



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

EVIDENCIAS SOBRE EL USO CLÍNICO DE LAS MEDICIONES DE  
PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA (PIMAX) Y PRESIÓN ESPIRATORIA  
MÁXIMA (PEMAX) EN LA REHABILITACIÓN PULMONAR DE  
PERSONAS CON ESCLEROSIS LATERAL AMIOTRÓFICA EN EL ÁMBITO  
HOSPITALARIO: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

EVIDENCE ON THE CLINICAL USE OF MAXIMAL INSPIRATORY  
PRESSURE (MIP) AND MAXIMAL EXPIRATORY PRESSURE (MEP)  
MEASUREMENTS IN PULMONARY REHABILITATION OF WITH  
AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS IN THE HOSPITAL SETTING:  
SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE  
TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN

AUTORES

SEBASTIAN ALEXANDER VICENTE PEÑA

JEREMY LEONARDO MENDOZA OJEDA

ALEXIS DANIEL VARGAS SILVA

ASESOR

EDITH SONIA MEJIA COTRINA

LIMA – PERÚ

2026



## **JURADO**

**Presidente:** LIC. ADELA LUZMILA MARTINEZ AMPUERO

**Vocal:** MG. JOSE MIGUEL AKIRA ARAKAKI VILLAVICENCIO

**Secretario:** DRA. HAYDEE ANGELICA SEDANO GILVONIO

**Fecha de sustentación:** 30 de abril de 2026

**Calificación:** Aprobado

**ASESOR DE TESIS**

**ASESOR**

LIC. EDITH SONIA MEJIA COTRINA

Departamento Académico de la Escuela Profesional de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0002-5515-8003

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios, por guiar cada uno de mis pasos, darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme alcanzar una de las metas más importantes de mi vida. A mi madre, por su amor incondicional, esfuerzo, sacrificio y apoyo constante durante todo este camino. Gracias por creer en mí, motivarme a seguir adelante y ser mi mayor inspiración.

**-Alexis Vargas Silva**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta tesis. A mis padres, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional durante toda mi etapa universitaria. Gracias por confiar en mí y motivarme siempre. A mis hermanos, por su compañía y apoyo constante en los momentos difíciles, siendo una motivación para no rendirme. Hoy quiero decir que este logro es para ustedes.

**-Jeremy L. Mendoza Ojeda**

Dedico este trabajo a mi familia y amigos, por su apoyo, motivación y confianza brindados durante toda mi formación profesional.

Gracias por acompañarme en cada etapa y ser parte importante de este logro.

**-Sebastian A. Vicente Peña**

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro más sincero y profundo agradecimiento a nuestra asesora, la Lic. Edith Mejía Cotrina, por su valiosa orientación, apoyo constante y dedicación brindada durante el desarrollo de esta investigación. Su guía académica, observaciones oportunas y disposición para acompañarnos en cada etapa del proceso fueron fundamentales para la correcta elaboración y culminación de este trabajo de tesis.

Asimismo, agradecemos al Dr. Manuel Castillo por su orientación, apoyo y conocimientos compartidos durante el desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento académico, así como sus sugerencias y aportes, contribuyeron significativamente al fortalecimiento de este estudio y al logro de los objetivos planteados.

Finalmente, reconocemos y valoramos el tiempo y compromiso brindados por ambos docentes, los cuales fueron esenciales para nuestra formación académica y para la culminación satisfactoria de esta investigación.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

El presente trabajo será autofinanciado por los autores

## **DECLARACIÓN CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaran no tener conflictos de interés

# DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	MENDOZA OJEDA JEREMY LEONARDO
2.	VARGAS SILVA ALEXIS DANIEL
3.	VICENTE PEÑA SEBASTIAN ALEXANDER

Pertencientes al programa de la **CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN**, autores del trabajo titulado: **EVIDENCIAS SOBRE EL USO CLÍNICO DE LAS MEDICIONES DE PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA (PIMAX) Y PRESIÓN ESPIRATORIA MÁXIMA (PEMAX) EN LA REHABILITACIÓN PULMONAR DE PERSONAS CON ESCLEROSIS LATERAL AMIOTRÓFICA EN EL ÁMBITO HOSPITALARIO: UNA REVISIÓN DE ALCANCE** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docente asesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	MEJIA COTRINA EDITH SONIA	MEDICINA	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **16%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid::1:3597253270**; fecha de entrega: **18-06-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 18 de junio del 2026.**

Firma del asesor  
N° DNI: 09518644  
ORCID: 0000-0002-5515-8003



## TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	
Abstract	
I.- Introducción .....	1
II. Objetivos .....	5
III. Materiales y Métodos .....	6
IV. Resultados .....	11
V. Discusión .....	16
VI. Limitaciones: .....	21
VII. Recomendaciones .....	23
VIII. Conclusiones .....	25
IX Referencias bibliográficas .....	27
X. Tablas y gráficos .....	31
XI. Anexos: .....	46

## Resumen

**INTRODUCCIÓN:** La esclerosis lateral amiotrófica (ELA) es una enfermedad neurodegenerativa que compromete progresivamente la función respiratoria, siendo la insuficiencia pulmonar su principal causa de muerte. La rehabilitación pulmonar cumple un rol fundamental en la optimización de la función pulmonar y mejorar la calidad de vida en los pacientes con ELA. La medición de la presión inspiratoria máxima (PIMAX) y la presión espiratoria máxima (PEMAX) facilita la evaluación, la prescripción y el seguimiento del entrenamiento respiratorio en estos pacientes en el ámbito hospitalario.

**OBJETIVOS:** Mapear la evidencia disponible sobre el uso clínico de PIMAX y PEMAX en la rehabilitación pulmonar en personas con Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) en el ámbito hospitalario.

**MÉTODOS:** Estudio de tipo Scoping review el cual siguió la metodología JBI y las directrices PRISMA-ScR. Se realizó la búsqueda el 3 de octubre hasta 1 de noviembre del 2025, con un rango de fecha de los estudios de 1995 a 2025. Se incluyeron estudios primarios, secundarios y guías que evalúen o utilicen PIMAX y/o PEMAX como parte de la evaluación funcional, intervención o monitorización respiratoria en pacientes con ELA. La búsqueda se efectuó en PubMed-MEDLINE, Ovid-EMBASE, Cochrane Library, LILACS y Google Scholar sin restricción de año, en idiomas inglés, español y portugués. En estas bases de datos se utilizaron tanto términos controlados (MESH, DECS, Emtree) como términos libres según la disponibilidad de cada plataforma.

**RESULTADOS:** Se incluyeron 8 estudios, los cuales mostraron que PIMAX es la medición más reportada para evaluar la función respiratoria en pacientes con ELA, mientras que PEMAX aparece con menor frecuencia. En general, los valores de ambas presiones presentaron una tendencia a la disminución, reflejando debilidad inspiratoria y espiratoria. Las intervenciones basadas en entrenamiento respiratorio generaron incrementos leves a moderados en PIMAX y, en menor medida, en PEMAX. Sin embargo, la variabilidad en los protocolos, las muestras pequeñas y la falta de estandarización limitaron la comparación directa entre los estudios.

**CONCLUSIÓN:** La PIMAX y PEMAX se evidencian como herramientas útiles para evaluar y monitorizar la función respiratoria en personas con ELA, porque permiten identificar progresión, orientar estrategias de fortalecimiento pulmonar y anticipar riesgos respiratorios. Aunque los resultados muestran beneficios modestos asociados al entrenamiento muscular respiratorio, la heterogeneidad metodológica impide extraer conclusiones definitivas. Aun así, la evidencia respalda su integración en la práctica clínica para un seguimiento más preciso y oportuno del deterioro respiratorio.

**PALABRAS CLAVES:** Esclerosis lateral amiotrófica; presiones respiratorias máximas; terapia respiratoria; ejercicios respiratorios; hospital.

## **Abstract**

**INTRODUCTION:** Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) It is a neurodegenerative disease that progressively compromises respiratory function, with lung failure being its leading cause of death. Pulmonary rehabilitation plays a fundamental role in optimizing lung function and improving quality of life in patients with ALS. Measuring maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) facilitates the assessment, prescription, and monitoring of respiratory training in these patients in the hospital setting.

**OBJECTIVES:** To map the available evidence on the clinical use of PIMAX and PEMAX in pulmonary rehabilitation in people with Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) in the hospital setting.

**METHODS:** This was a scoping review study that followed the JBI methodology and the PRISMA-ScR guidelines. The search was conducted from October 3 to November 1, 2025, with a study date ranges from 1995 to 2025. Primary and secondary studies, as well as guidelines that evaluate or use PIMAX and/or PEMAX as part of functional assessment, intervention, or respiratory monitoring in patients with ALS, will be included. The search will be conducted in PubMed-MEDLINE, Ovid-EMBASE, the Cochrane Library, LILACS and Google Scholar without year restriction, in English, Spanish and Portuguese. Both controlled terms (MESH, DECS, ENTREE) and free terms will be used in these databases, depending on the availability of each platform.

**RESULTS:** Eight studies were included, which showed that PIMAX is the most frequently reported measurement for assessing respiratory function in ALS patients, while PEMAX appears less frequently. In general, the values of both pressures showed a decreasing trend, reflecting inspiratory and expiratory weakness. Respiratory training-based interventions resulted in slight to moderate increases in PIMAX and, to a lesser extent, in PEMAX. However, variability in protocols, small sample sizes, and a lack of standardization limited direct comparison between studies.

**CONCLUSION:** PIMAX and PEMAX have proven to be useful tools for assessing and monitoring respiratory function in people with ALS because they allow for the identification of disease progression, the guidance of lung strengthening strategies, and the anticipation of respiratory risks. Although the results show modest benefits associated with respiratory muscle training, methodological heterogeneity prevents definitive conclusions from being drawn. Even so, the evidence supports their integration into clinical practice for more accurate and timely monitoring of respiratory decline.

**KEYWORDS:** Amyotrophic lateral sclerosis; maximal respiratory pressure; respiratory therapy; breathing exercises; hospital.

## **I.- Introducción**

La esclerosis lateral amiotrófica (ELA) es una enfermedad neurodegenerativa progresiva, que afecta las neuronas motoras superiores e inferiores, esta degeneración provoca debilidad muscular, atrofia, y eventualmente parálisis; comprometiendo funciones esenciales como el movimiento, el habla, la deglución y la respiración; como consecuencia se produce una insuficiencia pulmonar que constituye la principal causa de mortalidad. Además, la debilidad de los músculos respiratorios compromete la ventilación y también favorece la aparición de infecciones (1).

La afectación de la musculatura respiratoria, que incluye al diafragma, los intercostales, los músculos accesorios inspiratorios (esternocleidomastoideos y los escalenos) y los espiratorios (intercostales internos y los abdominales), deteriora la capacidad ventilatoria y aumenta la susceptibilidad a infecciones. Conforme la enfermedad progresa y el diafragma pierde eficacia, el organismo depende cada vez más de los músculos accesorios, generando un patrón respiratorio atípico caracterizado por un ascenso exagerado del tórax, retracciones costales y, con frecuencia, movimiento paradójico del abdomen. Aunque este mecanismo es compensatorio, su efectividad es limitada, incrementa el esfuerzo respiratorio y acelera la aparición de fatiga muscular (2).

En relación con la progresión clínica de la ELA, el sistema de clasificación de King's divide la enfermedad en cinco estadios, el cual abarca desde los primeros síntomas hasta las fases con mayor deterioro funcional. Dentro de esta esta clasificación, los estadios 1, 2A y 2B corresponden a etapas tempranas donde el paciente aún mantiene una función respiratoria conservada, por lo tanto permitiendo la aplicación de métodos de fortalecimiento respiratorio, como la evaluación y entrenamiento mediante la presión inspiratoria máxima (PIMAX) y la presión máxima espiratoria (PEMAX). Ambas intervenciones suelen desarrollarse en el entorno hospitalario como parte de un abordaje multidisciplinario orientado a brindar atención

integral y seguimiento continuo (3). Incluso en pacientes con compromiso respiratorio leve o moderado, estas medidas terapéuticas pueden mantenerse siempre y cuando exista control adecuado. Sin embargo en las fases avanzadas, como en los estadios 4A y 4B, donde los pacientes requieren gastrostomía o ventilación no invasiva, la disminución funcional limita la aplicación y la efectividad de dichas intervenciones (4).

A nivel internacional, la ELA presenta una prevalencia aproximadamente de entre 1 y 2,6 casos por cada 100 000 habitantes al año (5). En caso de América Latina, los valores epidemiológicos muestran diferencias importantes entre países. Se han reportado incidencias menores en Ecuador, mientras que en Colombia y Argentina presentan cifras más elevadas. A comparación con los estudios realizados en países como Brasil, Colombia y Argentina muestran variaciones en la prevalencia de la enfermedad dentro de la región. Respecto a la información por edad y sexo, diversos reportes indican que en hombres la mayor incidencia suele ser entre los 50 y 59 años, a comparación con las mujeres el pico ocurre con mayor frecuencia entre los 70 y 79 años. Estas diferencias reflejan la necesidad de considerar las características demográficas de cada población al momento de establecer estrategias diagnósticas y terapéuticas (6).

Considerando el impacto progresivo de la ELA sobre funciones motoras y respiratorias, resulta necesario implementar intervenciones terapéuticas orientadas a preservar la funcionalidad y mejorar la calidad de vida. En este contexto, la rehabilitación pulmonar desempeña un papel relevante, debido a que integra ejercicios respiratorios, técnicas de higiene bronquial, ventilación no invasiva, educación terapéutica y manejo de secreciones respiratorias (7). Estas técnicas buscan mantener la capacidad ventilatoria, disminuir síntomas respiratorios y reducir el riesgo de complicaciones pulmonares. Asimismo, el fortalecimiento de la musculatura inspiratoria y espiratoria, adaptado a las condiciones de cada paciente, puede ayudar a retrasar el deterioro ventilatorio y disminuir la fatiga diafragmática (8).

La evaluación clínica de la fuerza muscular respiratoria constituye un aspecto importante en pacientes con ELA, debido a que permite monitorizar la evolución de la enfermedad y orientar las decisiones terapéuticas de manera oportuna. Dentro de estas herramientas, la presión inspiratoria máxima (PIMAX) y la presión espiratoria máxima (PEMAX) tienen gran utilidad clínica, ya que facilitan la detección temprana de debilidad respiratoria y proporcionan información pronóstica sobre la evolución funcional del paciente. Además, estas pruebas y sus parámetros como la capacidad vital forzada (CVF), permiten anticipar posibles fallos ventilatorios y puede determinar, el momento adecuado para iniciar soporte ventilatorio no invasivo (9).

La PIMAX se utiliza para valorar la fuerza de los músculos inspiratorios, principalmente del diafragma, por medio de una inspiración forzada. En cambio, la PEMAX evalúa la fuerza de la musculatura espiratoria, especialmente intercostales y abdominales, durante una espiración máxima (10). Ambas mediciones son consideradas métodos no invasivos, ampliamente utilizados en enfermedades neuromusculares como la ELA. Diversos estudios señalan que valores reducidos de estas presiones respiratorias se relacionan con mayor riesgo de hipercapnia, desaturación nocturna y disminución de la supervivencia (11).

Dentro de los programas de rehabilitación pulmonar, la PIMAX y la PEMAX permiten orientar y supervisar el entrenamiento respiratorio en personas con ELA. Estas mediciones se obtienen utilizando maniobras máximas respiratorias mediante equipos calibrados y protocolos estandarizados (12). A partir de dichos valores, se puede ajustar progresivamente la intensidad de dispositivos de entrenamiento inspiratorio, como el Theshold IMT, aumentando gradualmente la resistencia según la tolerancia y evolución del paciente. Además, el monitoreo periódico de estas presiones respiratorias facilita a evaluar adherencia terapéutica, detectar deterioro funcional y modificar la intensidad del entrenamiento respiratorio (13).

### **1.1.Justificación**

La presente investigación surge ante la necesidad de contar información mas actualizada sobre el uso clínico de las presiones respiratorias máximas como herramientas de evaluación en pacientes con ELA. Tanto la PIMAX como la PEMAX permiten valorar la fuerza de los músculos respiratorios y hacer seguimiento de su evolución a lo largo del tiempo (9). Sin embargo, aunque estas mediciones tienen gran importancia en el abordaje fisioterapéutico respiratorio, la evidencia científica disponible en el ámbito hospitalario todavía se encuentra dispersa y poco organizada (12). Este vacío de conocimiento limita a los profesionales de la salud, quienes requieren indicadores objetivos y confiables para diseñar intervenciones (14). Asimismo, los pacientes se beneficiarían de programas de rehabilitación más personalizados y efectivos. En consecuencia, resulta pertinente realizar una revisión de alcance que permita mapear y sintetizar la evidencia disponible sobre el uso clínico de las mediciones de PIMAX y PEMAX en la rehabilitación pulmonar de personas con ELA en entornos hospitalarios dado a la escasez de información (15).

Por esta razón, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la evidencia disponible sobre el uso clínico de las mediciones de presión inspiratoria máxima (PIMAX) y presión espiratoria máxima (PEMAX) en la rehabilitación pulmonar dirigidos a personas con Esclerosis Lateral Amiotrófica en el ámbito hospitalario?

## **II. Objetivos**

### **2.1 Objetivo principal**

Mapear la evidencia disponible sobre el uso clínico de PIMAX y PEMAX en la rehabilitación pulmonar en personas con Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) en el ámbito hospitalario.

### **2.2 Objetivos secundarios**

- Describir las características de la población incluida en los estudios elegibles para la presente revisión.
- Describir las características de los estudios elegibles para la presente revisión.
- Identificar las aplicaciones clínicas de la presión inspiratoria máxima (PIMAX) y la presión espiratoria (PEMAX) como herramientas de monitorización en el seguimiento del fortalecimiento de los músculos respiratorios en pacientes con ELA.
- Describir las intervenciones de fisioterapia respiratoria que integran la medición de PIMAX y PEMAX en el ámbito hospitalario, considerando su implementación en los diferentes estadios clínicos del ELA.
- Describir los desenlaces reportados del uso del PIMAX y PEMAX sobre la función respiratoria y la calidad de vida de pacientes con ELA.

### **III. Materiales y Métodos**

#### **3.1 Diseño de estudio**

Este proyecto corresponde a un Scoping Review o revisión de alcance, cuya pregunta de investigación se formuló bajo el enfoque PCC: población de pacientes (P), el contexto (C) y el concepto (C), representados en la ([Tabla 1](#)). Este diseño permite sintetizar de manera estructurada la evidencia disponible (16). La estrategia de búsqueda siguió la metodología PRISMA - ScR (17) y se desarrolló conforme a la metodología establecida por el Instituto Joanna Briggs (JBI) para revisiones de alcance (16,18,19), empleadas como referencia para organizar y optimizar el proceso. Asimismo, el presente estudio cuenta con la aprobación de la Unidad de Investigación, otorgada el 30 de setiembre de 2025, y del Comité de Ética, aprobada el 2 de octubre de 2025.

#### **3.2 Criterios de elegibilidad**

##### **3.2.1 Criterios de inclusión**

- Población: Se incluyeron estudios que incluyeron a pacientes adultos de ambos sexos con diagnósticos de Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA).
- Concepto: Se incluyeron estudios que hayan evaluado o hayan utilizado la presión inspiratoria máxima (PIMAX o MIP) y/o la presión espiratoria máxima (PEMAX o MEP), como parte de la evaluación funcional respiratoria, de la intervención en la rehabilitación pulmonar o en la monitorización de la función respiratoria en pacientes con ELA.
- Tipo de estudio:
  - a) Estudio primarios cuantitativos: experimentales (Ensayos clínicos o cuasiexperimentales) y observacionales analíticos (Cohortes; casos y controles; transversales analíticos) u observacionales descriptivos (reportes de casos, serie de casos, transversales descriptivos)

- b) Estudios primarios cualitativos
  - c) Estudios Mixtos
  - d) Estudios secundarios: Revisiones sistemáticas, revisiones de alcance y revisiones narrativas
- Contexto: Se incluyeron estudios que hayan sido ejecutados en el ámbito hospitalario.
  - Temporalidad: Se incluyeron estudios publicados hasta la actualidad, sin restricciones de tiempo.
  - Idioma: Se incluyeron estudios publicados en idioma portugués, inglés y español.

### **3.2.2 Criterios de exclusión**

- Estudios que incluyeron pacientes con otras enfermedades neuromusculares diferentes a la ELA.
- Cartas al editor, comentarios, resúmenes de congresos, estudios de opinión, editoriales, protocolos publicados sin resultados.

### **3.3 Definición de operaciones de variables**

Se visualiza la tabla de variables en el [Anexo 1](#)

### **3.4 Búsqueda de información**

La búsqueda se llevó a cabo por los autores (ADVS, SAVP, JLMO) de manera independiente a través de las siguientes bases de datos: Medline (Pubmed), Embase (OVID), Cochrane Library y LILACS; además, para cubrir la literatura gris se usará Google scholar. Se emplearon palabras claves (PIMAX; PEMAX; rehabilitación pulmonar; entrenamiento respiratorio, hospital y Esclerosis Lateral Amiotrófica). Asimismo, se emplearon términos controlados en combinación con términos libres, mediante los operadores booleanos AND, OR y/o NOT. La búsqueda oficial se realizó entre 3 de octubre y 1 noviembre del 2025, periodo en el cual se realizó la identificación, procesamiento y actualización de estudios relevantes para la presente revisión de alcance. La búsqueda dio como resultado desde la fecha 1995 hasta el 2025. Las

estrategias de búsqueda elaboradas para cada base de datos incluyen la siguiente información: Nombre de la base de datos, plataforma, fecha de búsqueda, rango de años y la estrategia correspondiente a cada componente de la pregunta de investigación según el formato PCC. Cualquier discrepancia en esta etapa se resolvió a través del consenso con el soporte de la asesora de tesis (ESMC).

### **3.5 Selección de estudios**

Para que se lleve a cabo el proceso de búsqueda, se utilizó el gestor bibliográfico ZOTERO®, que permitió organizar las referencias y descartar a los estudios duplicados. Posteriormente, los integrantes del proyecto (ADVS, SAVP, JLMO) revisaron los estudios preseleccionados en función de la información disponible en el título y el resumen, aplicando los criterios de elegibilidad. Tras esta etapa, se procedió a la recuperación de textos completos de los estudios que hayan superado el tamizaje inicial. Posteriormente, se realizó la lectura integral de cada artículo con el fin de confirmar su cumplimiento con los criterios de inclusión. Finalmente, el procedimiento de selección se detalla en el diagrama de flujo PRISMA ScR ([Anexo 2](#)) (17).

### **3.6 Extracción de datos**

Con el propósito de garantizar la coherencia y precisión de los datos provenientes de los artículos seleccionados durante la fase de tamizaje de estudios, los autores (ADVS, SAVP, JLMO) realizaron de manera independiente la extracción de información. Para organizar y sistematizar los datos recopilados, se elaboró una matriz en el programa Microsoft Excel®.

Posteriormente, se llevó a cabo la comparación y discusión de los datos extraídos, con el fin de alcanzar un consenso entre los autores y resolver posibles discrepancias con el soporte de la asesora de tesis (ESMC). A partir de los estudios incluidos, se extrajeron variables claves relacionadas con la pregunta de investigación y los objetivos del estudio, entre ellas: Pimax y Pemax, métodos de medición de Pimax y Pemax, aplicación clínica de estas medidas, aspectos

de la rehabilitación pulmonar en pacientes con ELA, evaluación de la función respiratoria, calidad de vida y en el ámbito hospitalario.

### **3.7 Protocolo y Registro**

El protocolo correspondiente a este estudio fue inscrito en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI), perteneciente a la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT). Aprobado el 29 de septiembre del 2025.

### **3.8 Aspectos Éticos**

El presente proyecto consistió en una revisión de alcance basada en estudios previamente publicados, por lo que no implicará la participación de seres humanos, animales ni de ningún otro ser vivo. No obstante, fue presentado para su evaluación y aprobación ante la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (DUARI-UPCH). Fue aprobado el 2 de octubre del 2025, el cual seguirá los lineamientos establecidos por esta dirección.

### **3.9 Análisis de resultados**

Para el análisis de resultados, se emplearon narrativas descriptivas y una categorización temática de la literatura incluida, con el fin de mapear el uso clínico y terapéutico de las presiones inspiratorias máximas (PIMAX) y espiratorias máximas (PEMAX) en la rehabilitación pulmonar de personas con Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA), en entornos hospitalarios.

Los estudios se agruparon según los enfoques principales identificados: evaluación diagnóstica, pronóstico clínico, prescripción de entrenamiento respiratorio y seguimiento terapéutico. Asimismo, se mapeo prueba clínica del Threshold IMT, ALSFRS-R y ejercicios respiratorios para evaluar y mejorar la fuerza de los músculos respiratorios.

Se emplearon medidas de frecuencia absoluta y relativa para el análisis de la recurrencia de estas aplicaciones en los distintos estudios, diferenciando aquellos que apliquen PIMAX y PEMAX como herramientas evaluativas de aquellos que las incorporaron en la planificación del entrenamiento respiratorio.

El análisis cuantitativo y gráfico se llevaron a cabo mediante el software Microsoft Excel®, lo que permitió representar visualmente los hallazgos en gráficos de barras y tablas comparativas. Esta representación facilitó la identificación de vacíos en la literatura, particularmente en la estandarización de protocolos, frecuencia de reevaluación y criterios de progresión del entrenamiento.

### **3.10 Presupuesto**

El presupuesto se encuentra detallado en el [Anexo 3](#)

### **3.11 Cronograma de Actividades**

El cronograma de actividades se encuentra detallado en el [Anexo 4](#)

## IV. Resultados

### 4.1 Resultados de la búsqueda

Después de realizar la búsqueda inicial en las bases de datos, se identificaron 227 estudios distribuidos de la siguiente manera: MEDLINE (103), Cochrane Library (16), LILACS (10), EMBASE (78), Google Scholar (18) y estudios identificados de forma manual (2). Los resultados fueron gestionados en el software bibliográfico ZOTERO®, donde se detectaron 11 estudios duplicados, los cuales fueron eliminados mediante el filtro automático de la aplicación y por una revisión manual, quedando un total de 216 artículos únicos.

Luego, se realizó la evaluación de los estudios, que pasaron el filtro previo, por título y resumen; etapa en la que se excluyeron 192 estudios, conservando 24 estudios para la revisión a texto completo. Los 24 estudios fueron recuperados a texto completo, para que finalmente, tras la lectura detallada, 16 artículos sean excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión establecidos, obteniéndose 8 estudios para ser incluidos para la revisión y análisis final.

El procedimiento completo se detalla en el [Anexo 2](#), donde se presenta el diagrama de flujo PRISMA-ScR (17) que ilustra el proceso de selección de artículos.

### 4.2 Características de la población incluida en los estudios seleccionados

En relación con las características poblacionales incluidas en los artículos analizados, cuatro de los estudios incluyeron a pacientes con sólo tipo de ELA bulbar en un 50% (n=2/8) (20–23), otros dos estudios incluyeron el tipo de ELA bulbar y espinal representando un 25% (n=2/8) (24,25), no obstante otros dos estudios no especificaron el tipo de ELA en un 25% (n=2/8) (12,26), ([Gráfico 1](#)). Con respecto a la etapa de ELA, seis de los estudios no especificaron la etapa de ELA representando un 75% (n=6/8) (12,20,22–24,26). Por otro lado, 2 de los estudios mencionaron la etapa I y II representando un 25% (n=2/8) (21,25) ([Gráfico 2](#)).

El tamaño de muestra de los estudios varió entre 20 y 592 participantes, para la categorización de los resultados se dividió la muestra en grupos de 20. Los grupos de 1 – 20 participantes y 21 – 40 participantes representaron cada uno un 37.5% (n=3/8) (20,21,26). Por otro lado, los grupos de muestra de 41 – 60 participantes y 581 – 600 participantes representaron cada uno un 12.5% (n=1) (22,25) ([Gráfico 3](#)). Esto indica que la mayor parte de los estudios tuvieron los grupos si mostraron un adecuado tamaño muestral.

### 4.3 Características de los estudios seleccionados

Luego del proceso de selección, se incluyeron 8 estudios que cumplieron con los criterios de elegibilidad para extraer la información relevante y así cumplir con los objetivos de la presente revisión ([Tabla 2](#)). De estos estudios, la mitad correspondió a estudios observacionales, representando el 50% (n=4/8) (20–22,24), donde se incluyeron: dos de cohortes prospectivas (20,22), un estudio transversal analítico (24) y un estudio transversal descriptivo (21). La otra mitad correspondió a estudios experimentales (n=4/8) (12,23,25,26), conformados por cuatro ensayos clínicos (12,23,25,26) ([Gráfico 4](#)). Respecto al año de publicación, se observó que el periodo de 2006 – 2010 y de 2021 – 2025, fueron donde se concentró la mayor cantidad de publicaciones, con un 37.5% (n=3/8) cada uno (20,23,24) (12,25,26), respectivamente; seguido por el periodo de 2016 – 2020, que representó el 25% (n=2/8) (21,22). Esto sugiere un incremento del interés científico en la última década en relación a los pacientes con ELA y el uso de presiones respiratorias máximas en la rehabilitación pulmonar ([Gráfico 5](#)). En cuanto al continente de origen, Europa fue el continente con mayor cantidad de estudios seleccionados, representando un 37.5% (n=3/8) (12,20,22), seguido de Asia con un 25% (n=2/8) (21,26), América tuvo un 25% (n=2/8) (24,25) y Oceanía tuvo un 12.5% (n=1/8) (23) ([Gráfico 6](#)). En España (12,20) se encontraron publicados 2 estudios, mientras en los demás países sólo se encontró un artículo: Irán (26), Brasil (24), Portugal (22). Australia (23), Corea del sur (21), Estados Unidos (25) ([Gráfico 7](#)). Luego del análisis, se observó que gran parte de los estudios

fueron publicados en Europa, lo que indica una mayor preocupación en estudios en los pacientes con ELA y la fisioterapia respiratoria.

#### **4.4. Aplicaciones clínicas de PIMAX y PEMAX como herramienta de seguimiento y fortalecimiento de los músculos respiratorios**

En cuanto a las metodologías empleadas en los programas de terapia física, se identificó que el entrenamiento de músculo inspiratorio fue aplicado en dos estudios representando el 25% (n=2/8) de los estudios revisados (12,21). La capacidad vital forzada se observó en cinco estudios (62,5%) (n=5/8) (26,24,20,25,23), mientras que la capacidad vital lenta, los ejercicios respiratorios y la prueba de función respiratoria fueron mencionados en un estudio cada uno (12,5%) (n=1) (20,22,26)([Tabla 3](#)).

Respecto a la duración del tratamiento, la mayoría de los programas tuvieron una duración de tres meses (37,5%) (n=3/8) (23–25). Dos estudios reportaron una duración de dos meses (25%) (n=2/8) (12,21), mientras que uno alcanzó los cuatro meses (12,5%) (n=1/8) (20). Finalmente, dos estudios no especificaron la duración (25%) (n=2/8) (22,26) ([Grafico 8](#)). En relación con la intensidad de los ejercicios, predominó el nivel leve a moderado, reportado en tres estudios (37,5%) (n=3/8) (12,21,26). Los cinco estudios restantes (62,5%) (n=5/8) no detallaron la intensidad aplicada (20,22–25) ([Grafico 9](#)).

#### **4.5. Intervenciones de fisioterapia respiratoria que integran la medición del PIMAX y PEMAX**

En los estudios analizados, se identificó una variedad de instrumentos empleados para la evaluación y seguimiento de los programas de terapia física. La espirometría fue el instrumento más utilizado, apareciendo en seis estudios (75%) (n=6/8) (12,26,24,20,25,23), todos validados

a nivel nacional. El manovacuometro digital y el manómetro fueron empleados en dos estudios cada uno (25%) (n=2/8) (24,20), ambos también con validación nacional.

El POWERbreathe® KH1 fue utilizado en un estudio (12,5%) (n=1/8) (12) y se reportó como un instrumento validado internacionalmente. Asimismo, el S-index y la caminata de seis minutos, se usaron en un estudio cada uno (12,5%) (n=1/8) (26), con validación internacional y nacional, respectivamente. Por su parte, el Threshold IMT fue implementado en un estudio (12,5%) (n=1/8) (21), con validación nacional ([Tabla 4](#)).

En cuanto a la calidad de vida, los valores obtenidos mostraron diferencias en el grado de independencia funcional (12,26), otros dos estudios presentaron rangos de 30 a 39, correspondientes a un nivel parcialmente independiente (24,25). Asimismo, dos estudios señalaron valores entre 20 y 29, reflejando necesidad de asistencia frecuente (20,21). Finalmente, dos estudios no especificaron los resultados de calidad de vida (25%) (n=2/8) (22,23) ([Gráfico 10](#)).

#### **4.6 Desenlaces reportados del uso del PIMAX y PEMAX sobre la función respiratoria y calidad de vida de pacientes con ELA**

En los estudios analizados, se observó que el 62,5% (n=5/8) de los trabajos reportaron mejoras en la fuerza inspiratoria (PIMAX) de intensidad leve a moderada, evidenciando cambios positivos en la función respiratoria y una mejor coordinación durante la inhalación (12,21–23,26). En dos de estos estudios también se describió una disminución de la frecuencia cardiaca y ligera mejora funcional tras el entrenamiento (12,26).

Por otro lado, el 50% (n=4/8) de los estudios mostraron aumentos leves o moderados en la fuerza espiratoria (PEMAX) (26,22,20,24), mientras que el 25% (n=2/8) reportó compromiso respiratorio severo o riesgo de complicaciones (23,25), indicando mayor afectación en la capacidad de expulsar aire.

Asimismo, un 12,5% (n=1/8) de los estudios destacó que, en pacientes con tipo de ELA apendicular, mayor PIMAX se relacionó con menor pérdida de peso, mientras que en el tipo bulbar mayor PEMAX se asoció con mejor mantenimiento del peso corporal (24). Otro 12,5% (n=1/8) mostro reducción significativa del riesgo respiratorio después de cuatro meses de intervención (20).

En conjunto, los hallazgos reflejan que la aplicación de instrumentos respiratorios como la espirometría, el manovacuometro, y el entrenamiento muscular inspiratorio favoreció el mantenimiento de la fuerza y función pulmonar, con resultados positivos, en diferentes grados de severidad (12,20–26) ([Tabla 5](#)).

## V. Discusión

En relación con el mapeo de la evidencia disponible, la PIMAX y PEMAX son marcadores sensibles del deterioro progresivo de la función ventilatoria en las personas con ELA. Los hallazgos coinciden en mostrar que la musculatura inspiratoria conserva una capacidad funcional parcial durante una fase considerable del curso de la enfermedad, lo cual se refleja en los incrementos leves o moderados en la PIMAX observado en la mayoría de los estudios incluidos (12,20–22,25).

Este comportamiento se relaciona con la fisiopatología propia de la ELA, donde el diafragma, aunque se encuentra expuesto a una denervación progresiva, sigue conservando cierta capacidad contráctil residual durante parte de la evolución de la enfermedad. Además, uno de los principales mecanismos compensatorios que se ven es el aumento de la actividad de la musculatura accesoria respiratoria (20,27). Por eso es gracias a estas adaptaciones, ya que algunos pacientes puedan mejorar y tener una función ventilatoria relativamente conservada a pesar de como va el avance de la enfermedad (20,28).

Debido a las características de la población que fue estudiada, ya que esta esta revisión permitió identificar diferencias importantes entre los subtipos de ELA. También mencionamos, que pacientes que tienen compromiso bulbar han mostrado un deterioro respiratorio más veloz, especialmente en la función respiratoria, ya que es debido a la afectación temprana de los músculos entre ellos: orofaríngeos, glóticos y abdominales (20,22,23). También, esta alteración no solo baja la capacidad para generar flujos espiratorios efectivos, sino que también sube el riesgo de aspiración e infecciones pulmonares con progresión hacia soporte ventilatorio (12,20,32). Por el contrario, los pacientes con ELA apendicular suelen conservar durante más tiempo una mecánica ventilatoria funcional, lo cual podría explicarse a la mejor respuesta observada frente a los programas de entrenamiento inspiratorio en etapas iniciales (25,26).

Todas estas diferencias clínicas mencionadas, llaman la importancia de individualizar las intervenciones fisioterapéuticas según el tipo de enfermedad (20,29).

Respecto a las características metodológicas de los estudios incluidos, se observó una marcada variabilidad en los resultados, principalmente en la evaluación de la fuerza espiratoria mediante el PEMAX (20,22,24,26). Algunos trabajos reportaron incrementos leves, mientras que otros evidenciaron deterioros respiratorios severos. Esta diferencia podría estar relacionada con el compromiso de la musculatura abdominal y espiratoria en la ELA, la cual depende de motoneuronas espinales particularmente vulnerables al proceso degenerativo (21,22). A diferencia del diafragma, que puede compensar parcialmente su función mediante la ayuda de la musculatura accesoria, los músculos espiratorios poseen menor capacidad adaptativa (20,27). Como consecuencia, la pérdida de fuerza suele manifestarse de manera más rápida y pronunciada, afectando la capacidad para generar una tos efectiva y favoreciendo la acumulación de secreciones, lo cual generaría infecciones respiratorias y atelectasias (21,22). Estos hallazgos refuerzan la necesidad de incorporar estrategias terapéuticas orientadas al fortalecimiento de la tos y al manejo de secreciones respiratorias (12,30).

Em cuanto, a las aplicaciones clínicas, la evidencia analizada muestra que la PIMAX y la PEMAX cumplen funciones importantes como herramientas de evaluación, seguimiento y pronóstico en pacientes con ELA. Su medición periódica ayuda a identificar de forma temprana el deterioro respiratorio, establecer el momento adecuado para iniciar ventilación no invasiva y orientar estrategias preventivas dentro del abordaje fisioterapéutico (12, 20,30)

De igual manera, algunos estudios identificaron relación entre estos parámetros respiratorios y el estado nutricional de los pacientes. Se observó que valores elevados de PIMAX se asociaron con menor pérdida de peso en pacientes con ELA apendicular, mientras que mayores valores

de PEMAX mostraron relación con mayor mantenimiento ponderal en pacientes con compromiso bulbar (24). Estos hallazgos muestran que dichas presiones respiratorias no solo reflejan la fuerza muscular ventilatoria, sino también podrían relacionarse con la reserva muscular global y el estado metabólico del organismo (20,31).

Dado el punto de vista fisiopatológico, este comportamiento resulta coherente, ya que cuando la función respiratoria se mantiene relativamente conservada, el esfuerzo ventilatorio disminuye y, en consecuencia, también se reduce el gasto energético. Por el contrario, la debilidad respiratoria obliga al organismo a incrementar el trabajo ventilatorio, favoreciendo el desgaste energético y acelerando la pérdida del peso (31,32). Mencionando, que la desnutrición representa un factor del mal pronóstico en pacientes que presentan ELA, ya que los resultados protegen la importancia de poder interpretar la PIMAX y la PEMAX, y no solamente como indicadores funcionales respiratorios, sino que también, como parámetros relacionados con la evolución clínica del paciente (12,31).

Con respecto a las intervenciones de fisioterapia respiratoria, es que la evidencia sugiere que el entrenamiento muscular inspiratorio pueda generar adaptaciones neuromusculares, incluso en presencia de una enfermedad neurodegenerativa progresiva. Aunque también, el daño de la motoneurona inferior es irreversible, ya que, algunos estudios señalan que la aplicación adecuada de cargas resistidas, puede favorecer la eficiencia de la mecánica del diafragma y también mejorar el patrón ventilatorio (20,28). Este aspecto es de relevancia debido a que, en la ELA, la ventilación se vuelve progresivamente menos eficiente como consecuencia de la debilidad muscular, las alteraciones mecánicas torácicas y la pérdida de coordinación neuromuscular (12,27). Los resultados incluidos en esta revisión muestran que la musculatura inspiratoria conserva cierto grado de plasticidad funcional, permitiendo obtener mejoras en la fuerza muscular, coordinación respiratoria y estabilidad ventilatoria. En ese sentido, el

entrenamiento inspiratorio podría contribuir a retrasar la aparición de fatiga diafragmática y prolongar el mantenimiento funcional respiratorio (12,22,25), lo que quiere decir que el entrenamiento inspiratorio puede llegar ser como actuar como una estrategia para “ganar tiempo fisiológico”, la cual va retrasar la instalación de la fatiga diafragmática y también mejorando la calidad de vida (20,29) .

Con respecto a las intervenciones de rehabilitación, estos estudios incluidos que se sumaron al entrenamiento muscular inspiratorio, reportaron mejoras en los valores del PIMAX, una disminución de la frecuencia cardiaca y el aumento de la estabilidad ventilatoria (12,21,26). Estos resultados coinciden con investigaciones que describen beneficios del entrenamiento respiratoria en la eficiencia ventilatoria, la tolerancia al esfuerzo y la percepción de la disnea (28,31). Aunque estas intervenciones no detienen la progresión de la enfermedad, pueden prolongar el periodo de independencia funcional y retrasar la insuficiencia respiratoria evidente (12,29). En cambio la estabilidad ventilatoria que es vista en estudios sugiere que en el entrenamiento muscular inspiratorio tiene un rol que tiene que disminuir la fatiga, especialmente en pacientes con mejor estadio funcional inicial (28,29).

En relación con los desenlaces clínicos, los pacientes que presentaron valores más altos de PIMAX y PEMAX mostraron mejor función respiratoria, mayor estabilidad ventilatoria y mejor calidad de vida. Una PIMAX elevada se relacionó con mayor tolerancia al esfuerzo, menor fatiga y mejor independencia funcional, mientras que valores mayores de PEMAX se asociaron con una tos más eficaz y menor riesgo de infecciones respiratorias (12,23,26,32). Debido a que la función respiratoria influye directamente sobre actividades cotidianas como la movilidad, la alimentación, el descanso nocturno y la comunicación, conservar niveles

adecuados de fuerza respiratoria podría actuar como un factor protección dentro de la evolución de la ELA (20,32).

Finalmente, la evidencia disponible respalda que la PIMAX y la PEMAX constituyen herramientas útiles para la evaluación diagnóstica, el seguimiento y el pronóstico respiratorio en personas con ELA. Las recomendaciones internacionales sugieren realizar mediciones periódicas con el objetivo de anticipar el deterioro ventilatorio, orientar decisiones terapéuticas y establecer estrategias preventivas oportunas (12,20,30). Además, su incorporación sistemática dentro de la evaluación fisioterapéutica permite identificar alteraciones respiratorias de manera temprana y optimizar los programas de entrenamiento muscular inspiratorio y manejo respiratorio integral. En conjunto, los hallazgos de esta revisión respaldan la utilidad del PIMAX y PEMAX en el abordaje fisioterapéutico integral centrada en fortalecer la musculatura respiratoria, optimizar la ventilación y favorecer la autonomía del paciente a lo largo de la progresión de la enfermedad (28–32).

## **VI. Limitaciones:**

Las limitaciones que se encontraron en la realización de este trabajo son las siguientes:

- En primer lugar, al finalizar la búsqueda de evidencia científica disponible, el número de estudios incluidos fue reducido ( $n = 8$ ), lo que refleja que la evidencia existente sobre el uso clínico del PIMAX y PEMAX en personas con esclerosis lateral amiotrófica aún es limitada, especialmente en el contexto hospitalario y de intervención fisioterapéutica respiratoria.
- En segundo lugar, se evidenció una marcada heterogeneidad entre los estudios incluidos, atribuible al diseño metodológico empleado, el tamaño reducido de las muestras, las diferencias en las características clínicas de los participantes, la variabilidad en la duración de las intervenciones y el corto periodo de seguimiento posterior a las mismas. Esta heterogeneidad dificulta la realización de comparaciones directas entre los estudios y limita la posibilidad de estandarizar los hallazgos y los protocolos de evaluación e intervención.
- En tercer lugar, se identificó una notable variabilidad en los instrumentos utilizados para la medición del PIMAX y PEMAX, así como en los protocolos de evaluación y en la forma de reportar los resultados, lo cual introduce inconsistencias metodológicas que afectan la comparabilidad y la interpretación conjunta de la evidencia disponible.
- En cuarto lugar, los estudios consultados utilizaron el PIMAX y el PEMAX como herramientas de evaluación de la función respiratoria y no como variables centrales de intervención terapéutica, lo que limita la identificación de protocolos específicos y reproducibles de entrenamiento muscular respiratorio en personas con ELA.

- En quinto lugar, la estrategia de búsqueda bibliográfica se limitó a estudios publicados en los idiomas de inglés, español y portugués. Esta restricción pudo ocasionar que investigaciones relevantes desarrolladas en otros idiomas no fueran consideradas dentro de la revisión, reduciendo así la amplitud del análisis de la evidencia disponible.
- En sexto lugar, esta escasa cantidad de investigaciones que están enfocadas especialmente en el uso clínico del PIMAX y la PEMAX en personas que tienen esclerosis lateral amiotrófica, y muestran la existencia de un vacío importante en la literatura científica actual. Por ende, esta situación crea la necesidad de promover nuevas investigaciones que permitan fortalecer la evidencia disponible, optimizar la evaluación de las presiones respiratorias máximas y consolidar su utilidad dentro del abordaje clínico y también fisioterapéutico de esta población.

## **VII. Recomendaciones**

Las limitaciones metodológicas que se identificaron en la evidencia científica disponible evidenciaron la necesidad de que futuras investigaciones deberán utilizar procedimientos más estandarizados para la medición de la PIMAX y la PEMAX. El vacío de estandarización en los protocolos de evaluación, los dispositivos utilizados y las técnicas de medición genera diferencias metodológicas que dificultan la comparación de resultados entre estudios. Por eso, resulta importante que en futuras investigaciones describan con mayor precisión variables clínicas relevantes, como el tipo de ELA, el estadio funcional, el compromiso bulbar, el estado nutricional, las comorbilidades y el uso de soporte ventilatorio, ya que debido a que estos factores influyen directamente en la función respiratoria.

Asimismo, se recomienda que futuras líneas de investigación deben incluir una mayor muestras de población y periodos de seguimiento más prolongados, el cual permitirá analizar con mayor claridad la evolución del deterioro respiratorio y la respuesta al entrenamiento muscular respiratorio. De la misma manera, sería conveniente integrar indicadores subjetivos y objetivos relacionados con la calidad de vida, escalas funcionales y otros marcadores clínicos complementarios, con la finalidad de obtener una evaluación más integral de las intervenciones terapéuticas.

Con relación a los programas terapéuticos, es de gran importancia comparar la efectividad de distintos dispositivos y modalidades de entrenamiento respiratorio. Además, se deberá desarrollar investigaciones que evalúan las diferencias entre equipos como POWERbreathe KH1 y Thershold IMT, para considerar aspectos como capacidad de ajuste, precisión en el registro y facilidad de utilización. Por último, se recomienda explorar protocolos que combinen

entrenamiento inspiratorio y espiratorio mediante cargas progresivas, con el fin de identificar estrategias más eficaces para mejorar la fuerza respiratoria y optimizar la eficacia de la tos.

## VIII. Conclusiones

- La presente investigación permitió identificar una cantidad limitada de estudios que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones reportó incrementos leves o moderados en los valores de PIMAX y PEMAX, lo que respalda la utilidad de estas presiones respiratorias máximas como indicadores para el seguimiento de la función ventilatoria en pacientes con ELA. Los resultados muestran que una gran proporción importante de estudios mostró mejoras principalmente en la fuerza inspiratoria y, en menor medida, en la fuerza espiratoria.
- Los hallazgos también evidenciaron que la respuesta respiratoria en pacientes con ELA no es uniforme y puede variar según el fenotipo clínico de la enfermedad. En los casos de ELA apendicular, mayores valores de PIMAX se relacionaron con menor pérdida de peso, a comparación, en pacientes con ELA bulbar, valores más elevados de PEMAX mostraron asociación con un mayor mantenimiento del estado nutricional. Esto demuestra que ambas mediciones pueden aportar información funcional dependiendo del tipo de ELA.
- En relación con las intervenciones fisioterapéuticas, los estudios incluidos mostraron que el entrenamiento muscular inspiratorio generó efectos positivos sobre la fuerza inspiratoria, la coordinación ventilatoria y algunos parámetros funcionales, como la frecuencia cardíaca. Estos resultados refuerzan la importancia clínica en las estrategias de fortalecimiento respiratorio dentro de los programas de rehabilitación pulmonar dirigidos para personas con ELA. De la misma forma, los periodos de intervención más frecuentes oscilaron aproximadamente entre dos y cuatro meses, tiempo en el cual se observaron mejoras funcionales respiratorias.

- La revisión también evidenció el uso frecuente de instrumentos validados para la evaluación y entrenamiento de la musculatura respiratoria, entre ellos la espirometría, el manovacuómetro y dispositivos como POWERbreathe y Threshold IMT. Esto confirma la importancia de estas herramientas dentro del abordaje fisioterapéutico respiratorio. Sin embargo, la diversidad de equipos y protocolos utilizados muestra que todavía existen diferencias metodológicas en la forma de evaluar la función respiratoria.
- Respecto a la calidad de vida, los estudios reportaron distintos niveles de funcionalidad, desde pacientes parcialmente independientes hasta aquellos con necesidad frecuente de asistencia. Estos hallazgos muestran la relación entre el deterioro respiratorio y la capacidad para desarrollar actividades de la vida diaria.
- En conjunto, la evidencia analizada respalda que la medición de PIMAX y PEMAX representa una herramienta clínica importante dentro de la evaluación, seguimiento e intervención fisioterapéutica en pacientes con ELA. Su utilización permite detectar la progresión del deterioro respiratorio, orientando programas de fortalecimiento pulmonar y anticipar posibles complicaciones ventilatorias durante la evolución de esta enfermedad.

## IX. Referencias bibliográficas

1. Arroyo-Rojas ME, Torres-Fraga MG, Rodríguez-Reyes YG, Guerrero-Zúñiga S, Carrillo-Alduenda JL. Complicaciones respiratorias de la esclerosis lateral amiotrófica. *Rev Mex Neurocienc* [Internet]. diciembre de 2019 [citado 17 de julio de 2025];20(6):275-83. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1665-50442019000600275&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1665-50442019000600275&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
2. de Carvalho M, Swash M, Pinto S. Diaphragmatic Neurophysiology and Respiratory Markers in ALS. *Front Neurol*. 21 de febrero de 2019;10:143.
3. Social CN de S, Philipps J. Concepto y funciones del Hospital. 1963 [citado 26 de octubre de 2025]; Disponible en: <https://repositorio.essalud.gob.pe/handle/20.500.12959/1668>
4. Corcia P, Beltran S, Lautrette G, Bakkouche S, Couratier P. Staging amyotrophic lateral sclerosis: A new focus on progression. *Rev Neurol (Paris)*. mayo de 2019;175(5):277-82.
5. Talbott EO, Malek AM, Lacomis D. The epidemiology of amyotrophic lateral sclerosis. *Handb Clin Neurol*. 2016;138:225-38.
6. Wolfson C, Gauvin DE, Ishola F, Oskoui M. Global Prevalence and Incidence of Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Neurology*. 8 de agosto de 2023;101(6):e613-23.
7. Gaitán Caicedo SA, Chaustre Ruiz DM, Gaitán Caicedo SA, Chaustre Ruiz DM. Rehabilitación basada en ejercicio físico en pacientes con esclerosis lateral amiotrófica. *Rev Colomb Med Física Rehabil* [Internet]. junio de 2024 [citado 17 de julio de 2025];34(1). Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2256-56552024000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2256-56552024000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
8. Mendoza I L, Horta M P. Educación en los programas de rehabilitación respiratoria de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Rev Chil Enfermedades Respir*. junio de 2011;27(2):134-8.
9. Mora-Romero U de J, Gochicoa-Rangel L, Guerrero-Zúñiga S, Cid-Juárez S, Silva-Cerón M, Salas-Escamilla I, et al. Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Tórax* [Internet]. diciembre de 2014 [citado 17 de julio de 2025];73(4):247-53. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0028-37462014000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0028-37462014000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
10. Rodríguez N I, Fuentes S C, Rivas B C, Molina R F, Sepúlveda C C, Zenteno A D. Rehabilitación respiratoria en el paciente neuromuscular: efectos sobre la tolerancia al ejercicio y musculatura respiratoria. Resultado de una serie de casos. *Rev Chil Enfermedades Respir*. diciembre de 2013;29(4):196-203.
11. Jesús Sancho, Alfredo Candela, Elia Gómez, Monserrat León, Rosalía Doménech, José Ferreres, Ana Sarrión, M. Josefina Bueso, Alberto Belenguer, M. Jesús Zafra, M. Carmen Aguar, Amparo Lluch, Emilio Servera. Guía para el manejo de los problemas respiratorios de la ELA [Internet]. Valencia, España: Sociedad Valenciana de Neumología, Sociedad Valenciana de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias, Sociedad Valenciana de

Medicina Familiar y Comunitaria, Sociedad Valenciana de Hospitalización a Domicilio; 2019 feb p. 103. Report No.: 978-84-17524-13-5. Disponible en: <https://svneumo.org/wp-content/uploads/2024/01/guia-ela.pdf>

12. Vicente-Campos D, Sanchez-Jorge S, Chicharro JL, Becerro-de Bengoa-Vallejo R, Rodriguez-Sanz D, García AR, et al. POWERbreathe® Inspiratory Muscle Training in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *J Clin Med* [Internet]. 9 de noviembre de 2022 [citado 17 de julio de 2025];11(22):6655. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9698064/>
13. Rodríguez N I. Confiabilidad de la fuerza muscular respiratoria y flujos espiratorios forzados en adolescentes sanos. *Rev Chil Enfermedades Respir*. junio de 2015;31(2):86-93.
14. Jones U, Enright S, Busse M. Management of respiratory problems in people with neurodegenerative conditions: a narrative review. *Physiotherapy*. marzo de 2012;98(1):1-12.
15. Sanchez-Andrades MJ, Vinolo-Gil MJ, Casuso-Holgado MJ, Barón-López J, Rodríguez-Huguet M, Martín-Valero R. Measurement Properties of Self-Report Questionnaires for Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Commonly Used Instruments. *Int J Environ Res Public Health*. 14 de febrero de 2023;20(4):3310.
16. Peters MDJ, Marnie C, Tricco AC, Pollock D, Munn Z, Alexander L, et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIEvid Synth*. octubre de 2020;18(10):2119.
17. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group TP. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Med* [Internet]. 21 de julio de 2009 [citado 26 de julio de 2025];6(7):e1000097. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097>
18. JBI Manual for Evidence Synthesis - JBI Global Wiki [Internet]. 2025 [citado 26 de julio de 2025]. Disponible en: <https://jbi-global-wiki.refined.site/space/MANUAL>
19. Pollock D, Peters MDJ, Khalil H, McInerney P, Alexander L, Tricco AC, et al. Recommendations for the extraction, analysis, and presentation of results in scoping reviews. *JBIEvid Synth*. marzo de 2023;21(3):520.
20. Park KH, Kim RB, Yang J, Oh JH, Park SY, Kim DG, et al. Reference Range of Respiratory Muscle Strength and Its Clinical Application in Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Single-Center Study. *J Clin Neurol Seoul Korea*. julio de 2016;12(3):361-7.
21. Plowman EK, Gray LT, Chapin J, Anderson A, Vasilopoulos T, Gooch C, et al. Respiratory Strength Training in Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Double-Blind, Randomized, Multicenter, Sham-Controlled Trial. *Neurology*. 11 de abril de 2023;100(15):e1634-42.
22. Cheah BC, Boland RA, Brodaty NE, Zoing MC, Jeffery SE, McKenzie DK, et al. INSPIRATION--INSPIRATORY muscle training in amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler Off Publ World Fed Neurol Res Group Mot Neuron Dis*. 2009;10(5-6):384-92.

23. Sancho J, Servera E, Díaz J, Marín J. Predictors of ineffective cough during a chest infection in patients with stable amyotrophic lateral sclerosis. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 de junio de 2007;175(12):1266-71.
24. Pinto S, de Carvalho M. Correlation between Forced Vital Capacity and Slow Vital Capacity for the assessment of respiratory involvement in Amyotrophic Lateral Sclerosis: a prospective study. *Amyotroph Lateral Scler Front Degener*. febrero de 2017;18(1-2):86-91.
25. Mirenayat MS, Fakharian A, Valizadeh M, Abedi M, Sadeghi S, Zahir R, et al. Evaluation of Inspiratory Muscle Training Effect Compared With Diaphragmatic Breathing in Respiratory Parameters in Amyotrophic Lateral Sclerosis Patients: A Randomized Controlled Trial. *Med J Islam Repub Iran*. 2025;39:37.
26. Silva LB de C, Mourão LF, Silva AA, Lima NMFV, Almeida SR, Franca MC, et al. Amyotrophic lateral sclerosis: combined nutritional, respiratory and functional assessment. *Arq Neuropsiquiatr*. junio de 2008;66(2B):354-9.
27. Lechtzin N, Cudkowicz ME, de Carvalho M, Genge A, Hardiman O, Mitsumoto H, et al. Respiratory measures in amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler Front Degener*. agosto de 2018;19(5-6):321-30.
28. Vilar MD de C, Coutinho KMD, Vale SH de L, Medeiros GCBS, Piuvezam G, Leite-Lais L, et al. Nutritional therapy in amyotrophic lateral sclerosis: protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* [Internet]. 25 de agosto de 2022 [citado 8 de diciembre de 2025];12(8):e064086. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9422859/>
29. Luo YM, Hart N, Mustfa N, Lyall RA, Polkey MI, Moxham J. Effect of diaphragm fatigue on neural respiratory drive. *J Appl Physiol* [Internet]. mayo de 2001 [citado 8 de diciembre de 2025];90(5):1691-9. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.2001.90.5.1691>
30. EFNS guidelines on the clinical management of amyotrophic lateral sclerosis (MALS)--revised report of an EFNS task force - PubMed [Internet]. [citado 8 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21914052/>
31. Zhang QJ, Huang JC, Chen J, Hu W, Xu LQ, Guo QF. Peak expiratory flow is a reliably household pulmonary function parameter correlates with disease severity and survival of patients with amyotrophic lateral sclerosis. *BMC Neurol* [Internet]. 19 de marzo de 2022 [citado 8 de diciembre de 2025];22:105. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8933978/>
32. Bourke SC, Tomlinson M, Williams TL, Bullock RE, Shaw PJ, Gibson GJ. Effects of non-invasive ventilation on survival and quality of life in patients with amyotrophic lateral sclerosis: a randomised controlled trial. *Lancet Neurol* [Internet]. 1 de febrero de 2006 [citado 8 de diciembre de 2025];5(2):140-7. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lanneur/article/PIIS1474-4422\(05\)70326-4/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lanneur/article/PIIS1474-4422(05)70326-4/abstract)
33. Jubran A, Tobin MJ. Chapter 13 - Noninvasive Respiratory Monitoring. En: Parrillo JE, Dellinger RP, editores. *Critical Care Medicine (Third Edition)* [Internet]. Philadelphia:

- Mosby; 2008 [citado 24 de julio de 2025]. p. 219-32. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323048415500157>
34. RAE. «Diccionario del estudiante». 2024 [citado 6 de agosto de 2025]. edad | Diccionario del estudiante. Disponible en: <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/edad>
  35. RAE. «Diccionario del estudiante». 2024 [citado 6 de agosto de 2025]. sexo | Diccionario del estudiante. Disponible en: <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/sexo>
  36. Rehabilitación pulmonar - Rehabilitación pulmonar | NHLBI, NIH [Internet]. 2022 [citado 24 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.nlm.nih.gov/es/salud/rehabilitacion-pulmonar>
  37. Puppo H, Fernández R, Hidalgo G. FISIOLÓGÍA RESPIRATORIA. FISIOLÓGÍA DE LOS MÚSCULOS DE LA RESPIRACIÓN. *Neumol Pediátrica*. 16 de diciembre de 2021;16(4):146-51.
  38. Urzúa M A, Caqueo-Urizar A. Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. *Ter Psicológica*. abril de 2012;30(1):61-71.
  39. Rabagliati R, Catalán P, Rabello M, Ajenjo MC, Zubieta M, Rabagliati R, et al. Parte II. Variables del ambiente hospitalario que inciden en el riesgo de infecciones de pacientes con cáncer y receptores de trasplante de precursores hematopoyéticos: Diseño, procesos asistenciales, calidad microbiológica del aire y agua. *Rev Chil Infectol*. abril de 2019;36(2):126-38.
  40. Date of Publication [Internet]. [citado 26 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.librarianshipstudies.com/2016/02/date-publication.html>
  41. ASALE R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 26 de septiembre de 2025]. país | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/país>
  42. Introducción a la Investigación: guía interactiva [Internet]. [citado 26 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>
  43. Prats ER. esclerosis lateral amiotrófica (ELA). *Fund Esp Para El Fom Investig ELA FUNDELA* [Internet]. Disponible en: [https://www.fundela.es/iOApps/F048C26A-4796-43E0-AA1D-EAB0B7D08F3D/Themes/0ACC4C5B-7B76-4CBD-A4F4-793004261D4D/Images/esclerosis\\_lateral\\_amiotrofica.pdf](https://www.fundela.es/iOApps/F048C26A-4796-43E0-AA1D-EAB0B7D08F3D/Themes/0ACC4C5B-7B76-4CBD-A4F4-793004261D4D/Images/esclerosis_lateral_amiotrofica.pdf)

## X. Tablas y gráficos

[Tabla 1. Diseño de estudio PCC](#)

<b>Población</b>	Pacientes con Esclerosis Lateral Amiotrófica
<b>Concepto</b>	Uso de PIMAX y PEMAX
<b>Contexto</b>	Rehabilitación pulmonar en el ámbito hospitalario
<b>Pregunta de investigación</b>	¿Cuál es la evidencia disponible sobre el uso de las presiones inspiratorias y espiratorias máximas (PIMAX y PEMAX) en la rehabilitación pulmonar de personas con Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) en el ámbito hospitalario?

Tabla 2.- Tabla de extracción de datos (fuente: elaboración propia)

Número	Título	Año de publicación	País de origen	Diseño de estudio	Objetivo	Población de estudio	Tamaño de muestra	Tipo de ELA	Etapas de ELA	Sexo	Edad	Calidad de vida	Método de medición	Medición de variables	Hallazgos claves
1	POWERbreathe Inspiratory Muscle Training in Amyotrophic Lateral Sclerosis (12)	2022	España	Ensayo clínico controlado o aleatorizado	Demostrar los efectos del dispositivo POWERbreathe® sobre la presión inspiratoria máxima (PI-máx) para fortalecer el músculo diafragma y minimizar la debilidad y el desgaste muscular en pacientes que sufrían de ELA.	Adulto joven - Adulto mayor	20 pacientes (10 grupo experimental, 10 control).	No específica	No específica	13 hombres (65%) 7 mujeres (35%)	38 - 70 años	Mejoras moderadas en la calidad de vida según el ALSAQ-40	POWERbreathe® (Dispositivo de resistencia para el entrenamiento muscular respiratorio)	PImax (el grupo experimental mostró aumento significativo de PImax (p < 0.05)).  PEmax (se midió también, aunque no mostró cambios significativos después del entrenamiento).  La mejoría se concentró en la musculatura inspiratoria.	El entrenamiento muscular inspiratorio con POWERbreathe® mejoró significativamente la presión inspiratoria máxima (PImax).  Se observó tendencia a mejor control autonómico cardíaco (variabilidad de frecuencia cardíaca).  No se reportaron eventos adversos ni empeoramiento funcional.
2	Evaluation of Inspiratory Muscle Training	2025	Iran	Ensayo clínico controlado	Evaluar el efecto del entrenamiento de los músculos	Adulto	22 pacientes (11 grupo experimental)	No específica	No específica	13 hombres	45- 51 años	No específica	Ejercicios respiratorios	El estudio mostró que el entrenamiento de músculos inspiratorios	Mejoras significativas en la fuerza respiratoria



										apendicular.)	R y los valores de FVC (%), lo que indica que el deterioro funcional respiratorio clínico se refleja en los parámetros objetivos de función pulmonar.				
											Los pacientes con ELA de inicio bulbar tendían a tener puntuaciones más bajas en la ALSFRS-R, evidenciando mayor compromiso funcional general y nutricional.				
4	Correlation between Forced Vital Capacity and Slow Vital Capacity for the assessment of respiratory involvement in	2017	Portugal	Estudio observacional analítico / cohorte prospectiva	Evaluar la correlación entre la Capacidad Vital Forzada (FVC) y la Capacidad Vital Lenta (SVC) en la valoración de la función	Adulto - Adulto mayor	592	Primaria	No específica	332 hombres (56%), 260 mujeres (44%)	50 - 74 años	ALSFRS-R: basal = 40.2 ± 5.4, a 4 meses = 36.6 ± 7.5. (los pacientes con ELA de inicio bulbar tienen mayor	-PIMAX y PEMAX - Capacidad vital forzada - Espirometría	MIP (PImax): 58.9 ± 26.7 % → 53.1 ± 28.5 % (a los 4 meses). MEP (PEmax): 74.6 ± 29.1 % → 64.2 ± 33.2 % (a los 4 meses).	FVC y SVC son intercambiables para evaluar la función respiratoria en ELA, pero el ALSFRS-R no detecta adecuadamente la

	Amyotrophic Lateral Sclerosis: a prospective study (24)				respiratoria de pacientes con ELA, para determinar si ambas son intercambiables en la práctica clínica.						deterioro funcional global, especialmente en actividades dependientes de la función respiratoria y la alimentación)		progresión respiratoria (FVC y SVC se correlacionan fuertemente y Correlación fuerte con MIP y MEP (presiones inspiratorias y espiratorias máximas).		
5	INSPIRATIONAL – INSPIRATOR y muscle training in amyotrophic lateral sclerosis (22)	2009	Australia	Ensayo clínico aleatorizado y controlado	Evaluar si un programa de entrenamiento muscular inspiratorio (IMT) de 12 semanas atenúa el deterioro de la función respiratoria y fortalece los músculos inspiratorios en pacientes con ELA	Adolescente - Adulto mayor	19	Primaria	No específica	12 hombres (63%), 7 mujeres (37%)	18 - 75 años	ALSFRS-R: 38.2 ± 6.5 (experimental), 38.9 ± 2.7 (control).	-PIMAX y PEMAX - SNIP - Caminata de 6 minutos - Prueba de función respiratoria - Pletismógrafo corporal total	MIP (% predicho): 81.3 ± 35.2 (experimental), 70.6 ± 29.0 (control). MEP: se menciona en el texto de resultados que fue similar en ambos grupos (p = 0.74), pero no se reporta un valor medio absoluto en la tabla	Se observó mejora no significativa del 6.1% en la presión inspiratoria máxima (MIP) en el grupo experimental (Sugiere que el entrenamiento o inspiratorio podría ralentizar el deterioro respiratorio en ELA, aunque se necesitan estudios más amplios).
6	Predictors of Ineffective Cough during a Chest	2007	España	Estudio observacional / Cohorte	Identificar predictores de tos inefectiva durante	Adulto joven - Adulto mayor	40	Bulbar	No específica	18 hombres (45%) / 22	21 - 82 años	N/A	- Espirometría -PIMAX y PEMAX	CVF: 1,84 L (58,9 % del predicho); Pimáx: -59,2 cm H <sub>2</sub> O;	Los pacientes con tos ineficaz mostraron menor CVF,



---

significativa de estos parámetros frente a los valores normales, ya que el uso conjunto de PIMAX, PEMAX y SNIP permite una evaluación más precisa de la debilidad respiratoria, especialmente en fases avanzadas de la enfermedad, donde la cooperación del paciente puede verse limitada, donde estos hallazgos aportan evidencia funcional relevante para la valoración clínica y el seguimiento de la función respiratoria en pacientes con ELA dentro del

---

													contexto hospitalario.	
													El	
													entrenamiento de fuerza respiratoria (RST) fue seguro, bien tolerado y produjo mejoras significativas en la fuerza inspiratoria y espiratoria, así como una tendencia a mantener la función bulbar en comparación con el grupo control. Se sugiere que el RST puede ralentizar el deterioro respiratorio en etapas tempranas de ELA.	
8	Respiratory Strength Training in Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Double-Blind, Randomized, Multicenter, Sham-Controlled Trial (21)	2023	EE. UU	Ensayo clínico aleatorizado y controlado, multicéntrico, doble ciego	Evaluar el efecto del entrenamiento de fuerza respiratoria de 12 semanas sobre las presiones respiratorias y la función bulbar en personas con ELA.	Adulto - Adulto mayor	45	Tipo espinal y bulbar	Etapas tempranas	hombres: (60%), mujeres (40%)	52 - 73 años	ALSFRS-R como indicador funcional	Prueba de fuerza respiratoria	PIMAX: +20.7 cmH <sub>2</sub> O; p < 0.001 ↑ mejoró significativamente. PEMAX: +20.8 cmH <sub>2</sub> O; p = 0.004 PEMAX: +20,8 cmH <sub>2</sub> O; p = 0.004

[Tabla 3. Metodología](#)

Metodologías	cantidad	Estudios
Entrenamiento de músculo inspiratorio	2	12, 21
Capacidad vital lenta	1	20
Capacidad vital forzada	5	26, 24, 20, 25, 23
Ejercicios respiratorios	1	26
Prueba de función respiratoria	1	22

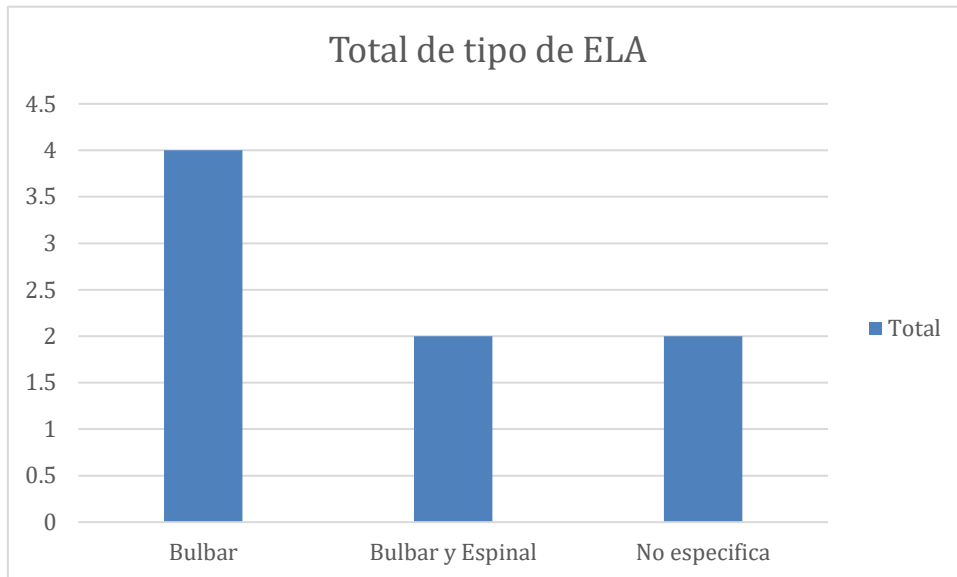
[Tabla 4. Instrumentos](#)

Instrumentos	Cantidad	Porcentaje	Validado	Estudio
POWERbreathe® KH1	1	12.50%	Internacional	12
Espirometría	6	75%	Nacional	12, 26, 24, 20, 25, 23
Mano vacuómetro digital	2	25%	Nacional	12, 22
S-index	1	12.50%	Internacional	26
Caminata de 6 min.	1	12.50%	Nacional	26
Manómetro	2	25%	Nacional	24, 20
Threshold IMT	1	12.50%	Nacional	21

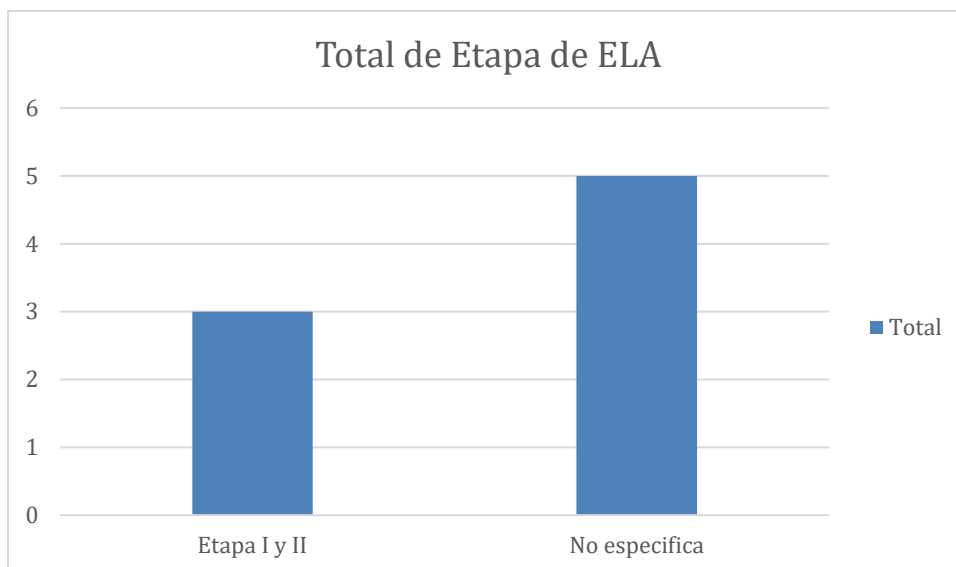
Tabla 5 Resultados de PIMAX y PEMAX

Estudio	Resultado PIMAX	Resultado PEMAX	Interpretación
12	Moderado	no específica	Mejóro la fuerza inspiratoria (PIMAX), bajó la frecuencia cardíaca, ligera mejora en función.
26	Leve	leve	Mejóro la fuerza inspiratoria (PIMAX). PEMAX subió un poco, pero sin cambio grande.
24	No específica	no específica	En tipo apendicular: más fuerza inspiratoria = menos pérdida de peso y tipo bulbar más fuerza espiratoria = mejor peso corporal
20	moderado	moderado	disminuyeron significativamente en del riesgo 4 meses
21	leve	no específica	Aumento del PIMAX
25	moderado	severo	Riesgo a complicaciones respiratorias
22	leve	moderado	Reducción en la capacidad vital forzada
23	moderado	severo	Restricción pulmonar severa

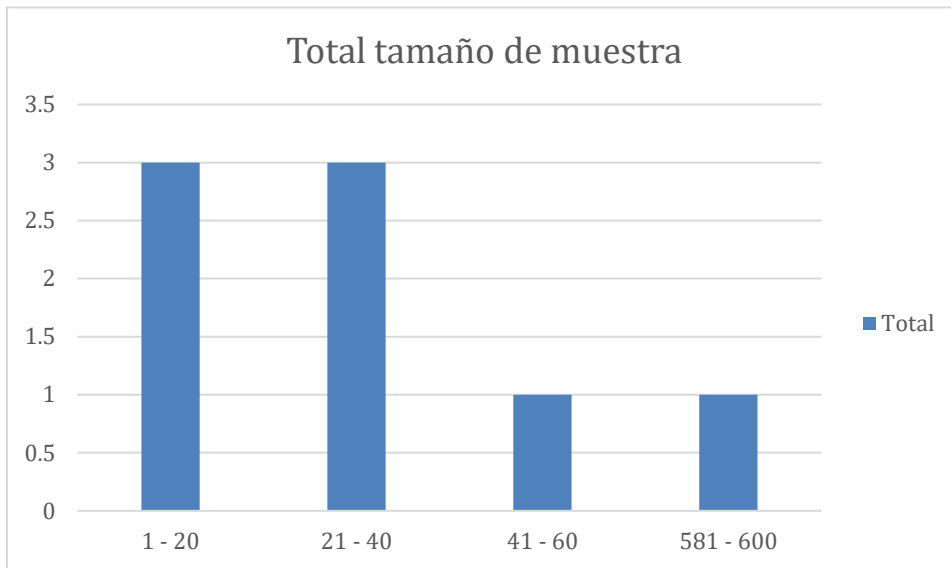
**Gráfico 1. Tipo de ELA de artículos seleccionados (Fuente: elaboración propia)**



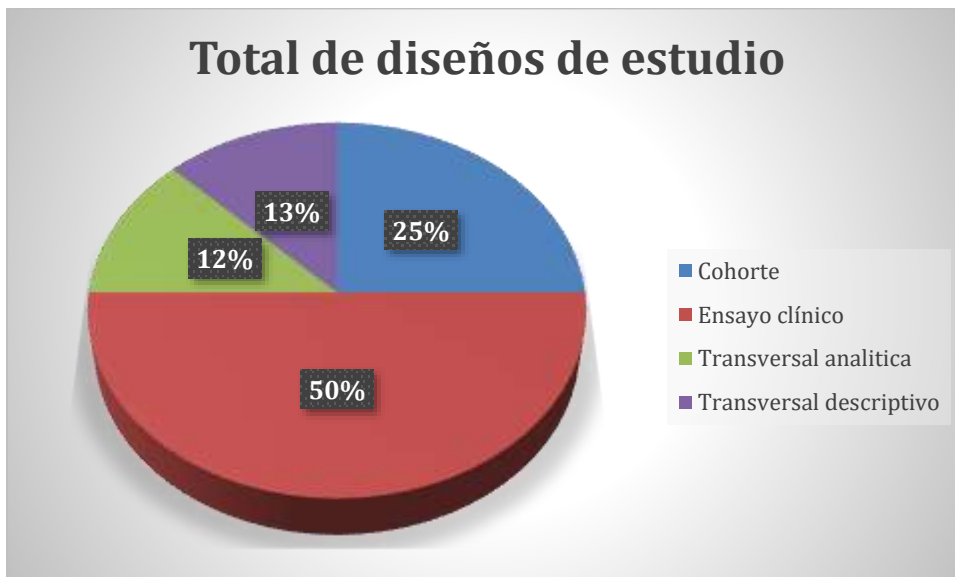
**Gráfico 2. Etapa de ELA de artículos seleccionados (Fuente: elaboración propia)**



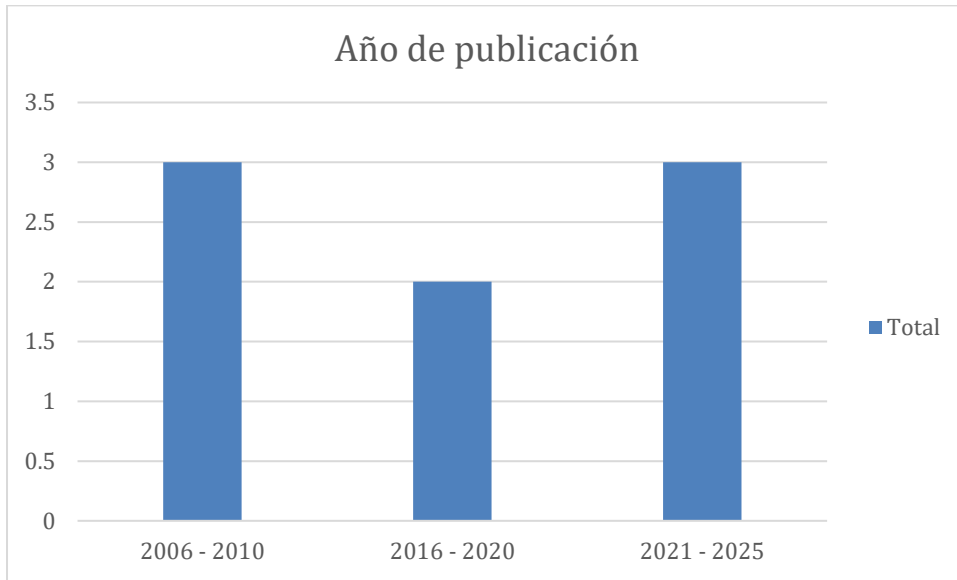
**Gráfico 3. Tamaño de muestra de los artículos seleccionados (fuente: elaboración propia)**



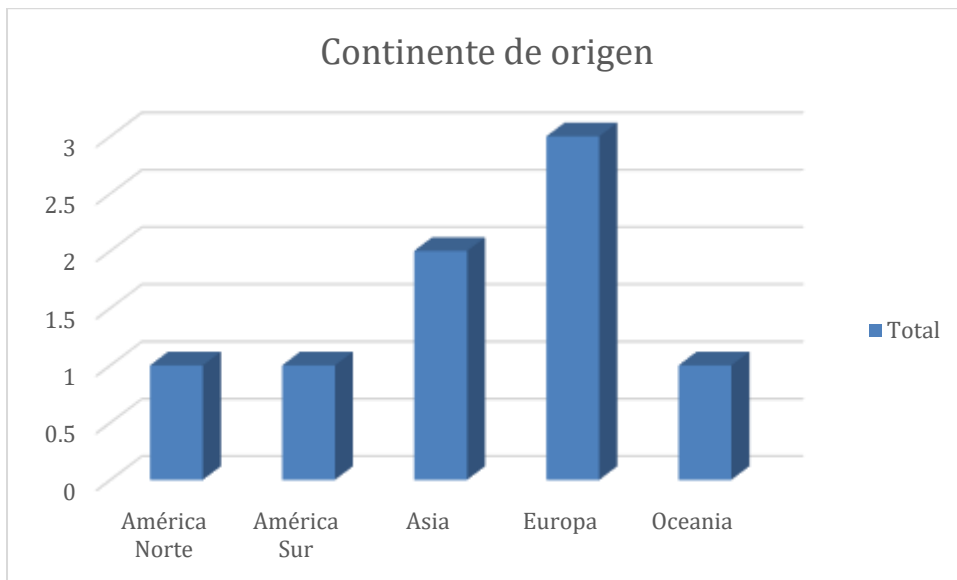
**Gráfico 4. Diseño de estudio de los artículos seleccionados (Fuente: elaboración propia)**



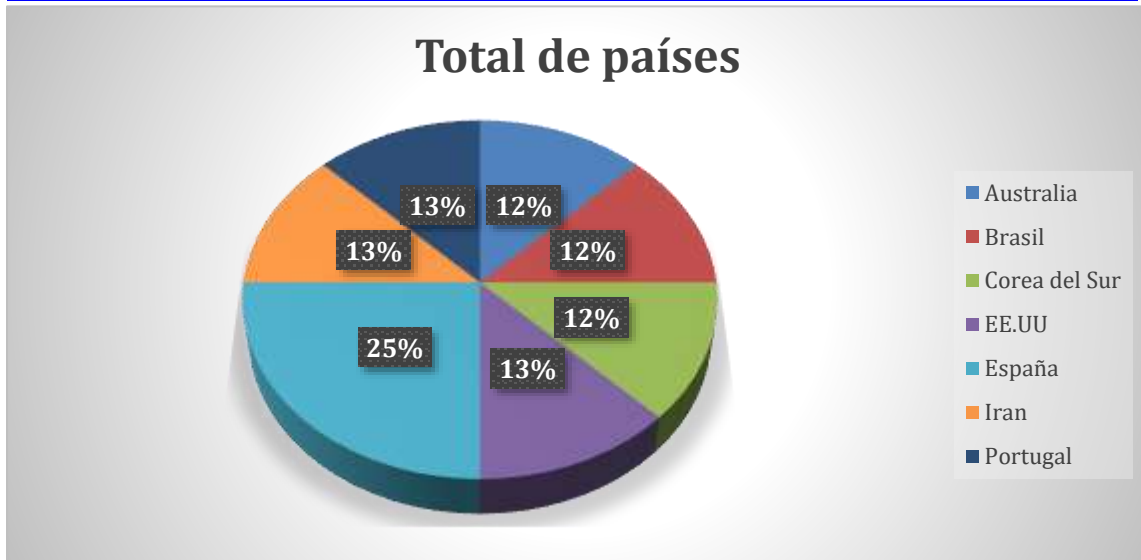
**Gráfico 5. Año de publicación de los artículos seleccionados (Fuente: elaboración propia)**



**Gráfico 6. Continente de origen de artículos seleccionados (Fuente: elaboración propia)**



**Gráfico 7. Países de origen de artículos seleccionados (Fuente: elaboración propia)**



**Gráfico 8. Duración del tratamiento (Fuente: elaboración propia)**

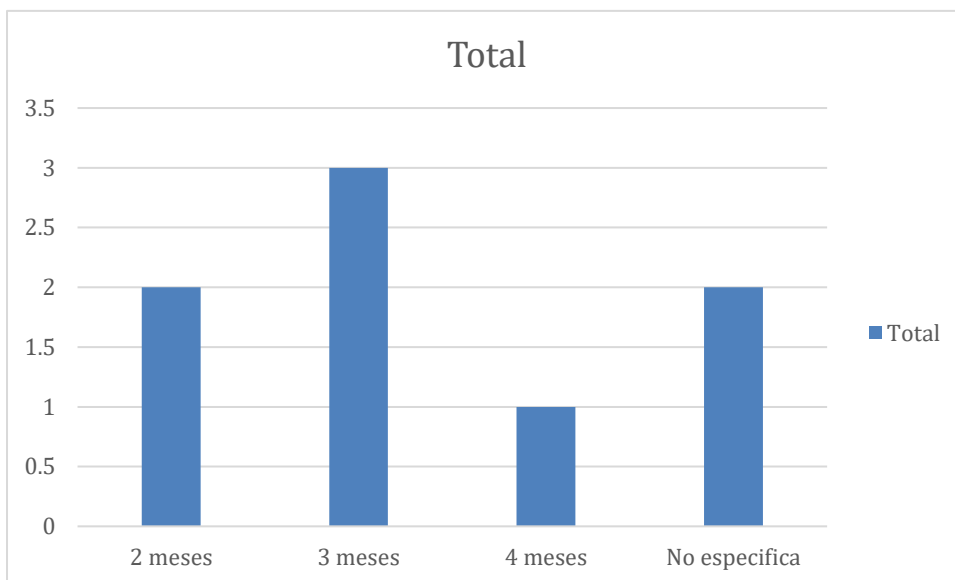


Gráfico 9. Intensidad de los ejercicios (Fuente: Elaboración propia)

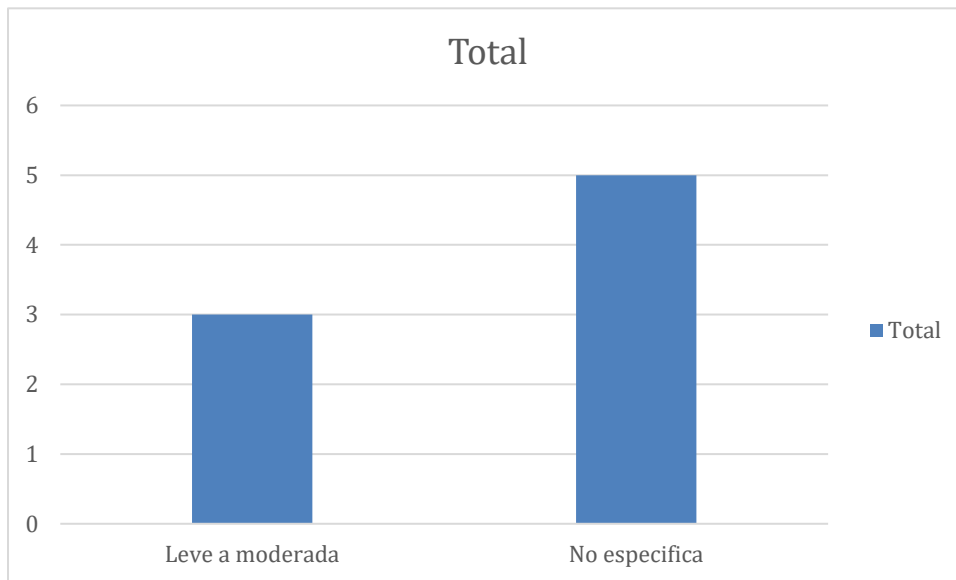
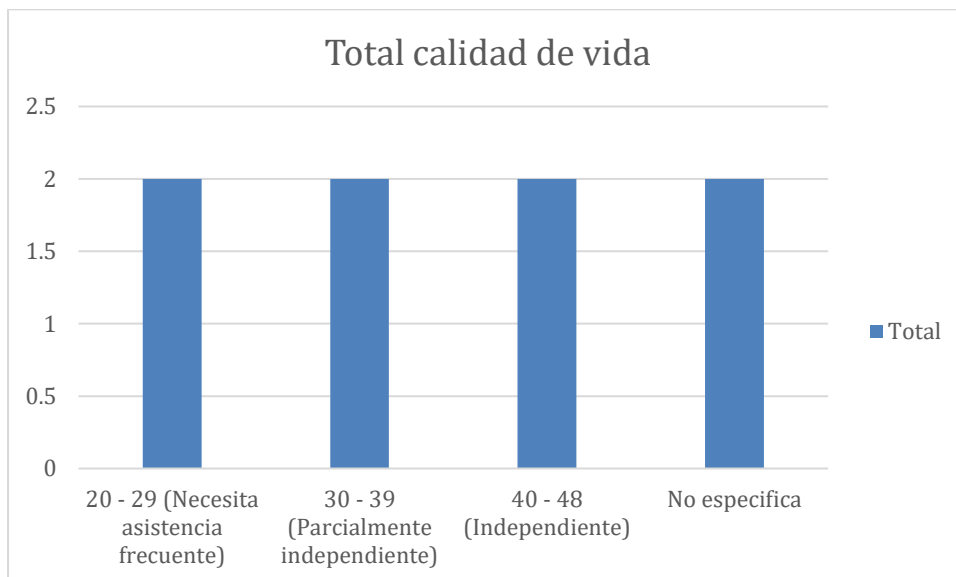


Gráfico 10. Calidad de vida (Fuente: Elaboración propia)



## XI. Anexos:

### ANEXO 1: Operaciones de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipos de variables y escalas
Presión inspiratoria máxima (PIMAX / MIP)	Fuerza máxima generada por los músculos inspiratorios durante una inspiración forzada contra una vía aérea ocluida desde el volumen residual (33).	Valor en cmH <sub>2</sub> O registrado durante la medición de PIMAX o MIP en los estudios incluidos.	Valor promedio de PIMAX.	Cuantitativa continua / razón
Presión espiratoria máxima (PEMAX / MEP)	Fuerza máxima generada por los músculos espiratorios durante una espiración forzada contra una vía aérea ocluida desde la capacidad pulmonar total (33).	Valor en cmH <sub>2</sub> O registrado durante la medición de PEMAX o MEP en los estudios incluidos.	Valor promedio de PEMAX.	Cuantitativa continua / razón
Etapas del ELA	El estado de la enfermedad, según la afección que presenta el paciente (4).	Se determinará mediante la aplicación del sistema de estadificación de	Estadio 1: Afectación de una sola región anatómica Estadio 2A: Afectación de una	Cualitativa ordinal

		King's	segunda región anatómica. Estadio 2B: Afectación de una segunda región dentro de la misma región anatómica. Estadio 3: Afectación de una tercera región anatómica. Estadio 4A: Dependencia de gastrostomía. Estadio 4B: Necesidad de ventilación no invasiva.	
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo hasta el momento que se considera (34).	Los años que haya cumplido al momento de que se le realizó el estudio.	- Edad	Cuantitativa continua / razón
Sexo	Condición orgánica de un ser vivo por la cual este es masculino o femenino (35).	El registro del sexo del paciente que tengan en el estudio.	-Masculino -Femenino	Cualitativa nominal
Método de medición de PMAX y PEMAX	Procedimiento utilizado para evaluar PIMAX y PEMAX (9).	Técnica descrita en el estudio para la medición, incluyendo equipo utilizado y protocolo seguido	-Tipo de dispositivo. - Normativa o guía utilizada para la medición.	Cualitativa nominal

Aplicación del PIMAX y PEMAX	Uso de PIMAX y PEMAX como herramienta de evaluación, diagnóstico o intervención en rehabilitación pulmonar (9).	Descripción del uso clínico reportado en los estudios incluidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propósito de la medición (evaluación basal, pronóstico, prescripción de entrenamiento).</li> <li>- Tipo de intervención relacionada.</li> <li>-Threshold IMT</li> </ul>	Cualitativa nominal
Rehabilitación pulmonar	Estrategia terapéutica implementada para mejorar la función respiratoria en pacientes con enfermedades respiratorias (36).	Descripción del protocolo de entrenamiento respiratorio en los estudios incluidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de entrenamiento (inspiratorio, espiratorio o combinado).</li> <li>- Intensidad (% PIMAX/PEMAX).</li> <li>- Frecuencia (sesiones/semana).</li> <li>- Duración del periodo de rehabilitación.</li> </ul>	Cualitativa nominal
Función respiratoria	Capacidad funcional de los músculos respiratorios evaluada mediante pruebas específicas (37).	Valores reportados post-intervención y comparados con la línea base.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio en PIMAX y PEMAX.</li> <li>- Cambios en otros indicadores respiratorios (FVC, SNIP) si se reportan.</li> </ul>	Cualitativa ordinal
Calidad de vida	Percepción subjetiva del bienestar y funcionalidad general del paciente (38).	Medición reportada en estudios mediante escalas validadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escala utilizada (ALSFRS-R).</li> <li>- Resultados pre y post-intervención.</li> </ul>	Cualitativa ordinal

Ámbito hospitalario	Entorno que rodea al paciente: superficies aire, agua, alimentos, soluciones intravenosas, personal y equipamiento clínico (39).	Lugar donde se realiza la medición de PIMAX/PEMAX o la rehabilitación respiratoria.	- Hospitales.	Cualitativa nominal
Año de publicación	Año en que el estudio fue difundido oficialmente (40).	Se registrará el año de publicación de cada artículo incluido.	Año (ej. 2023)	Cuantitativa de razón
País o región	Ubicación geográfica donde se llevó a cabo la investigación (41).	Se registrará el país o la región principal reportada en la filiación de los autores o en la metodología del estudio.	Nombre del país	Cualitativa nominal
Tipo de estudio	Diseño metodológico empleado en la investigación (42).	Se clasificará cada estudio según su diseño (ej. Ensayo clínico, estudio de cohorte, etc.).	-Estudio primarios cuantitativos -Estudio primarios cualitativos -Estudio mixtos -Estudio secundarios	Cualitativa nominal
Tipo de ELA	Clasificación clínica de la ELA según el sitio de inicio de los síntomas y las	Registro clínico del tipo de inicio de la enfermedad consignado por el especialista en neurología en	-ELA de inicio bulbar -ELA de inicio espinal -ELA de inicio respiratorio -ELA familiar/hereditaria	Cualitativa nominal

	características de progresión (43).	la historia clínica del paciente.		
--	-------------------------------------	-----------------------------------	--	--

## ANEXO 2 PRISMA ScR

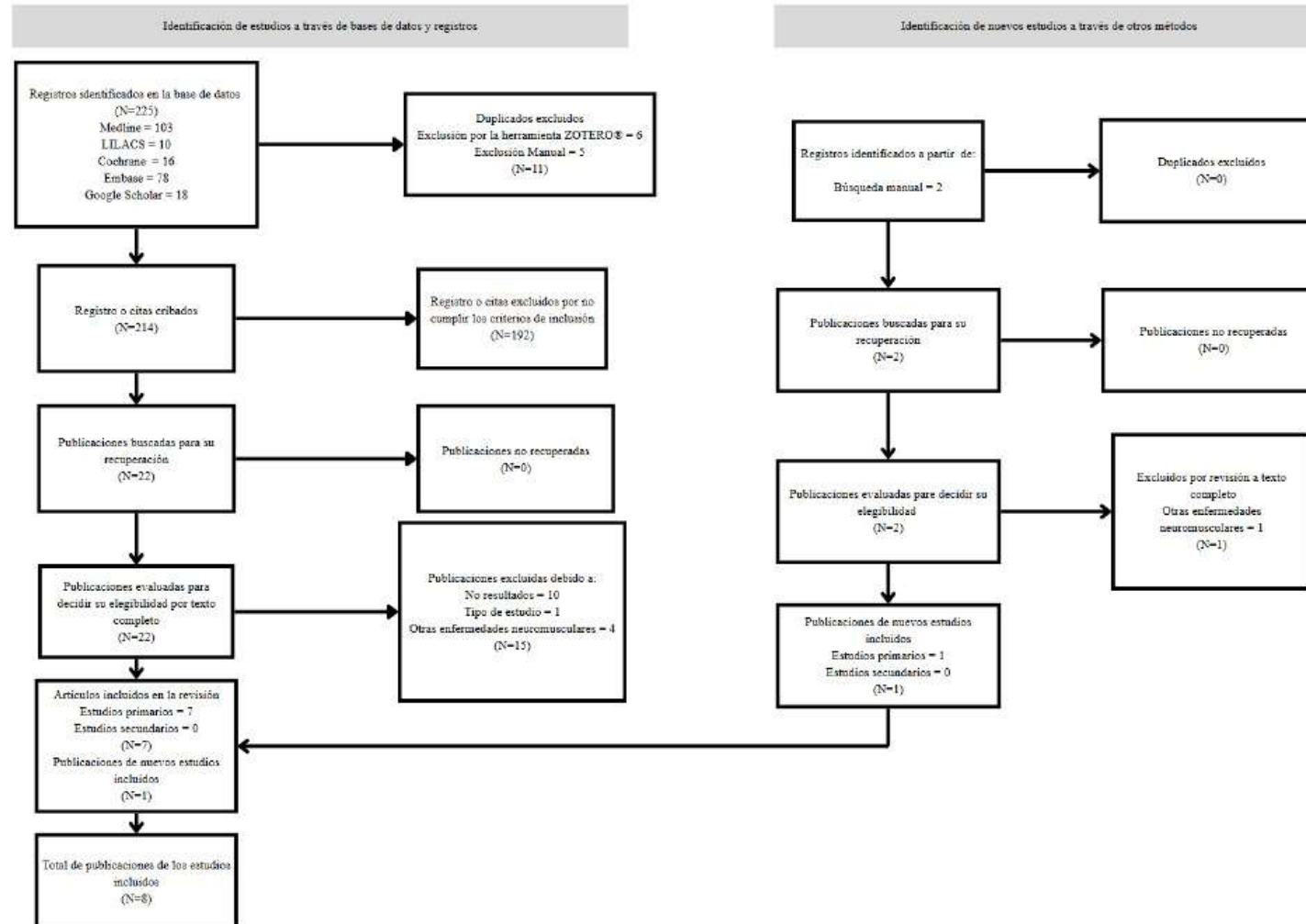
Título de protocolo de tesis: EVIDENCIAS SOBRE EL USO CLÍNICO DE LAS MEDICIONES DE PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA (PIMAX) Y PRESIÓN ESPIRATORIA MÁXIMA (PEMAX) EN LA REHABILITACIÓN PULMONAR DE PERSONAS CON ESCLEROSIS LATERAL AMIOTRÓFICA EN EL ÁMBITO

HOSPITALARIO. UNA REVISIÓN DE ALCANCE Código sídoi: #219763

Integrantes: Sebastian Alexander Vicente Peña / Jeremy Leonardo Mendoza Ojeda / Vargas Silva Alexis Daniel

Asesor: Edith Sonia Mejía Cotrina

Docente: Jorge Gomez Barreto



**ANEXO 3: Presupuesto**

<b>PRESUPUESTO</b>				
Título: Aplicación funcional de PIMAX y PEMAX en el abordaje fisioterapéutico respiratorio en Esclerosis Lateral Amiotrófica: Una revisión de alcance				
<b>Fuente de financiamiento (marque el que corresponda):</b>				
Autofinanciado (X) Otro:() Mencione el nombre de la institución financiadora: _____				
<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>HONORARIOS</b>	<b>TOTAL</b>
Recursos, materiales y servicios	Acceso a artículos científicos	12	S/.105	S/.1260
	Transporte	7 meses	S/.15	S/.105
	Luz	7 meses	S/.40	S/.280
	Internet	7 meses	S/.40	S/.280
<b>TOTAL DE BIENES Y SERVICIOS</b>				<b>S/.1925</b>

**ANEXO 4: Cronograma de actividades**

Actividades	Tiempo (meses)	Año 2025							
		May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Búsqueda bibliográfica y la elaboración del protocolo	3	x	x	x	x				
Revisión del protocolo y su registro en SIDISI	1				x	x			
Aprobación del proyecto por la facultad de Medicina de la Universidad Peruana Cayetano Heredia - DUARI	1					x	x		
Búsqueda y selección de estudios	1						x	x	
Extracción y Análisis de datos de los estudios								x	
Redacción de los resultados y discusiones	1							x	
Revisión de informe preliminar, Incorporación de aportes y Redacción de informe final	2								x
Realización de trámites de la tesis para la solicitud de los jurados para la sustentación de la presente tesis	1								x
Publicación del artículo en una revista indexada	1								x

## ANEXO 5: Búsqueda de información

Fecha de búsqueda: 4/10/2025

Rango de fecha de búsqueda: Desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad

Base de datos	Medline		
Plataforma	Pubmed		
Rango de búsqueda	Desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad		
Fecha de búsqueda	3 de octubre del 2025		
N	Estrategias de búsqueda PUBMED-MEDLINE	Número de resultados	Componente
1	"Amyotrophic Lateral Sclerosis"[Mesh] OR Sclerosis, Amyotrophic Lateral OR ALS - Amyotrophic Lateral Sclerosis OR ALS Amyotrophic Lateral Sclerosis OR Gehrig's Disease OR Gehrig Disease OR Gehrings Disease OR Lou Gehrig Disease OR Motor Neuron Disease, Amyotrophic Lateral Sclerosis Lou Gehrig's Disease OR Lou-Gehrings Disease OR Disease, Lou-Gehrings OR Charcot Disease OR Amyotrophic Lateral Sclerosis With Dementia Dementia With Amyotrophic Lateral Sclerosis Amyotrophic Lateral Sclerosis, Guam Form Guam Disease OR Disease, Guam OR Amyotrophic Lateral Sclerosis-Parkinsonism-Dementia Complex 1 OR Amyotrophic Lateral Sclerosis Parkinsonism Dementia Complex 1 OR Amyotrophic Lateral Sclerosis, Parkinsonism-Dementia Complex of Guam OR Amyotrophic Lateral Sclerosis, Parkinsonism Dementia Complex of Guam OR Guam Form of Amyotrophic Lateral Sclerosis	47,375	Población

2	"Maximal Respiratory Pressures"[Mesh] OR Pressure, Maximal Respiratory OR Pressures, Maximal Respiratory OR Respiratory Pressure, Maximal OR Respiratory Pressures, Maximal OR Maximum Respiratory Pressures OR Pressure, Maximum Respiratory OR Pressures, Maximum Respiratory OR Respiratory Pressure, Maximum OR Respiratory Pressures, Maximum OR Maximal Respiratory Pressure OR Maximum Respiratory Pressure OR Maximal Inspiratory Pressure OR Inspiratory Pressure, Maximal OR Inspiratory Pressures, Maximal OR Maximal Inspiratory Pressures OR Pressure, Maximal Inspiratory OR Pressures, Maximal Inspiratory OR Maximum Inspiratory Pressure OR Inspiratory Pressure, Maximum OR Inspiratory Pressures, Maximum OR Maximum Inspiratory Pressures OR Pressure, Maximum Inspiratory OR Pressures, Maximum Inspiratory OR Maximal Expiratory Pressure OR Expiratory Pressure, Maximal OR Expiratory Pressures, Maximal OR Maximal Expiratory Pressures OR Pressure, Maximal Expiratory OR Pressures, Maximal Expiratory OR Maximum Expiratory Pressure OR Expiratory Pressure, Maximum OR Expiratory Pressures, Maximum OR Maximum Expiratory Pressures OR Pressure, Maximum Expiratory OR Pressures, Maximum Expiratory	10,419	Concepto
3	"Respiratory Therapy"[Mesh] OR Therapy, Respiratory OR Respiratory Therapies OR Therapies, Respiratory OR Inhalation Therapy OR Therapy, Inhalation OR Inhalation Therapies OR Therapies, Inhalation	386,442	Contexto
4	"Hospitals"[Mesh] or Hospital	8,041,416	
5	#3 OR #4	8,241,612	
6	#1 AND #2 AND #5	103	Total

Base de datos	Cochrane Library
Plataforma	Wiley
Rango de búsqueda	Desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad
Fecha de búsqueda	08 de octubre del 2025

N	Estrategias de búsqueda	Número de resultados	Componente
1	Amyotrophic Lateral Sclerosis	2,002	Población
2	Maximal Respiratory Pressures	644	Concepto
3	Respiratory Therapy	55,02	Contexto
4	hospital	404,482	
5	#3 OR #4	438,893	
6	#1 AND #2 AND #5	16	Total

Base de datos	LILACS		
Plataforma	LILACS		
Rango de búsqueda	Desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad		
Fecha de búsqueda	12 de octubre del 2025		
N	Estrategias de búsqueda	Número de resultados	Componente
1	Amyotrophic Lateral Sclerosis	1,124	Población
2	Maximal Respiratory Pressures	540	Concepto
3	Respiratory Therapy	30 ,058	Contexto
4	hospital	226,593	
5	#3 OR #5	251,245	
6	1# AND #2 AND #5	10	Total

Base de datos	Embase
Plataforma	Ovid
Rango de búsqueda	Desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad

Fecha de búsqueda	20 de octubre del 2025		
N	Estrategias de búsqueda OVID	Número de resultados	Componente
1	Amyotrophic Lateral Sclerosis.mp. or amyotrophic lateral sclerosis/	62,878	Población
2	Maximal Respiratory Pressures.mp. or maximal respiratory pressure/	1,794	Concepto
3	Maximal expiratory pressure.mp. or maximal expiratory pressure/	2,121	
4	breathing muscle/ or PIMAX.mp.	17,366	
5	breathing muscle/ or PEMAX.mp.	17,09	
6	#2 or #3 or #4 or #5	19,798	
7	Respiratory Therapy.mp. or respiratory care/	8,138	Contexto
8	hospital/ or hospital.mp.	3,244,967	
9	#7 OR #8	3,250,606	
10	#1 AND #6 AND #9	78	Total

Base de datos	Google Scholar		
Plataforma	Google		
Rango de búsqueda	Desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad		
Fecha de búsqueda	28 de octubre del 2025		
N	Estrategias de búsqueda	Número de resultados	Componente
#1	“Amyotrophic Lateral Sclerosis”	518, 000	Población
#2	“Maximal Respiratory Pressures”	5, 900	Concepto

#3	“Respiratory Therapy”	64, 800	Contexto
#4	“Hospital”	6,570,000	
#5	(“Amyotrophic Lateral Sclerosis” and (“Maximal Respiratory Pressures” or “Respiratory Therapy”) and “Hospital”)	18	Total

## Anexo 6: Carta de aprobación



VICERECTORADO  
DE INVESTIGACION

**CAR-DUARLO-496-25**  
Lima, 02 de Octubre del 2025

Señor(a) investigador(es)  
**MENDOZA OJEDA JEREMY LEONARDO**  
**VARGAS SILVA ALEXIS DANIEL**  
**VICENTE PEÑA SEBASTIAN ALEXANDER**  
Presente.

Es grato dirigirme a usted para expresarle un cordial saludo y a la vez informarle que hemos recibido el proyecto de investigación titulado: "EVIDENCIAS SOBRE EL USO CLÍNICO DE LAS MEDICIONES DE PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA (PIMAX) Y PRESIÓN ESPIRATORIA MÁXIMA (PEMAX) EN LA REHABILITACIÓN PULMONAR DE PERSONAS CON ESCLEROSIS LATERAL AMIOTRÓFICA EN EL ÁMBITO HOSPITALARIO: UNA REVISIÓN DE ALCANCE" SIDISI 219763, el cual ha sido revisado y registrado en la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia debido a que por sus características no requiere evaluación por el Comité Institucional de Ética en Investigación en Humanos ni por el Comité Institucional de Ética para Uso de Animales.

Este proyecto puede iniciar su ejecución. Los cambios o enmiendas al protocolo presentado solo deben ejecutarse luego de una nueva evaluación y autorización por esta dirección. Adicionalmente, agradecemos tenga a bien presentar el informe de cierre del proyecto al concluir la ejecución de este.



Atentamente,



Dra. Cinthia Hurtado Esquén  
Directora  
Dirección Universitaria de Asuntos  
Regulatorios de la Investigación

www.cayetano.edu.pe  
vriave@oficinas-upch.pe  
319 0000 Arema 201305  
Apartado postal 4314  
San Martín de Porres  
Av. Honorio Delgado 430