FTM:** Flujo de tos máximo.

- **PEF: Flujo espiratorio máximo.** Mide cuánto aire se puede exhalar con el mayor esfuerzo.
- **PEMAX:** Presión espiratoria máxima.
- **PIMAX:** Presión inspiratoria máxima. Es la presión que desempeñan los músculos al participar de la inspiración.

7. REFERENCIAS

- Cabrita, B., Dias, S., Fernandes, A. L., Correia, S., Ferreira, J., & Simão, P. (2021). Inspiratory muscle training in neuromuscular patients: Assessing the benefits of a novel protocol. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 34(4), 537–543. <https://doi.org/10.3233/BMR-200141>
- Carlesi, C., Pasquali, L., Piazza, S., Lo Gerfo, A., Caldarazzo Ienco, E., Alessi, R., Fornai, F., & Siciliano, G. (2011). Strategies for clinical approach to neurodegeneration in Amyotrophic lateral sclerosis. *Archives italiennes de biologie*, 149(1), 151–167. <https://doi.org/10.4449/aib.v149i1.1267>
- Chiara, T., Martin, A. D., Davenport, P. W. & Bolser, D. C. (2006). Expiratory Muscle Strength Training in Persons With Multiple Sclerosis Having Mild to Moderate Disability: Effect on Maximal Expiratory Pressure, Pulmonary Function, and Maximal Voluntary Cough. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(4), 468-473. <https://doi.org.10.106/j.apmr.2005.12.035>
- Eidenberger, M., & Nowotny, S. (2014). Inspiratory muscle training in patients

with Amyotrophic Lateral Sclerosis: A systematic review. *Neurorrehabilitación*, 35(3), 349–361. <https://doi.org/10.3233/NRE-141148>.

- Ferreira, G. D., Costa, A. C., Plentz, R. D., Coronel, C. C., & Sbruzzi, G. (2016). Respiratory training improved ventilatory function and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis and lateral amyotrophic sclerosis: systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*, 102(3), 221–228.
- García, S., Díaz, P., Bolado, R., Villasante, C. (1992). Músculos respiratorios. Servicio de neumología, Hospital la Paz, Universidad autónoma, Madrid, 28.
- García Cabrera, L., Rodríguez Reyes, O., & Rodríguez Carballosa, O. B. (2011). Regulación de la respiración: organización morfofuncional de su sistema de control. *Medisan*, 15(4), 558–567.
- Gómez Espinosa de los Monteros, R. (2012). Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. Revisión bibliográfica. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 5(4), 163–170.
- González Badillo, J. J. y Gorostiaga, E. (1995). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Barcelona: Inde
- González-Montesinos, J. L. (2012). Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. *Revista andaluza de medicina del deporte*.
- Illi, S. K., Held, U., Frank, I., & Spengler, C. M. (2012). Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(8), 707–724.

- Koulouris, N., Dimitroulis, I. (2001). Structure and function of the respiratory muscles. *Pneumon*, 5-9.
- Ministerio de salud, Subsecretaría de Salud Pública, división de Planificación Sanitaria, departamento Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Salud Basada en Evidencia (2017) Informe de evaluación basada en la evidencia disponible.
- Nardin R, O' Donnell C, Loring SH, Nie R, Hembre K, Walsh J, et al. Diaphragm training in amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Clinical Neuromuscular Disease*: December 2008 - Volume 10 - Issue 2 - p 56-60
- Niebla-Gómez, N., Rivero-Morey, R. & Magariño-Abreus, L. (2022). Esclerosis lateral amiotrófica: actualización sobre el manejo de la enfermedad. *Revista de Estudiantes de la Salud en Las Tunas*, 4(3). <http://revestusalud.sld.cu/index.php/estusalud/article/view/193/133>
- Plowman, E. K., Tabor-Gray, L., Rosado, K. M., Vasilopoulos, T., Robison, R., Chapin, J. L., Gaziano, J., Vu, T., & Gooch, C. (2019). Impact of expiratory strength training in amyotrophic lateral sclerosis: Results of a randomized, sham-controlled trial. *Muscle & nerve*, 59(1), 40–46. <https://doi.org/10.1002/mus.26292>
- Rabin R, de Charro F. EQ-5D: A measure of health status from the Euro Qol Group. *Ann Med*. 2001; 33: 337 – 43. <https://doi.org/10.3109/07853890109002087>
- Ray AD, Udhoji S, Mashtare TL, Fisher NM. A combined inspiratory and

expiratory muscle training program improves respiratory muscle strength and fatigue in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2013;94 (October (10):1964–70.

- Rodríguez de Rivera, F. J., Oreja Guevara, C., Sanz Gallego, I., San José Valiente, B., Santiago Recuerda, A., Gómez Mendieta, M. A., Arpa, J., & Díez Tejedor, E. (2011). Outcome of patients with amyotrophic lateral sclerosis attending in a multidisciplinary care unit. *Neurologia (Barcelona, Spain)*, 26(8), 455–460. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2011.01.021>
- Rosa Silva, J. P., Santiago Júnior, J. B., Dos Santos, E. L., de Carvalho, F. O., de França Costa, I., & Mendonça, D. (2020). Quality of life and functional independence in amyotrophic lateral sclerosis: A systematic review. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.12.032>
- Susana Pinto, Michael Swash & Mamede de Carvalho (2012) Respiratory exercise in amyotrophic lateral sclerosis, *Amyotrophic Lateral Sclerosis*.
- Susana Pinto & Mamede de Carvalho (2013) ¿Puede el entrenamiento de los músculos inspiratorios aumentar la supervivencia en pacientes con esclerosis lateral amiotrófica tempranamente afectados?, *Esclerosis lateral amiotrófica y degeneración frontotemporal*, 14:2, 124-126.
- Weineck, J. (2005). Entrenamiento total. Paidotribo