



**Universidad de Valladolid**



**Universidad de Valladolid**

Facultad de  
**Ciencias de la Salud**  
de Soria

# **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA**

## ***GRADO EN FISIOTERAPIA***

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**EFFECTOS DEL EJERCICIO AERÓBICO EN PACIENTES CON ESCLEROSIS  
LATERAL AMIOTRÓFICA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**Presentado por Jesús Palacios Martínez**

**Tutora: Isabel Carrero Ayuso**

**Soria, a 13 de junio de 2024**

*“Cuando despertó, el dinosaurio todavía estaba allí”*

*Augusto Monterroso*

## RESUMEN

**Introducción:** la esclerosis lateral amiotrófica (ELA) es un trastorno degenerativo multisistémico que precisa de un tratamiento intenso para preservar la calidad de vida y retrasar el avance de la enfermedad. La práctica de actividad física, en especial de ejercicio aeróbico, se puede utilizar como tratamiento en pacientes que sufren esta enfermedad, ya que influye positivamente en variables como calidad de vida, función respiratoria, fatiga y fuerza muscular.

**Objetivos:** el objetivo general fue identificar los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes con ELA y observar cómo influye en diferentes pacientes. Los objetivos específicos fueron: evaluar el papel de la fisioterapia, comparar beneficios entre tratamientos con otros tipos de ejercicio, y analizar en qué fase de la enfermedad se debe aplicar este tipo de tratamiento.

**Metodología:** se realizó una revisión bibliográfica mediante la búsqueda en distintas bases de datos. Se seleccionaron estudios que relacionaran el ejercicio aeróbico y la ELA, siguiendo criterios de inclusión y exclusión. Los estudios seleccionados podían ser de tipo ensayo controlado aleatorizado, metaanálisis y revisiones sistemáticas.

**Resultados:** se seleccionaron seis estudios que cumplían los criterios establecidos. Tras analizarlos, se agruparon sus resultados en torno a variables del curso de la enfermedad, sobre las que influía el ejercicio aeróbico. Así, se obtuvieron cuatro subapartados, uno por variable, que fueron: calidad de vida, función respiratoria, fatiga y fuerza muscular.

**Discusión:** los estudios analizados sugieren que el ejercicio aeróbico es beneficioso en patologías neurodegenerativas, y puede formar parte del tratamiento de la enfermedad con el objetivo de retrasar su avance y mejorar la calidad de vida. Un aspecto en el cual se demuestra una gran mejora es la capacidad respiratoria. Sin embargo, la debilidad de los pacientes y su mala condición física constituyen una limitación cuando se aplica este tratamiento.

**Conclusión:** los resultados obtenidos sugieren una relación directa positiva entre el ejercicio aeróbico y la condición física vital para los pacientes de ELA, pudiendo ser positivo este tratamiento en las primeras fases de la enfermedad. Además, se observa una facilidad para combinarlo con otros tratamientos, sin aparecer factores de riesgo que impidan la aplicación de este tratamiento.

**Palabras clave:** esclerosis lateral amiotrófica, ejercicio aeróbico, ejercicio terapéutico, pacientes de ELA.

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	ESCLEROSIS LATERAL AMIOTRÓFICA.....	1
1.1.1.	Descripción y etiología.....	1
1.1.2.	Epidemiología.....	1
1.1.3.	Pronóstico.....	1
1.1.4.	Exploración y diagnóstico.....	1
1.1.5.	Manifestaciones clínicas.....	2
1.1.6.	Tratamiento.....	3
1.2.	EJERCICIO AERÓBICO.....	3
1.2.1.	Descripción.....	3
1.2.2.	Diferencias entre ejercicio aeróbico y anaeróbico.....	3
1.2.3.	Ejemplos de aplicaciones del ejercicio aeróbico.....	4
2.	JUSTIFICACIÓN.....	5
3.	OBJETIVOS.....	5
4.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
4.1.	DISEÑO DEL ESTUDIO.....	6
4.2.	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	6
4.3.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	6
4.4.	SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS.....	6
4.5.	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS.....	7
5.	RESULTADOS.....	9
5.1.	CALIDAD DE VIDA.....	9
5.2.	FUNCIÓN RESPIRATORIA.....	10
5.3.	FATIGA.....	10
5.4.	FUERZA MUSCULAR.....	11
6.	DISCUSIÓN.....	13
7.	CONCLUSIONES.....	15
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	16
9.	ANEXO.....	I

## **ABREVIATURAS**

- AET: *Aerobic Exercise Treatment*
- ALS: *Amyotrophic Lateral Sclerosis*
- ALSAQ-40: Cuestionario de evaluación de ALS de 40 ítems
- ALSFRS: *ALS Functional Rating Scale*
- CVF: Capacidad vital forzada
- CVRS: Calidad de vida respecto a la salud
- ECA: Ensayo controlado aleatorizado
- ELA: Esclerosis lateral amiotrófica
- ENM: Enfermedad de la neurona motora

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. ESCLEROSIS LATERAL AMIOTRÓFICA**

### **1.1.1. Descripción y etiología**

La esclerosis lateral amiotrófica (ELA) es un trastorno multisistémico neurodegenerativo con amplia variedad de curso clínico, muy heterogéneo a nivel genético y neuropatológico. Se considera que las causas de esta enfermedad son una combinación de factores genéticos, ambientales y de disfunciones por envejecimiento.

El factor hereditario es muy importante ya que se estima que entre el 30-60 % de los descendientes de pacientes con ELA desarrolla la enfermedad.

Su base genética es muy heterogénea, ya que se pueden ver asociados hasta veinte genes con la ELA. Las principales mutaciones se producen en los genes SOD1, TARDBP y TBK1, lo que provoca una alteración en la codificación de proteínas del ARN (1).

### **1.1.2. Epidemiología**

La edad de inicio y el lugar de aparición de la ELA son muy variables, aunque siempre comienza dentro de la edad adulta. Por otra parte, su progresión es implacable, rápida y degenerativa de forma neuromotora. Se ha identificado un genotipo en riesgo que es UNC13A, y además las expansiones repetidas intermedias en ATXN2 aumentan el riesgo de padecer ELA (2).

Adicionalmente, se ha observado que la edad avanzada y el sexo masculino son más prevalentes en la ELA, existiendo, además, otros factores predisponentes como: tabaquismo, índice de obesidad elevado, factores ambientales u ocupacionales por exposición a metales o gases tóxicos. Estos factores aún no tienen relación causal establecida con el diagnóstico del ELA, pero se considera que aumentan la predisposición del paciente a padecer la enfermedad (1).

### **1.1.3. Pronóstico**

La supervivencia media desde el inicio de los síntomas y el diagnóstico de la enfermedad es de tres años. No obstante, todo depende del curso de la enfermedad y la rapidez de su expansión, de la afectación multisistémica y del tratamiento aplicado, que pueden retrasar el avance y la degeneración que provoca la ELA.

El final de la enfermedad provoca la muerte, que se suele producir por una disfunción en músculos respiratorios que hace imposible la supervivencia (1).

### **1.1.4. Exploración y diagnóstico**

El diagnóstico de la ELA se basa en pruebas como electromiografía, historial médico, examen físico y pruebas de imagen donde se comprueba la aferenciación de músculos que sufren debilidad clínica tanto como los que no se observa para ver si hay futura sintomatología clínica (2).

Si la presentación clínica es la habitual, con extensión progresiva de los síntomas que se van expandiendo desde una región más focal hacia otras regiones, el diagnóstico es sencillo. Sin embargo, se pueden dar casos en los que se dé un diagnóstico erróneo de ELA, en los cuales haya síndromes que imiten la enfermedad, pero no se correspondan con su diagnóstico

diferencial. Estos deben descartarse ya que su tratamiento debe ser distinto del que se aplica a la ELA de forma protocolaria (1).

### 1.1.5. Manifestaciones clínicas

Generalmente, la ELA se presenta mediante debilidad y atrofia muscular, que tienen inicio en mayor medida en la edad adulta y avanzan rápidamente siguiendo el curso de la enfermedad.

La afasia progresiva primaria es una manifestación típica que afecta al habla del paciente, la cual puede darse en las siguientes formas:

- Progresiva sin fluidez.
- Variante semántica.
- Variante logopéica.

Otros síntomas característicos son disartria, disfagia o disfonía. Por otra parte, al menos en el 50 % de los pacientes se producen manifestaciones extramotoras, como demencia frontotemporal o cambios cognitivos o conductuales. Las manifestaciones cognitivo- conductuales o psicológicas se dan en la fase última de la enfermedad, debido al deterioro avanzado de la corteza temporal, prefrontal o anterior (2). Son múltiples las áreas del cerebro afectadas durante el curso de la enfermedad, además, el cerebelo, el hipocampo y el tronco del encéfalo también sufren alteraciones que se manifiestan de forma sensorio-motora (3), como se observa en la Figura 1.

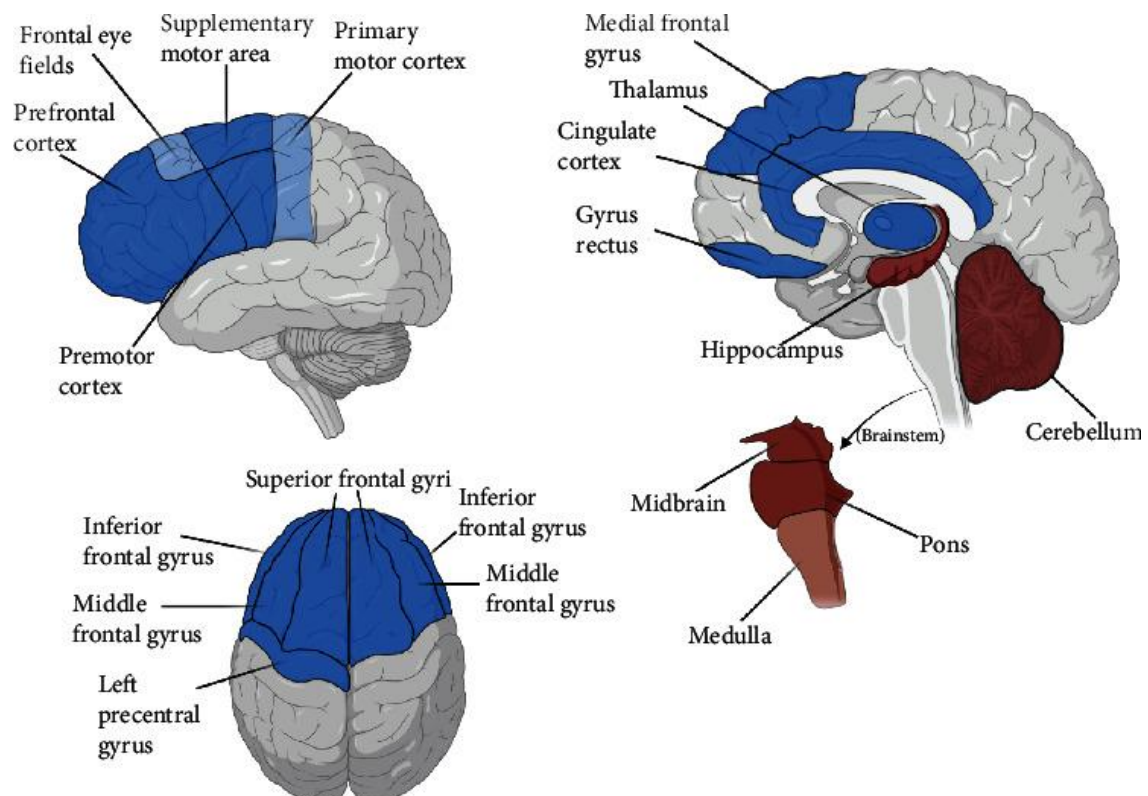


Figura 1. Regiones del cerebro en ELA con afectación del metabolismo (3).

### **1.1.6. Tratamiento**

El manejo de esta enfermedad es muy complejo y, desde que se descubrió en 1869, se ha estado aplicando un tratamiento farmacológico por excelencia. Sin embargo, en los últimos años se han comenzado a utilizar nuevos enfoques como la fisioterapia, el ejercicio terapéutico y, en general, una atención multidisciplinaria que permita un menor deterioro de la vida del paciente (4).

Una forma de tratamiento extendida en los últimos años es la terapia génica, la cual se lleva a cabo mediante la administración de genes y técnicas de edición y eliminación de genes. Se han realizado diversos ensayos clínicos utilizando el potencial transformador de estas técnicas de modificación genética, con el objetivo de aportar una solución a esta enfermedad (5).

Tradicionalmente, el riluzol se utiliza como fármaco para prolongar la supervivencia del paciente, ya que mejora el curso de la enfermedad. Más recientemente se han estudiado la edaravona y el masitinib como fármacos inhibidores con el objetivo de reducir el avance de la enfermedad. La acción de estos fármacos consiste en inhibir las vías nerviosas de progresión de la enfermedad y potenciar el impulso eléctrico en las vías motoras para mantener el funcionamiento del sistema locomotor el mayor tiempo posible.

Aparte de estos fármacos, se suelen utilizar otros para reducir la espasticidad, además de fármacos anticolinérgicos e inyecciones de toxina botulínica.

Tratamientos complementarios, como el cambio de dieta, la logopedia y la ventilación no invasiva, se aplican en la totalidad de los casos. Adicionalmente, el ejercicio terapéutico, tanto de fuerza como de resistencia, se aplica desde el comienzo de la enfermedad con el objetivo de reducir la pérdida de calidad de vida y la afectación neuromuscular (1).

## **1.2. EJERCICIO AERÓBICO**

### **1.2.1. Descripción**

El ejercicio aeróbico es un tipo de ejercicio continuo, rítmico, en el cual se utilizan grupos de músculos largos, con el fin de mejorar la resistencia y la capacidad aeróbica del paciente (5).

### **1.2.2. Diferencias entre ejercicio aeróbico y anaeróbico**

El ejercicio aeróbico principalmente se utiliza para aumentar la resistencia del paciente mejorando su capacidad respiratoria y cardiovascular, mientras que el ejercicio anaeróbico se asocia con entrenamiento de fuerza, cuyo objetivo es mejorar dicha capacidad física y aumentar la masa muscular (2).

El ejercicio anaeróbico se conoce como un ejercicio físico que no necesita implícitamente una respiración aeróbica, permitiendo realizar actividades de gran intensidad y desarrollando principalmente la capacidad física de fuerza (6).

El ejercicio aeróbico es más fácil de aplicar en la mayoría de los pacientes, ya que consiste en realizar actividades como caminar, hacer carreras o montar en bicicleta, en las cuales no se necesita apenas material y se puede realizar tanto en interiores como al aire libre. Por su parte, el ejercicio anaeróbico presenta más dificultades de aplicación ya que se necesitan máquinas de



musculación específicas para cada grupo muscular y, normalmente, se realiza toda la actividad dentro de un gimnasio interior (7).

En el estudio de Bullani et al. (6) se demuestra que el ejercicio aeróbico supervisado tiene mayor efectividad como forma de tratamiento en pacientes con enfermedades neurodegenerativas, y la rapidez de mejora es mayor que el entrenamiento mediante calistenia o ejercicio anaeróbico, demostrando que tras seis meses de entrenamiento se observan mejoras notables en salud cardiovascular y respiratoria.

### **1.2.3. Ejemplos de aplicaciones del ejercicio aeróbico**

- En el estudio piloto realizado por Bullani et al. (6), el ejercicio aeróbico se puede aplicar en pacientes con enfermedades miocárdicas o vasculares, ya que mejora la función física y reduce el riesgo de sufrir patologías del sistema cardiovascular.
- Según la revisión de Palatsi et al. (8), el ejercicio aeróbico se utiliza como tratamiento para pacientes con afecciones metabólicas y del control glucémico como la diabetes tipo 1.
- Según el ECA de Ravi Reddy et al. (9), el ejercicio aeróbico, especialmente de alta intensidad se aplica en mujeres posmenopáusicas con osteopenia y osteoporosis, para reducir la pérdida de densidad mineral ósea y mantener la calidad de vida.
- Además, el ejercicio aeróbico se utiliza como tratamiento en pacientes con dolor crónico, especialmente en dolor mal identificado y dolor lumbar, mejorando el funcionamiento físico y la calidad de vida (10).
- Se ha demostrado, según el ECA de Koppelaar et al. (11), que la intervención de fisioterapia con ejercicio físico produce beneficios a corto plazo en el funcionamiento y la condición de los pacientes. Se indica como forma de tratamiento en patologías inespecíficas y se recomienda combinar este tratamiento con fisioterapia presencial clásica.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La ELA es una enfermedad muy difícil de gestionar y está cada vez más presente en la actualidad, pudiéndose ver a personajes públicos, como Juan Carlos Unzué, combatiéndola y dando visibilidad a pacientes y asociaciones relacionados con ella. Creo que es importante buscar diferentes maneras de tratamiento del ELA con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pacientes y retrasar el avance de la enfermedad.

La fisioterapia tiene un papel importante en la gestión y tratamiento del ELA, por lo que se ha decidido profundizar, en este trabajo, en una forma concreta de tratamiento como es la actividad física y más concretamente el ejercicio físico de tipo aeróbico. De esta forma se podrán comprobar los efectos del tratamiento y las mejoras que se pueden conseguir al aplicar este tratamiento en pacientes con esta enfermedad.

## 3. OBJETIVOS

Se plantean los siguientes objetivos para el trabajo:

- Objetivo general: identificar, tras realizar una revisión bibliográfica, los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes con ELA, cómo influye según el grado de afectación del paciente y los posibles factores de riesgo de este tratamiento.
- Objetivos específicos:
  - Evaluar el papel de la fisioterapia en la rehabilitación de pacientes con ELA.
  - Comparar beneficios en el tratamiento mediante ejercicio aeróbico y ejercicio anaeróbico.
  - Analizar en qué fase de evolución de la enfermedad se debe aplicar este tipo de tratamiento mediante ejercicio aeróbico.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO**

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica para analizar los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes con ELA. Para la realización de la misma se siguieron las indicaciones establecidas en la declaración PRISMA, de tal forma que se han podido utilizar todo tipo de estudios como metaanálisis o estudios de casos y controles, así como otras revisiones, ya fuesen bibliográficas o sistemáticas.

### **4.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

Los datos de la búsqueda bibliográfica se obtuvieron en febrero de 2024, a partir de las bases de datos: Medline (PubMed), Cochrane Library, SciELO (biblioteca digital). Los términos de búsqueda que se utilizaron en estas bases de datos fueron: “Aerobic exercise”, “Amyotrophic Lateral Sclerosis” (ALS), “Therapeutic exercise”, “ALS patients”. Estas búsquedas se combinaron entre sí utilizando el operador booleano “AND”.

### **4.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

Para la realización de la selección de los artículos se siguieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### Criterios de inclusión:

- Diseño del estudio: estudios de casos y controles, metaanálisis, o revisiones bibliográficas y revisiones sistemáticas.
- Idioma: español o inglés.
- Año de publicación: antigüedad máxima del año 2000.
- Resultados: estudios que evaluaran los efectos de la actividad física, focalizándose en el ejercicio aeróbico, sobre pacientes con enfermedades neurodegenerativas, especialmente en pacientes con ELA.

#### Criterios de exclusión:

- Estudios que no utilicen pacientes con enfermedades neurodegenerativas.
- Estudios que no apliquen el ejercicio físico como forma de tratamiento.
- Estudios que no se encuentren a texto completo.

### **4.4. SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS**

Tras aplicar los términos de búsqueda mencionados, unidos por el correspondiente operador booleano, se encontró en las diferentes bases de datos un total de 93 artículos relacionados con la temática escogida. Se realizó un primer cribado en el que se eliminaron los artículos duplicados en dos o más bases de datos diferentes, tras el cual se seleccionaron 75 artículos. Posteriormente se descartaron los artículos que no cumplían los criterios de inclusión, obteniéndose así un total de 10 artículos. Con los artículos restantes se realizó una tercera selección en la que se incluyen únicamente los que disponían de texto completo. Por último, se realizó una revisión individual de cada artículo seleccionado para confirmar que podían ser

incluidos en el trabajo, consiguiendo un total de 6 artículos con los que llevar a cabo esta revisión bibliográfica.

El proceso de selección de los artículos escogidos viene resumido en la Figura 2.

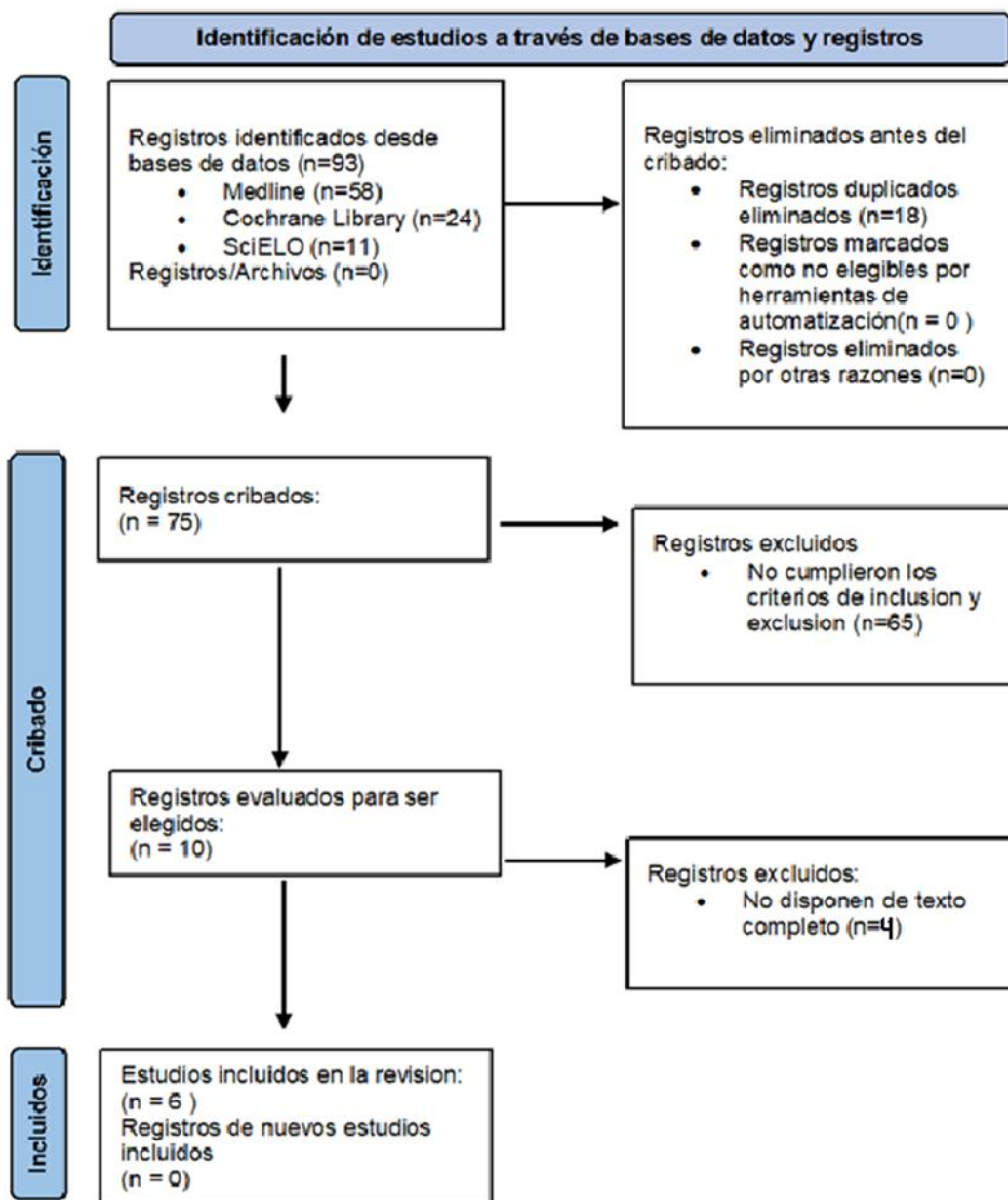


Figura 2. Representación gráfica del proceso de selección de los artículos.

#### 4.5 DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Los artículos seleccionados para la realización de la revisión bibliográfica en la que consiste este estudio son un total de seis. Entre ellos se encuentran los siguientes tipos de estudios (12,13):

- Metaanálisis: Donohue et al. (14) y Meng Lijiao et al. (15). Estos estudios sirven para sintetizar resultados de diferentes artículos que en ellos se analizan. Se estudian diferentes variables relacionadas con una temática para obtener un resultado final preciso.
- Revisión sistemática: Dal Bello et al. (16) y Majmudar et al. (17). Estos estudios son revisiones en las que se recopila información sobre un tema o investigación concreto. Su objetivo es sintetizar varios estudios realizados previamente minimizando sesgos y aportando resultados más fiables.
- Ensayo controlado aleatorizado (ECA): Van de Port et al. (18) y Van Groenestijn et al. (19). Estos estudios comparan dos tipos distintos de tratamiento o intervención aplicados sobre dos grupos distintos pertenecientes a una población con características comunes. Al aplicar diferentes tratamientos no se sabe cuál de ellos es mejor, por lo que la respuesta a esta pregunta es el resultado del estudio.

El Anexo muestra algunas características de estos artículos.

## 5. RESULTADOS

Los estudios incluidos analizan el efecto que produce el ejercicio físico, en especial el ejercicio aeróbico, en pacientes con ELA. Se centran en comprobar cómo influye en el sistema músculo-esquelético, la capacidad cardiovascular, o la función respiratoria. Además, se comprueba el efecto sobre la capacidad de fuerza en extremidades, focalizando en la fuerza de agarre. Estos estudios analizan diferentes variables como son la calidad de vida, función respiratoria, fatiga, y fuerza muscular.

### 5.1. CALIDAD DE VIDA

Con respecto a la calidad de vida, en el metaanálisis de Donohue et al. (14) se valora esta variable mediante la escala de medición CVRS (Calidad de vida respecto a la salud). En este trabajo se compararon estudios previos y se obtuvieron resultados favorables tras la aplicación de ejercicio aeróbico a poblaciones compuestas por pacientes de ELA; por ello, estos autores indican que el ejercicio aeróbico es imprescindible en el tratamiento de la ELA, incidiendo desde las primeras etapas de la enfermedad, y que se debe mantener hasta que sea posible debido al deterioro de la salud del paciente.

Esta situación se corrobora en el estudio ECA de Van Groenestijn et al. (19), donde se demostró que la terapia con ejercicio aeróbico puede preservar la CVRS en pacientes de ELA y, como consecuencia de ello, se observó una progresión de la enfermedad más lenta, generando una mayor capacidad de supervivencia. En este estudio se utilizaron grupos de 40 pacientes a los que se les aplicaron tratamientos diferentes, uno con cuidados habituales y otro sumando el ejercicio aeróbico a estos cuidados normales. De esta forma, los participantes no experimentaron ningún efecto adverso y al terminar el estudio se observó que los pacientes del grupo que realizó ejercicio aeróbico más cuidados normales obtuvo un deterioro menor en el "Cuestionario de evaluación de ALS de 40 ítems" (ALSAQ-40) en comparación con el grupo que solo realizó cuidados normales.

Por su parte, el metaanálisis de Meng-Lijiao et al. (15) obtuvo como resultados mejoras en la calidad de vida, pero esta variable se vio mejorada debido a los cambios en las variables de fuerza muscular y la función respiratoria. En cuanto a la revisión sistemática de Dal Bello-Haas et al. (16), al aplicar un tratamiento con ejercicio aeróbico no se obtuvieron mejoras en apartados como fuerza muscular o fatiga, y las mejoras en calidad de vida fueron mínimas. Sin embargo, sí que hubo una media significativa en la mejora de las capacidades funcionales del paciente según la escala ALSFRS (*ALS Functional Rating Scale*), lo que puede influir positivamente en la calidad de vida de los pacientes de ELA.

Los mejores resultados respecto a la calidad de vida se tuvieron en el ECA de Van de Port et al. (18), donde se comparaban dos formas de tratamiento, como son la terapia con ejercicios aeróbicos y la terapia cognitivo-conductual, para el tratamiento de la ELA y observaron su impacto sobre el funcionamiento y la calidad de vida en pacientes neurológicos. Los pacientes incluidos en el grupo de ejercicio aeróbico comenzaron el estudio un mes después de haber sido diagnosticados con ELA, y el protocolo consistía en dos sesiones semanales de ejercicio aeróbico realizadas en casa mediante un cicloergómetro o un tapiz rodante. Los pacientes eran monitorizados siempre mientras realizaban la actividad aeróbica con un pulsómetro y se les daba un libro de registro para indicar diariamente la duración, la intensidad y la sensación de

esfuerzo percibido. Se observaron mejoras significativas respecto a la calidad de vida, la capacidad cardiovascular y la función respiratoria de los pacientes, lo que influyó positivamente en su capacidad funcional. También se observaron algunos casos de pacientes en los que no mejoraron las capacidades respiratorias y calidad de vida, pero tras aplicar el tratamiento con ejercicio aeróbico se consiguió ralentizar el avance de la enfermedad, por lo que el tratamiento se consideró positivo.

## **5.2. FUNCIÓN RESPIRATORIA**

En la variable respiratoria, o de función pulmonar, el estudio de Meng Lijiao et al. (15) obtuvo como principal resultado que el ejercicio aeróbico mejora significativamente el porcentaje de CVF (Capacidad vital forzada). Se comparaban estudios con 197 pacientes, los cuales se dividieron en un grupo de tratamiento mediante ejercicio aeróbico y otro grupo de tratamiento con atención habitual. Al terminar el estudio, los pacientes del grupo de ejercicio aeróbico consiguieron una mejor función pulmonar objetivada mediante el porcentaje de CVF.

Se han obtenido otros resultados acerca de la función respiratoria en el estudio de Van Groenestijn et al. (19), donde se indica que la función respiratoria se preserva en los pacientes incluidos en un grupo de tratamiento de la ELA mediante terapia por ejercicio aeróbico. En este estudio se demuestra la relación estrecha que existe entre el entrenamiento mediante ejercicio aeróbico y la función de los músculos respiratorios. Se observó que los pacientes que realizan ejercicio aeróbico obtuvieron una tasa de disminución más lenta de la frecuencia ventilatoria en comparación con pacientes que no realizaron ejercicio aeróbico.

Por su parte, en el estudio de Donohue et al. (14) también se obtuvieron resultados positivos respecto a la función respiratoria. En él se indica que la disminución de la CVF es menor en los grupos de tratamiento que utilizaban ejercicio de resistencia aeróbica con respecto a grupos de tratamiento habituales basados en cuidados paliativos. Para aplicar el ejercicio aeróbico se realizaban 3 sesiones por semana con una duración de 30 minutos cada sesión y se mantuvieron durante 16 semanas. Los autores indican que es importante mantener unos parámetros temporales similares a los indicados, ya que observaron que al modificar la duración del tratamiento se reducían los beneficios sobre la capacidad respiratoria.

## **5.3. FATIGA**

La fatiga es otra variable importante que analizar tras aplicar el ejercicio aeróbico a modo de tratamiento. Cualquier ejercicio provocará fatiga en el paciente, se deben medir bien la intensidad y la frecuencia con la que se realiza, y más aún en pacientes de ELA, con capacidades físicas debilitadas. En la revisión de Majmudar et al. (17), se obtienen diferentes resultados en cuanto a la fatiga en función de la etapa del curso de la enfermedad en la que se encuentre el paciente. Se ha observado que, en una primera etapa o etapa temprana de la ELA, al aplicar un tratamiento mediante ejercicio terapéutico, la fatiga es similar a la de una persona desentrenada en la misma edad. El tratamiento mediante ejercicio provoca que el deterioro físico del paciente sea menos acelerado y, por tanto, la fatiga estará menos pronunciada que en pacientes que no realicen ejercicio. En esta investigación se continúa analizando la aplicación de ejercicio terapéutico en una fase intermedia del curso de la ELA, cuando el paciente presenta mayores dificultades de locomoción. Esto provoca que se vea reducida la capacidad de realizar ejercicio aeróbico, complicando, así, el tratamiento previsto. A medida que avanzan las

dificultades físicas, se observó que aumentaba la fatiga al realizar cualquier actividad aeróbica (como bicicleta estática). Por lo tanto, se afirma que la fatiga está muy relacionada con el avance de la enfermedad, aumentando de forma proporcional.

En el estudio de Meng Lijiao et al. (15) se utiliza la “Subescala de fatiga de la escala de gravedad de la fatiga” y la “Lista de verificación de fuerza individual”. De esta forma se comprueba que no se puede asociar un nivel mayor de fatiga a personas que realizan ejercicio aeróbico en comparación con pacientes que siguen un tratamiento habitual sin actividad física. Las mediciones de este estudio se realizan en un corto plazo, de hasta 3 meses en la fase inicial de la enfermedad, comprobando que no existen aumentos significativos de fatiga.

En el estudio de Van de Port et al. (18) se mide la fatiga mediante la “Escala de Borg”, o de esfuerzo percibido por el paciente, además de controlar siempre la frecuencia cardíaca del paciente para objetivar su propia sensación. De esta forma, se analiza la fatiga, junto a otras variables, en diferentes plazos que son:

1. Al ingresar el paciente en el estudio
2. Después del periodo de intervención de 4 meses
3. A los 3 meses de seguimiento (posterior a la intervención) -> 7 meses desde el inicio
4. A los 6 meses de seguimiento -> 10 meses desde el inicio

Con ello se obtiene una lista de verificación de la fatiga tanto mediante criterios individuales del paciente como con medidas objetivas. Se comprobó que la fatiga se mantenía en unos niveles normales conforme a la población normal hasta los 4 primeros meses, que es cuando acababa el periodo de intervención durante el que se aplicó ejercicio terapéutico. Una vez superada la barrera de los 4 meses, se observó cómo la fatiga aumentaba en cualquier actividad mínimamente exigente que realizaran los pacientes. El momento en el que se comprobaba que la fatiga comenzaba a aumentar coincidía con la finalización de la intervención con ejercicio físico, por lo que se debería comprobar si los niveles de fatiga se mantendrían estables en el caso de que se continuara realizando un programa de ejercicio terapéutico.

#### **5.4. FUERZA MUSCULAR**

Se encontraron diferentes resultados en cuanto a la fuerza muscular tras aplicar tratamiento mediante ejercicio aeróbico. En el estudio de Meng Lijiao et al. (15) se midió la fuerza mediante contracción isométrica voluntaria máxima o dinamometría manual. Así, se midió la fuerza en extremidades inferiores y en superiores por separado, para comparar estos resultados con la fuerza de los pacientes en un tratamiento habitual sin ejercicio terapéutico. Tras esta investigación se observó que no aparecían diferencias significativas entre los diferentes tipos de tratamientos. Lo mismo ocurrió en el estudio de Dal Bello-Haas et al. (16) donde no se encontraron diferencias en cuanto a la fuerza muscular.

Por otro lado, en el trabajo de Majmudar et al. (17) se observó que, al aplicar un tratamiento con ejercicio aeróbico, los pacientes conseguían mantener sus niveles de fuerza muscular previos a la intervención, retrasando la pérdida de fuerza y el deterioro físico. En este estudio se centraban en trabajar los músculos antigravitatorios, principalmente de miembros inferiores, por lo que sirven como actividad terapéutica tanto el ejercicio aeróbico como el anaeróbico. La intervención con este ejercicio terapéutico se aplicaba en la primera fase de la ELA, logrando



ralentizar el deterioro funcional del paciente. Cuando se pasó a fases finales o avanzadas, el deterioro físico y la pérdida de fuerza fueron muy evidentes, debido a la interrupción de la actividad física.

Por último, en el estudio de Van Groenestijn et al. (19) se midió la fuerza en extremidades superiores e inferiores y la fuerza de prensión en un grupo con pacientes de actividad aeróbica y en otro con pacientes de atención habitual. De esta forma se vio que la fuerza se reducía en ambos grupos debido al avance de la enfermedad. Sin embargo, lo destacable es que los pacientes del grupo que realizó actividad física perdieron menos fuerza en comparación con los pacientes de atención habitual. Esto se midió mensualmente mediante valores del porcentaje de fuerza realizada en diferentes actividades de extremidades superiores, inferiores y prensión manual.

## 6. DISCUSIÓN

En este trabajo se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica para comprobar cómo influye el ejercicio aeróbico en pacientes con ELA y evaluar si este es un método indicado para incluir en un tratamiento de larga duración en pacientes de esta enfermedad.

Los resultados de los estudios analizados indican, de forma general, que el ejercicio aeróbico es beneficioso en pacientes con patologías neurológicas degenerativas. Se realiza una comparación entre el ejercicio aeróbico y el anaeróbico, reconociendo los beneficios de ambos en la mayoría de los pacientes. Sin embargo, se observa que el ejercicio aeróbico aporta beneficios como el aumento del consumo máximo de oxígeno por minuto, la mejora de la fuerza en músculos de las extremidades superiores e inferiores, incluyendo la fuerza de agarre de las manos. Todo ello influye en la CVRS, que mejora considerablemente en los pacientes al poco tiempo de comenzar el tratamiento.

Un aspecto en el cual se observan grandes mejoras al realizar ejercicio aeróbico es la capacidad respiratoria, analizada desde la capacidad vital forzada (CVF), la cual se beneficia del tratamiento aeróbico. Se producen mejoras en la capacidad inspiratoria consiguiendo así que aumente la cantidad de oxígeno que el paciente es capaz de absorber en sangre. Esto se observa en el estudio de Van Groenestijn et al. (19), en el cual se indica que el tratamiento aplicado con actividad aeróbica consigue una progresión más lenta y una probabilidad de supervivencia mayor con respecto a un tratamiento convencional.

Una limitación que se puede dar al aplicar ejercicio terapéutico es la severa debilidad muscular y el desacondicionamiento físico que padecen los pacientes de ELA. En el estudio de Dal Bello-Haas et al. (16), donde se compara un tratamiento habitual, compuesto por sesiones de estiramientos, con un tratamiento aplicando ejercicio terapéutico, que incluye aeróbico y anaeróbico, se demuestra que la debilidad muscular es muy destacada en pacientes de ELA, por lo que se debe aplicar el tratamiento con cualquier tipo de ejercicio físico de forma cautelosa y aumentando la intensidad progresivamente, partiendo de la base de unas capacidades musculares muy limitadas. Es importante destacar que si se aplica desde un primer momento el ejercicio físico de alta intensidad puede ser contraproducente, ya que se producirían lesiones músculo-esqueléticas, como contracturas, dolor articular intenso o tendinopatías agudas. Otro tipo de problemas, como atrofia muscular, escaras o deterioro de la función respiratoria grave se pueden dar debido a una inmovilización del paciente en el curso de la enfermedad. Es por ello que se debe aplicar un tratamiento centrado en la actividad física, especialmente en el ejercicio aeróbico, ya que producirá mejoras tanto en la musculatura funcional de las extremidades como en la capacidad respiratoria, además de mejoras en la capacidad cognitiva-mental de los pacientes. En los estudios analizados, siempre se aplica el tratamiento con ejercicio físico combinado con tratamiento farmacológico, ya que la intervención debe ser multidisciplinar, manteniendo un seguimiento continuo por parte de todos los profesionales que acompañan al paciente (médico, fisioterapeuta, psicólogo, logopeda, ...).

Al comparar la intervención en pacientes con ELA mediante ejercicio aeróbico con otras formas de tratamiento encontramos el estudio de Van de Port et al. (18), donde se compara con terapia cognitivo-conductual. En esta investigación se comprueba que estas dos formas de tratamiento son seguras y provocan beneficios en pacientes con ELA. Los beneficios de la terapia con ejercicio aeróbico abarcan el acondicionamiento físico, mediante el aumento de la fuerza muscular y la

resistencia cardiorrespiratoria; mientras que, por su parte, la terapia cognitivo-conductual mejora el estado de ánimo de los pacientes, la actitud a la hora de enfocar el tratamiento y mejora la calidad de vida en el transcurso de la enfermedad. La forma de analizar estos tratamientos ha sido su aplicación por separado en dos grupos distintos de pacientes. Estos tratamientos producen mejoras en diferentes aspectos en el paciente, como son la capacidad física, y por otra parte la capacidad psicológica, la autoestima y ciertas formas de conducta. Es cierto que ambos enfoques mejoran la CVRS en todos los pacientes, siendo aplicados de manera segura y progresiva. De esta forma se concluye que estos enfoques son complementarios y se fomenta una mayor investigación para comprobar la eficacia de un tratamiento con ejercicio aeróbico y terapia cognitivo-conductual de manera combinada.

La actividad física se puede realizar de diferentes formas a modo de tratamiento para enfermedades como la ELA. En el estudio de Donohue et al. (14) se comprueba la eficacia y los riesgos de diferentes tipos de ejercicio, como son la resistencia aeróbica, el estiramiento-rango de movimiento y el entrenamiento de músculos respiratorios. En este caso, se demuestra que cualquier tipo de ejercicio es beneficioso para la función y calidad de vida de los pacientes. Además, no implica ningún riesgo para la salud si se realiza la actividad de forma controlada, con una intensidad baja y progresiva, y siempre bajo la supervisión de un profesional. Estas afirmaciones son positivas debido a que sugieren un nuevo enfoque en el tratamiento de la ELA, que puede ser complementario a un abordaje convencional. Sin embargo, deben tomarse con cautela debido a que la evidencia que existe al respecto no es excesiva y se necesitan más estudios para corroborar la efectividad del ejercicio aeróbico como tratamiento.

Respecto a la función de los músculos respiratorios, Meng Lijiao et al. (15) indican que la terapia mediante ejercicio aeróbico es beneficiosa para el tratamiento de la ELA, ya que provoca mejoras en la función pulmonar de forma segura. En un procedimiento aplicado con ejercicio aeróbico se pueden observar mejoras a partir del segundo mes, y hasta un año. Estas mejoras se concretan en la CVF, que aumenta significativamente su porcentaje con respecto a si no se realizara ejercicio. Este aumento de la capacidad respiratoria se traduce en una mejora de la capacidad funcional del paciente, haciendo que la progresión de la enfermedad sea más lenta. En el estudio mencionado también se afirma que el ejercicio aeróbico produce mejoras más significativas que el ejercicio de resistencia-estiramientos o el entrenamiento de fuerza.

Con lo que respecta a futuras líneas de investigación, sería interesante comparar el ejercicio aeróbico con otros tipos de ejercicio físico los cuales se puedan aplicar como tratamiento de la ELA. La forma de comprobar la eficacia de cada tratamiento sería aplicarlo de manera separada en grupos de población distintos; no obstante, se pueden combinar con un tratamiento farmacológico tradicional, que no influya de manera determinante en la ejecución del ejercicio físico, que debe constituir la forma principal de tratamiento. Se deben comparar las poblaciones con tratamientos distintos para observar los beneficios que produce cada tipo de ejercicio en los pacientes. Así se podrá elegir con exactitud la forma de ejercicio físico más adecuada para el tratamiento de la ELA.

## 7. CONCLUSIONES

Esta revisión bibliográfica muestra un efecto positivo del ejercicio aeróbico en pacientes con ELA:

- Diferentes variables analizadas evolucionan positivamente al aplicar actividad aeróbica como forma de tratamiento, lo que se traduce en una mejor calidad de vida de pacientes con ELA y un enlentecimiento del curso de la enfermedad.
- El tratamiento con ejercicio físico, y en especial con ejercicio aeróbico, debe aplicarse desde que se diagnostica la enfermedad, ya que sus efectos son a medio plazo, y mantenerse en el largo plazo, hasta que el deterioro físico producto de la enfermedad haga imposible la actividad física, durante la primera fase de la enfermedad. Además, se puede adaptar la actividad aeróbica a las condiciones del paciente, de tal manera, los ejercicios como marcha y bicicleta se adaptan en tapiz rodante y en cicloergómetro, respectivamente.
- No se ha encontrado ningún tipo de efecto adverso al aplicar ejercicio aeróbico como tratamiento en pacientes de ELA, por lo que este tratamiento está altamente recomendado.
- Se ha demostrado la importancia de la fisioterapia en el tratamiento de enfermos de ELA, ya que constituye un papel imprescindible a la hora de mantener la capacidad física y evitar el deterioro progresivo del paciente.
- El ejercicio aeróbico y el anaeróbico son compatibles en el tratamiento de la ELA, incluso se recomienda su aplicación de forma conjunta, ya que de esta forma se preservará la capacidad de resistencia y la de fuerza muscular más favorablemente. Los resultados sugieren que el ejercicio aeróbico y el anaeróbico se realicen de simultáneamente, pero la evidencia disponible no es abundante y se requieren nuevas investigaciones que respalden esta teoría.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Masrori P, Van Damme P. Esclerosis lateral amiotrófica: una revisión clínica. *Eur J Neurol* [Internet]. 2020; 27(10):1918–29. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/ene.14393>
- (2) Feldman EL, Goutman SA, Petri S, Mazzini L, Savelieff MG, Shaw PJ, et al. La esclerosis lateral amiotrófica. *Lanceta* [Internet]. 2022; 400(10360):1363–80. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(22\)01272-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(22)01272-7)
- (3) Jamali AM, Kethamreddy M, Burkett BJ, Port JD, Pandey MK. Imágenes PET y SPECT de ELA: una revisión educativa. *Imágenes Mol* [Internet]. 2023. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37636591/>
- (4) Zago S, Lorusso L, Aiello EN, Ugolini M, Poletti B, Ticozzi N, et al. La implicación cognitiva y conductual en la ELA se conoce desde hace más de un siglo. *Neurol Sci* [Internet]. 2022; 43(12):6741–60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36053340/>
- (5) Amado DA, Davidson BL. Terapia génica para la ELA: una revisión. *Mol Ther* [Internet]. 2021; 29(12):3345–58. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33839324/>
- (6) Bullani R, El-Housseini Y, Giordano F, Larcinese A, Ciutto L, Bertrand PC, et al. Efecto del ejercicio con banda de resistencia intradiálisis sobre la función física en pacientes en hemodiálisis de mantenimiento: un estudio piloto. *J Ren Nutr* [Internet]. 2011; 21(1):61–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21195922/>
- (7) Niemel K, Palatsi I, Linnaluoto M, Takkunen J. Criteria for maximum oxygen uptake in progressive bicycle tests. *Europ J Appl Physiol* [Internet]. 1980; 44(1):51–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7190496/>
- (8) Palatsi I. Feasibility of physical training after myocardial infarction and its effect on return to work, morbidity and mortality. *Acta Med Scand Suppl* [Internet]. 1976; 599. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16981325/>
- (9) Reddy R, Wittenberg A, Castle JR, El Youssef J, Winters-Stone K, Gillingham M, et al. Effect of aerobic and resistance exercise on glycemic control in adults with type 1 diabetes. *Can J Diabetes* [Internet]. 2019; 43(6):406-414.e1. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30414785/>
- (10) Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Harding AT, Horan SA, Beck BR. High-intensity resistance and impact training improves bone mineral density and physical function in postmenopausal women with osteopenia and osteoporosis: The LIFTMOR randomized controlled trial. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2018; 33(2):211–20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28975661/>
- (11) Koppelaar T, Pisters MF, Kloek CJ, Arensman RM, Ostelo RW, Veenhof C. The 3-month effectiveness of a stratified blended physiotherapy intervention in patients with nonspecific low back pain: Cluster randomized controlled trial. *J Med Internet Res* [Internet]. 2022; 24(2):e31675. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35212635/>
- (12) Myung S-K. How to review and assess a systematic review and meta-analysis article: a methodological study (secondary publication). *J Educ Eval Health Prof* [Internet]. 2023 20:24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3352/jeehp.2023.20.24>

- (13) Bhide A, Shah PS, Acharya G. A simplified guide to randomized controlled trials. *Acta Obstet Gynecol Scand* [Internet]. 2018;97(4):380–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/aogs.13309>
- (14) Donohue C, Carnaby G, Reilly MC, Colquhoun RJ, Lacomis D, Garand KL (focht). A meta-analysis of post-exercise outcomes in people with amyotrophic lateral sclerosis. *eNeurologicalSci* [Internet]. 2023; 31(100452):100452. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ensci.2023.100452>
- (15) Meng L, Li X, Li C, Tsang RCC, Chen Y, Ge Y, et al. Effects of exercise in patients with amyotrophic lateral sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2020; 99(9):801–10. Disponible en: [https://journals.lww.com/ajpmr/fulltext/2020/09000/effects\\_of\\_exercise\\_in\\_patients\\_with\\_a\\_myotrophic.8.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/fulltext/2020/09000/effects_of_exercise_in_patients_with_a_myotrophic.8.aspx)
- (16) Dal Bello-Haas V, Florence JM. Therapeutic exercise for people with amyotrophic lateral sclerosis or motor neuron disease. *Cochrane Libr* [Internet]. 2013(5). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd005229.pub3>
- (17) Majmudar S, Wu J, Paganoni S. Rehabilitation in amyotrophic lateral sclerosis: Why it matters. *Muscle Nerve* [Internet]. 2014;50(1):4–13. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/mus.24202>
- (18) Van de Port IGL, Van Groenestijn AC, Schröder CD, Post MWM, Grupstra HF, Kruitwagen ET, et al. Effects of aerobic exercise therapy and cognitive behavioural therapy on functioning and quality of life in amyotrophic lateral sclerosis: protocol of the FACTS-2-ALS trial. *BMC Neurol* [Internet]. 2011; 11(1):70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2377-11-70>
- (19) Van Groenestijn AC, Schröder CD, van Eijk RPA, Veldink JH, Kruitwagen-van Reenen ET, Groothuis JT, et al. Aerobic exercise therapy in ambulatory patients with ALS: A randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2019;33(2):153–64. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968319826051>

## 9. ANEXO

Tabla resumen de los estudios seleccionados

Autor y tipo de estudio	Variables	Objetivos	Resultados
Donohue et al. (14) Metaanálisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de vida</li> <li>• Función respiratoria</li> </ul>	Determinar los efectos posteriores del ejercicio en personas con ELA.	La calidad de vida mejora en fase inicial, y su deterioro se ralentiza a posterior. Se preserva la CVF y se pierde más despacio en el curso de la enfermedad.
Meng Lijiao et al. (15) Metaanálisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de vida</li> <li>• Función respiratoria</li> <li>• Fatiga</li> <li>• Fuerza muscular</li> </ul>	Identificar los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes con ELA.	Se obtuvieron efectos positivos destacables en cuanto a la fuerza muscular y la función respiratoria, lo que resultó en una mejora de la calidad de vida y reducción de los niveles de fatiga.
Dal Bello Haas et al. (16) Revisión sistemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de vida</li> <li>• Fuerza muscular</li> </ul>	Revisar la efectividad del ejercicio aeróbico sobre pacientes con ELA o EMN.	Mejora la capacidad funcional del paciente relacionada con la calidad de vida. No se aprecian mejoras sustanciales en cuanto a la fuerza.
Majmudar et al. (17) Revisión sistemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatiga</li> <li>• Fuerza muscular</li> </ul>	Comprobar los efectos de la rehabilitación del ELA mediante ejercicio terapéutico.	Los niveles de fatiga aumentaron de forma más lenta al aplicar ejercicio aeróbico. Los niveles de fuerza se mantuvieron hasta los primeros 4 meses.
Van de Port et al. (18) ECA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de vida</li> <li>• Fatiga</li> </ul>	Determinar los efectos de la terapia con ejercicios aeróbicos sobre el funcionamiento y la calidad de vida.	Impacto positivo sobre el funcionamiento y la calidad de vida. Reducción de la fatiga al realizar ejercicio físico hasta los primeros 4 meses.
Van Groenestijn et al. (19) ECA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de vida</li> <li>• Función respiratoria</li> <li>• Fuerza muscular</li> </ul>	Estudiar la eficacia de la terapia con ejercicios aeróbicos sobre pacientes ambulatorios de ELA.	Menor deterioro de la calidad de vida al aplicar ejercicio aeróbico. Estrecha relación entre el ejercicio aeróbico y el mantenimiento de la función respiratoria. Menor pérdida de fuerza en extremidades y prensión palmar.

Abreviaturas: CVF: Capacidad vital forzada; ECA: Ensayo controlado aleatorizado; ELA: Esclerosis lateral amiotrófica; EMN: Enfermedad de la motoneurona.