

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**ABORDAJE FISIOTERÁPICO EN EL TRATAMIENTO DE LA ESCLEROSIS
LATERAL AMIOTRÓFICA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

AUTORA: Chazarra Cortés, Ana

TUTOR: Colmena Zaragoza, Carlos Manuel

DEPARTAMENTO Y ÁREA: Patología y cirugía. Área de Fisioterapia

Curso académico 2022-2023

Convocatoria de JUNIO



ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
Esclerosis Lateral Amiotrófica	8
Ejercicio terapéutico	8
Fisioterapia respiratoria	9
Nuevas tecnologías (robótica y realidad virtual)	9
JUSTIFICACIÓN	10
PREGUNTA PICO	10
OBJETIVOS	11
MATERIAL Y MÉTODOS	12
Criterios de elegibilidad	12
Análisis de la calidad metodológica	13
RESULTADOS	14
DISCUSIÓN	15
CONCLUSIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	19
ANEXOS	21

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
ALSAQ-40	Cuestionario de Evaluación de la Salud para pacientes con Esclerosis Lateral Amiotrófica (40 ítems)
ALSFRS-R	Escala Revisada de Valoración Funcional de la Esclerosis Lateral Amiotrófica
ALS-SS	Escala Complementaria de ALSFRS-R
AP	Arneo Power
AVD	Actividades de la Vida Diaria
CPET	Prueba de Ejercicio Cardiopulmonar
ELA	Esclerosis Lateral Amiotrófica
EMST	Entrenamiento de la Musculatura Espiratoria
FIM	Escala de Independencia Funcional
FSS	Escala de Gravedad de la Fatiga
FVC	Capacidad Vital Forzada
GC	Grupo Control
GET	Umbral de Intercambio de Gases
GI	Grupo de Intervención
HAL	Cyborg wearable Hybrid Assistive Limb
MI-E	Insuflación-Exuflación (ventilación) Mecánica
MI-E+O	Ventilación Mecánica con adición de Oscilaciones
MMT	Pruebas Musculares Manuales
MRC	Medical Research Council
2MWT	Prueba de 2 Minutos Marcha
PEMAX	Presión Espiratoria Máxima
PImax	Presión Inspiratoria Máxima
SF-36	Cuestionario de Salud (36 ítems)
SNC	Sistema Nervioso Central
SVC	Capacidad Vital Lenta
TUG	Timed Up and Go Test



RESUMEN

Introducción: La Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) es una enfermedad neuromuscular degenerativa, caracterizada por la degeneración de las neuronas motoras, resultando en una disfunción de los músculos somáticos. La fisioterapia puede ser una herramienta eficaz para enlentecer el deterioro de la función física en estos pacientes. Sin embargo, no hay mucha evidencia que marque que un tratamiento fisioterápico sea mejor que otro, aunque se ha observado que unas modalidades parecen presentar mejores efectos que otras. Por ello, se ve necesario realizar un análisis de la literatura actual para estudiar si de verdad son útiles y eficaces, comprobándose que los resultados obtenidos sean significativos y extrapolables a la población diana.

Objetivos: Determinar cómo afecta el tratamiento fisioterápico en pacientes con ELA, específicamente en los ámbitos del ejercicio terapéutico, la fisioterapia respiratoria y las nuevas tecnologías (robótica y realidad virtual).

Metodología: Se realizó una revisión sistemática en 'PubMed', 'Scopus' y 'PEDro'. Del total de artículos encontrados, y tras analizar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron un total de 10 artículos. Su calidad metodológica fue evaluada con la escala PEDro.

Resultados: La mayoría de los estudios analizados muestran resultados con diferencias estadísticamente significativas; tratándose de ocho ensayos clínicos, un informe de un caso y un protocolo de actuación.

Conclusiones: La fisioterapia ha demostrado conseguir buenos resultados en el tratamiento de la ELA, especialmente el ejercicio terapéutico y las nuevas tecnologías, no obteniendo los efectos esperados en cuanto a la fisioterapia respiratoria.

Palabras clave: 'Fisioterapia', 'Modalidades de Terapia Física', 'Especialidad de Terapia Física', 'Esclerosis Lateral Amiotrófica'.

ABSTRACT

Introduction: Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) is a degenerative neuromuscular disease, characterised by degeneration of motor neurons, resulting in somatic muscle dysfunction. Physiotherapy can be an effective tool to slow the deterioration of physical function in these patients. However, there is not much evidence that one physiotherapy treatment is better than another, although it has been observed that some modalities seem to have better effects than others. Therefore, it is necessary to carry out an analysis of the current literature to study whether they are really useful and effective, verifying that the results obtained are significant and can be extrapolated to the target population.

Objectives: To determine how physiotherapy treatment affects ALS patients, specifically in the areas of therapeutic exercise, respiratory physiotherapy and new technologies (such as robotics and virtual reality).

Methodology: A systematic review was carried out in 'PubMed', 'Scopus' and 'PEDro'. From the total number of articles found, and after analysing the inclusion and exclusion criteria, a total of 10 articles were selected. Their methodological quality was assessed using the PEDro scale.

Results: Most of the studies analysed show results with statistically significant differences; including eight clinical trials, one case report and one action protocol.

Conclusion: Physiotherapy has been shown to achieve good results in the treatment of ALS, especially therapeutic exercise and new technologies, but has not achieved the expected effects in respiratory physiotherapy.

Keywords: 'Physiotherapy', 'Physical Therapy Modalities', 'Physical Therapy Specialty', 'Amyotrophic Lateral Sclerosis'.

INTRODUCCIÓN

Esclerosis Lateral Amiotrófica

La Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) es una enfermedad neuromuscular degenerativa, progresiva y mortal caracterizada por la degeneración de las neuronas motoras superiores e inferiores que resulta en una disfunción de los músculos somáticos del cuerpo¹.

La ELA es la forma más común de enfermedad de las neuronas motoras, con una incidencia media de 2,8/100.000 y una prevalencia media de 5,40/10.000 en Europa. Los hombres se ven afectados con un poco más de frecuencia que las mujeres, con una tasa de incidencia entre hombres y mujeres de 1,4. El período medio de supervivencia después del inicio es independiente del sexo y suele ser de 2 a 4 años. En la mayoría de los casos, el inicio de la enfermedad ocurre a finales de la edad adulta, pero los casos de ELA juvenil y de "inicio joven" representan entre el 1-10% de todos. Además, se ha estimado que la edad media para el inicio de la enfermedad se da en el rango de 54-67 años, dándose el diagnóstico de ELA entre los 58 y 68 años¹.

Aunque varios medicamentos aprobados (p. ej. Riluzole®, Edaravone®) han demostrado un ligero efecto en la reducción de la tasa de progresión de la ELA, la enfermedad se considera actualmente incurable. Por lo tanto, a la espera de un avance médico/biológico en la atención de la ELA, en la actualidad, los tratamientos consisten en ayudar a controlar los síntomas, prevenir complicaciones innecesarias y optimizar la calidad de vida².

La rehabilitación comienza desde el diagnóstico y su objetivo no es la recuperación de las funciones afectadas, sino la prevención, adaptación y anticipación de complicaciones. Debido a la evolución rápida y progresiva de la ELA hacia la disminución, y luego, la pérdida de la autonomía y la eficacia limitada de las terapias farmacológicas, el cuidado de las personas con ELA tiene como objetivo mantener un confort y una calidad de vida aceptables. Por lo tanto, en este tipo de patologías la rehabilitación no se fija, sino que se adapta regularmente, es decir, se reevalúa. Por ello, los tratamientos de fisioterapia deben adaptarse a lo largo de la evolución de la enfermedad^{2,3}.

Ejercicio terapéutico

Durante el curso de la enfermedad, como consecuencia de la propagación y progresión de la atrofia muscular, sobreviene el desacondicionamiento cardiorrespiratorio y la debilidad por desuso, que precipitan aún más la disminución de las actividades motoras posibles, conduciendo a la inactividad. La disminución resultante de la fuerza de los ligamentos y tendones, la opresión en las articulaciones, la osteoporosis y una mayor atrofia muscular a menudo conducen a posturas obligadas y al dolor y contracturas posteriores, así como a inconvenientes psicológicos en el paciente y sus cuidadores⁴.

Para evitar este ciclo de desacondicionamiento y mejorar el bienestar, los fisioterapeutas ofrecen ejercicio físico en el contexto de la atención multidisciplinaria integrada. En personas sanas, el ejercicio permite la remodelación de las miofibras, la adaptación antioxidante y antiinflamatoria, la plasticidad neural y los efectos positivos generales cardiovasculares, respiratorios, musculoesqueléticos, metabólicos y neuroendocrinos, por no mencionar un efecto de refuerzo en el bienestar psicológico. Esto puede ser efectivo especialmente en las primeras etapas de la enfermedad de la ELA y antes de que se produzca una atrofia muscular significativa o una pérdida de la forma física⁴.

Fisioterapia respiratoria

El deterioro de la deglución, la tos y la función respiratoria son comunes en la ELA, representando el 91,4% de las causas de mortalidad en estas personas⁵.

La evidencia científica demuestra que tanto la insuflación-exsuflación mecánica (MI-E) como el entrenamiento de la musculatura espiratoria (EMST) pueden mejorar ciertas complicaciones respiratorias en este tipo de pacientes, como la saturación de oxígeno y la disminución de la disnea⁶, entre otras. Además, pueden ayudar a prevenir la aparición de insuficiencia respiratoria, luchando contra la tos ineficaz y eliminando más fácilmente las secreciones pulmonares de las vías respiratorias^{7,8,9}.

Por un lado, la MI-E consiste en la utilización de un dispositivo que administra una presión positiva preestablecida en las vías respiratorias durante un período determinado durante la inspiración (insuflación), seguida inmediatamente por un cambio abrupto a una presión de exsuflación negativa preestablecida, simulando así una tos con altas tasas de flujo espiratorio^{7,9,10,11,12,13}. En consecuencia, la MI-E se recomienda como tratamiento de primera línea para la eliminación de moco en pacientes con ELA¹³.

Por otro lado, estos pacientes sufren debilidad de los músculos respiratorios, observándose disminución de la fuerza de ellos. Por ello, el programa de EMST se ha aplicado con éxito para aumentar la PEmax (presión espiratoria máxima), mejorando algunos aspectos del habla (como la producción de la voz), la deglución (disfagia), la respiración (limpieza de las vías respiratorias durante la tos) y el rendimiento físico que requieren la producción de una presión espiratoria adecuada. Para ello, se emplearán dispositivos de umbral de presión o resistivos¹⁴.

Nuevas tecnologías (robótica y realidad virtual)

Se ha revelado que la robótica, junto con la fisioterapia, es más efectiva que la terapia física convencional por sí sola, por lo que recientemente se han proyectado ideas para desarrollar robots asistidos por rehabilitación para mejorar la eficacia de la terapia física. En general, la rehabilitación robótica se centra en la restauración de tanto las extremidades superiores como las inferiores, actuando en las diferentes fases de la enfermedad dependiendo del sistema que se aplique¹⁵.

Entre los dispositivos de robótica que se han planteado se encuentran los guantes robóticos (mano y dedos), Armeo Power (AP) (extremidades superiores), y cyborg wearable Hybrid Assistive Limb (HAL) (función ambulatoria). Los dos primeros tratan de robots exoesqueléticos que no se basan en la cibernética, los cuales repiten patrones mecánicos o están bajo el control físico del usuario. En cambio, en el caso del HAL, el paciente realiza movimientos voluntarios, en los que los sistemas nerviosos central y neuromuscular trabajan para producir el movimiento previsto del HAL integrado y el cuerpo del usuario, es decir, HAL se sincroniza con la intención de moverse de acuerdo con los potenciales de la unidad motora producidos por un comando del sistema nervioso central (SNC). Esto puede resultar en la neuroregeneración y la recuperación de la función motora, es decir, el aprendizaje motor¹⁶.

JUSTIFICACIÓN

Tras la falta de conocimiento y las escasas investigaciones que hay acerca del tratamiento fisioterápico en la ELA, se planteó llevar a cabo este estudio para dar a conocer desde qué perspectivas y de qué manera la fisioterapia puede influir en la calidad de vida de estos pacientes, basando esta revisión sistemática en los tres tipos de tratamiento fisioterápico que más evidencia tienen hasta ahora en los pacientes diagnosticados de ELA.

PREGUNTA PICO

¿La intervención con fisioterapia puede generar modificaciones en la calidad de vida de los pacientes con Esclerosis Lateral Amiotrófica?

P: Esclerosis Lateral Amiotrófica

I: Fisioterapia

C: Análisis del tratamiento fisioterápico

O: Calidad de vida



OBJETIVOS

El **objetivo principal** es:

- Analizar cómo afecta el tratamiento fisioterápico en los pacientes con Esclerosis Lateral Amiotrófica.

Los **objetivos secundarios** son los siguientes:

- Estudiar cómo afecta el ejercicio terapéutico en los pacientes con ELA.
- Estudiar cómo repercute la fisioterapia respiratoria en los individuos con ELA.
- Desarrollar de qué manera las nuevas tecnologías (robótica y realidad virtual) afectan en la rehabilitación fisioterápica de sujetos con ELA.



MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio cuenta con la aprobación y autorización de la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: **TFG.GFI.CMCZ.ACC.221129**.

Se propone una revisión sistemática, donde la búsqueda fue realizada en las bases de datos 'PubMed', 'Scopus' y 'PEDro'. Además, se han seguido las normas internacionales PRISMA para la estrategia de búsqueda bibliográfica, según el cronograma que se detalla en el '*Anexo 1. Cronograma*'.

La búsqueda bibliográfica fue realizada mediante la unión de los siguientes descriptores: '**physical therapy modalities**', '**physical therapy specialty**', '**physiotherapy**' y '**amyotrophic lateral sclerosis**'. Estas palabras clave fueron unidas mediante los booleanos 'OR' y 'AND', y cada una de ellas relacionadas con 'Title' y 'Abstract'. Además, fueron establecidos dos límites o filtros para la búsqueda de evidencia, los cuales fueron: '*publicación entre los años 2018 y 2023*' y '*todos aquellos artículos que no tratasen de revisiones*' (Ver '*Anexo 2. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica*').

El número total de resultados preliminares obtenidos tras la búsqueda bibliográfica (con la incorporación de los filtros descritos anteriormente) fue de 30. De estos 30 resultados, 1 fue descartado por estar duplicado, así como eliminándose 17 por criterios de inclusión y exclusión, quedando finalmente 12 resultados tras la lectura del título y del abstract. Estos 12 pasaron a ser revisados a texto completo. Finalmente, se descartan 2 y obtenemos un total de 10 artículos (Ver '*Anexo 2. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica*' y '*Anexo 3. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica según PRISMA*').

Por otro lado, se tuvo que acceder mediante la identificación personal de la página de la Universidad Miguel Hernández (UMH) para la búsqueda en 'Scopus', así como también para la lectura del texto completo de un artículo obtenido en 'PEDro'.

Criterios de elegibilidad

Se establecieron como criterios de inclusión y exclusión los expuestos en la '*Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión*'. Consultar también el '*Anexo 2. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica*'.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none">• Artículos publicados durante los años 2018 y 2023.• Artículos publicados en cualquier idioma.• Artículos que obtuviesen un nivel en la escala de valoración de la calidad de PEDro de 4 puntos o más.• Artículos con diferencias significativas y resultados fiables, consistentes y válidos.	<ul style="list-style-type: none">• Cualquier revisión, ya sea sistemática, bibliográfica o protocolo para la realización de estas.• Artículos que hablasen de otras formas de tratamiento dentro de la ELA que no fueran 'ejercicio terapéutico', 'fisioterapia respiratoria', 'robótica' y 'realidad virtual'.• Artículos que hablasen de otra patología que no fuese la ELA.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión. Elaboración propia.

Análisis de la calidad metodológica

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos seleccionados se empleó la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro), la cual presenta 11 ítems de evaluación donde solo los ítems del 2 al 11 se tienen en consideración para la puntuación final. Se considera como excelente una puntuación entre 9 y 10 puntos, buena calidad si se comprende entre 6 y 8, moderada o regular calidad entre 4 y 5, y mala calidad si la puntuación es < 4.

Los resultados de la valoración y análisis de la calidad empleando la escala PEDro se recogen en la 'Tabla 2. Calidad metodológica en los estudios con la escala PEDro', donde encontramos siete estudios con buena calidad y tres con una calidad moderada.

Estudio/Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T
Kalron A et al. 2021	X	X	X	X			X	X		X	X	8
Plowman EK et al. 2019	X	X		X	X		X	X		X	X	8
Zucchi E et al. 2019	X	X		X			X	X		X	X	7
Merico A et al. 2018	X	X		X			X			X	X	6
Ferri A et al. 2019	X	X		X						X	X	5
Braga ACM et al. 2018	X			X						X	X	4
Nakajima T et al. 2021	X	X		X				X		X	X	6
Sancho J et al. 2020	X	X		X				X	X	X	X	7
Portaro S et al. 2019		X		X				X	X			4
Jumphoo T et al. 2021	X	X		X				X	X	X	X	7

1. Especificación de los criterios de elegibilidad; 2. Asignación al azar; 3. Ocultación de la asignación; 4. Similitud pronóstica al inicio; 5. Ocultación de los sujetos; 6. Cegamiento del terapeuta; 7. Cegamiento del evaluador; 8. Seguimiento mayor al 85% de un resultado clave e informe de las estimaciones puntuales; 9. El análisis de resultados incluye un análisis de la "intención de tratar"; 10. Se muestran los resultados de las comparaciones estadísticas entre grupos al menos para una de las medidas; 11. Medidas de variabilidad de al menos un resultado clave; T=Puntuación total; X: Cumple el ítem

Tabla 2. Calidad metodológica en los estudios con la escala PEDro. Elaboración propia.

RESULTADOS

Los estudios incluidos en esta revisión son ensayos clínicos controlados aleatorizados, de los cuales uno es cruzado y multicéntrico, otro es un estudio piloto, otro es prospectivo, y otro, además de ser prospectivo, es también casi aleatorizado y simple ciego. Además, un artículo trata de un informe/reporte de un caso, y otro de un protocolo/modelo de actuación. El margen de muestra de los estudios va desde 10 hasta 65 participantes, habiendo un estudio con 1 participante. Se usan escalas como ALSFRS-R, 2MWT, 6MWT, FSS, MRC, medición de FVC, etc.

Para facilitar la extracción de información, los datos más relevantes de cada artículo han quedado plasmados en tablas-resúmenes. Se ha visto la necesidad de realizar una tabla para los ensayos clínicos (*'Anexo 4. Tabla de resultados'*), y otras dos tablas diferentes para aquellos artículos que no lo son (*'Anexo 5. Tabla-resumen individual 1'* para *Portaro S et al. 2019*, y *'Anexo 6. Tabla-resumen individual 2'* para *Jumphoo T et al. 2021*).



DISCUSIÓN

Ejercicio terapéutico

Por una parte, se pone en evidencia si el tratamiento estándar y de atención habitual puede conseguir los mismos efectos que el ejercicio aeróbico¹⁷. Esto se manifiesta en el estudio de *Ferri A et al. 2019*, donde se observa el mantenimiento de las puntuaciones de ALSFRS-R y ALS-SS en aquellas personas con ELA que estaban siguiendo un entrenamiento aeróbico; por el contrario, las mismas puntuaciones disminuyeron significativamente en aquellos que continuaron con su nivel de atención habitual. *Merico A et al. 2018* apoya esto teniendo en cuenta otros parámetros, observándose mejoras en la potencia y fuerza muscular (MRC), el consumo de oxígeno (medido por VO₂ submax) y la fatiga (FSS), aunque también se expresa una mejora general en la puntuación de la escala FIM en el grupo de atención estándar. Por ello, se sugiere que un protocolo combinado de entrenamiento aeróbico y de resistencia, muy por debajo del esfuerzo máximo, parece tener efectos positivos en términos de energía y fatiga, asociándose además a una mejora en la independencia¹⁸. Estos efectos beneficiosos son respaldados por *Ferri A et al. 2019* en cuanto a la función física (medida por la prueba TUG) y la aptitud aeróbica (medida por el umbral de intercambio de gases (GET)), viéndose efecto, además, no solo en la función motora (como se esperaba), sino también en la función bulbar (no esperada). Asimismo, todo esto es defendido en el estudio de *Braga ACM et al. 2018*, donde además, se afirma que una receta de ejercicio en un programa de rehabilitación para pacientes con ELA es conveniente seguir una evaluación de CPET (prueba de ejercicio cardiopulmonar) con mediciones de capacidad aeróbica y realizarse siempre bajo una supervisión estricta y competente, ya que cuando el ejercicio se prescribe y supervisa adecuadamente puede generar gran impacto en las personas con ELA. Esto se debió a que se mostró un curso significativamente más estable de VO₂ máximo en el grupo que se sometía a ejercicio aeróbico además de a ejercicios de atención estándar, sugiriendo que el ejercicio prescrito y realizado de acuerdo con CPET tiene un impacto en el deterioro funcional¹⁹.

Por otra parte, en el estudio de *Kalron A et al. 2021* se demostró que durante un periodo de 12 semanas, un programa combinado de entrenamiento aeróbico, fuerza y flexibilidad de 24 sesiones obtuvo mejores resultados que un programa exclusivo de flexibilidad de 60 sesiones. Esto se debió a que tanto durante como después de las 12 semanas de tratamiento se observó el mantenimiento de las habilidades en cuanto a las medidas respiratorias (SVC, FVC, PEmax, PImax), 2MWT y ALSFRS-R con el programa de fuerza aeróbica, sin llegar a observarse diferencias significativas en estos parámetros. En cambio, se demostró una disminución significativa en aquellos pacientes que realizaban solamente estiramientos. Por otro lado, la intensidad de las sesiones de ejercicio que se pautan es también importante estudiarla; por ello, en el estudio de *Zucchi E et al. 2019* se demuestra que sesiones a la semana de 2 días con mezcla de ejercicios en régimen habitual puede tener el mismo efecto beneficioso que con un programa en régimen intensivo de 5 días por semana. Por tanto, no se ve necesario realizar entrenamientos intensivos de ejercicio. De igual manera, la realización de 2 sesiones por semana es aplicada también en el programa de entrenamiento que se plantea en *Kalron A et al. 2021*; por lo que ambos están de acuerdo en ello. *Zucchi E et al. 2019* justifica esto tras los buenos resultados obtenidos en las mediciones de los parámetros de ‘función respiratoria’ (mediciones en serie del FVC y con ALSFRS-R), ‘calidad de vida’ (ALSAQ-40 y Cuestionario de McGill) y ‘otros síntomas de la enfermedad’ (Escala de inventario de Beck (depresión) e Índice de Carga del Cuidador). Además, se observó que la ‘fatiga’ (medida con FSS) aumentó en el grupo intensivo después de los últimos 12 meses de seguimiento. Asimismo, *Kalron A et al. 2021* expone en su estudio que en términos de ‘fatiga’, sesiones de 2 veces por semana de entrenamiento de fuerza

aeróbica obtuvo mejores puntuaciones después de la intervención en comparación con el grupo control de estiramientos.

Fisioterapia respiratoria

Lo que mayor evidencia científica tiene en pacientes con ELA es el EMST y la MI-E. Por un lado, en el estudio de *Sancho J et al. 2020* se demuestra que la adición a largo plazo de oscilaciones al MI-E (técnica no invasiva) con el fin de mejorar el manejo de la secreción respiratoria no reduce el riesgo de que se requieran procedimientos invasivos (por ejemplo, broncoscopia o traqueotomía) para la eliminación de moco tanto en sujetos clínicamente estables con ELA como durante una infección respiratoria aguda que se maneja de manera no invasiva. Además, la adición de oscilaciones al MI-E (MI-E+O) no disminuye el riesgo de infecciones del tracto respiratorio ni produce ningún beneficio en la tasa de deterioro de los parámetros respiratorios funcionales. En adición, no se encontraron diferencias significativas en la mejora de la supervivencia de 1 año entre los grupos de MI-E convencional y MI-E+O. Sin embargo, *Botiková D et al. 2020* afirma que MI-E ayuda a movilizar y liberar secreciones de las vías respiratorias inferiores, facilitando la expectoración, así como preservando la elasticidad de la pared torácica, previniendo atelectasias y restableciendo una dinámica respiratoria adecuada. Por otro lado, *Plowman EK et al. 2019* observa que un programa EMST en el hogar de intensidad leve a moderada, de 8 semanas, fue bien tolerado en personas con ELA temprana y resultó en mejoras significativas en la presión espiratoria máxima y la ingesta oral, así como en el mantenimiento del flujo máximo de la tos y la función de deglución. En cambio, en este estudio tampoco se llegan a obtener los efectos esperados, como en el de *Sancho J et al. 2020*, sin llegar a observarse cambios significativos en ALSFRS-R ni hallazgos para FVC. Dado que la maniobra de la FVC depende tanto de la fuerza y capacidad muscular inspiratoria como de la espiratoria, la intervención actual solo se centró en la generación de fuerza espiratoria y no en la inspiratoria. No obstante, en *Botiková D et al. 2020* se comenta que el EMST puede retrasar el desarrollo de la disnea mejorando la dinámica y el patrón respiratorio, así como favoreciendo la expectoración, pero solo durante las primeras fases de la enfermedad, teniendo que iniciarse lo antes posible y en pacientes sin síntomas significativos de disfunción respiratoria. A pesar de ello, *Botiková D et al. 2020* está de acuerdo con *Plowman EK et al. 2019*, afirmando que el EMST no es capaz de prevenir el deterioro gradual de la función respiratoria en pacientes con ELA, pero teniendo el potencial de retrasar su aparición. Sin embargo, se sugiere realizar más estudios para confirmar la hipótesis con mayor precisión²⁰.

Nuevas tecnologías (robótica y realidad virtual)

En el estudio de *Jumphoo T et al. 2021* se expone el uso de guantes robóticos, donde un sistema de recuperación motora utiliza la detección de ondas cerebrales en tiempo real mientras el usuario tiene la intención de ejecutar el movimiento de forma voluntaria del guante. En una primera fase de la ELA, cuando los pacientes aún pueden generar algunas ondas cerebrales relacionadas con movimientos voluntarios, este sistema permite la viabilidad de la clasificación de las ondas en el área de la corteza motora con redes neuronales artificiales¹⁵. *Díez JA et al. 2018* está de acuerdo con esto, exponiendo que en las primeras fases de la enfermedad, y cuando aún no se ha perdido la funcionalidad de la mano, una estrategia de control de retroalimentación de fuerza continua puede resultar un enfoque interesante para obtener control motor fino y fuerza de agarre. Sin embargo, se afirma que la terapia robótica basada en la Terapia Espejo puede ser también un punto de partida eficaz en etapas

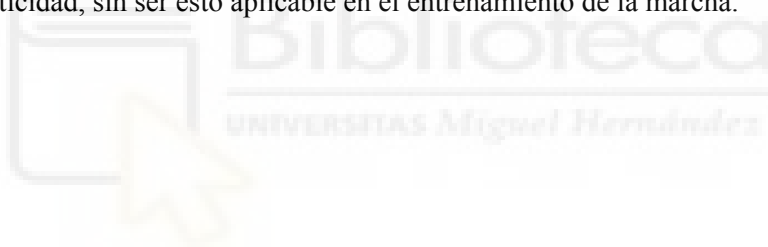
avanzadas de la enfermedad y cuando el paciente no pueda realizar ningún tipo de movimientos en las manos²¹. Sin embargo, *Jumphoo T et al. 2021* no afirma ni menciona nada del uso en etapas más deterioradas. Ahora bien, *Díez JA et al. 2020* defiende lo comentado en el estudio de *Díez JA et al. 2018*, afirmándose que la aplicación del dispositivo en esas fases supone una ventaja en el entrenamiento motor, pudiendo presentar beneficios para aquellos que no son capaces de agarrarse adecuadamente, viéndose no solo como una herramienta para agarrar y manipular objetos, sino como una interfaz confiable para interactuar con el medio ambiente y el resto del sistema neuromuscular humano²². No obstante, se destacan algunas limitaciones, diciéndose en el estudio de *Jumphoo T et al. 2021* que el dispositivo funciona, pero no es adecuado para el uso en la vida real, ya que la instalación del dispositivo lleva tiempo y esto puede incomodar al usuario. Por el contrario, *Díez JA et al. 2020* dice que la incorporación de este dispositivo en la vida diaria podría marcar la diferencia en la recuperación de los pacientes. Sin embargo, este estudio fue realizado en personas sin discapacidad, suponiendo esto una gran limitación.

En términos del estudio del tratamiento cibernético en la marcha, podemos dirigirnos al estudio que realizó *Nakajima T et al. 2021*, donde se pudo ver que el uso del HAL produjo mejoras significativas en la cadencia y resistencia a la marcha, pero sin llegar a observarse un cambio significativo en la velocidad de la marcha (como lo indica 2MWT). En cambio, no se observaron diferencias significativas en los patrones de marcha (en un análisis visual de la marcha) y las AVD (medidas con el Índice de Barthel). En cambio, en el estudio de *Morioka H et al. 2022* se destaca que tras el entrenamiento con HAL, la distancia de la marcha aumentó significativamente en la prueba de 2MWT, así como la cadencia en 10MWT. Sin embargo, la velocidad y longitud del paso no mejoraron significativamente, aunque la tendencia mejoró o se mantuvo en la mayoría de los pacientes. Además, no se mostraron diferencias significativas en las AVD (medidas con FIM), y las puntuaciones de ALSFRS-S y FVC se mantuvieron estables²³. Por añadidura, *Nakajima T et al. 2021* y *Morioka H et al. 2022* se ponen de acuerdo en que HAL no produce deterioro ni fatiga por exceso de trabajo, permitiendo al paciente caminar rápida e intencionalmente en un patrón sin errores sin causar fatiga ni efectos adversos, así como creándose mayor comodidad al caminar.

Portaro S et al. 2019 expone que la mejora motora que se observa en la extremidad superior se debió a la repetitividad, duración y frecuencia de la tarea, que puede haber actuado sobre la plasticidad sináptica, remodelando así las áreas motoras primarias bilaterales. Además, se afirma que los dispositivos robóticos podrían inducir de manera eficiente nuevas conexiones y facilitar la potenciación de fenómenos de plasticidad dentro de áreas cerebrales dañadas²⁴. Por otro lado, *Jumphoo T et al. 2021* afirma esto, diciendo que la fisioterapia con intención motora activa y repetitiva puede estimular la actividad de la corteza primaria. En cambio, *Nakajima T et al. 2021* afirma que en términos de la marcha, puede no tratarse de eso y que un mero ejercicio de marcha repetitivo puede no activar este centro cerebral. Por el contrario, *Morioka H et al. 2022* declara que el entrenamiento repetitivo con el dispositivo cibernético puede facilitar la neuroplasticidad asociada con el aprendizaje motor integral en pacientes con ELA, confesando estar estrechamente relacionado con las señales sensoriales enviadas a través del tálamo a las redes frontoparietales que involucran la corteza primaria²⁵. *Sankai Y et al. 2014* apoya esto, afirmando poder activar la neuroplasticidad a través de movimientos repetitivos y precisos²⁶. No obstante, aquellos que apoyaban esto (*Portaro S et al. 2019*, *Jumphoo T et al. 2021* y *Morioka H et al. 2022*) sugerían en un futuro llevar a cabo un estudio a largo plazo en un mayor número de pacientes con ELA para confirmar lo propuesto. Además, *Nakajima T et al. 2021* reconoce en su estudio ver necesario examinar y estudiar mejor la neuroplasticidad en cuanto al tratamiento cibernético.

CONCLUSIONES

1. El ejercicio terapéutico ha demostrado buenos resultados en el tratamiento de la ELA, especialmente el entrenamiento aeróbico. En cambio, la fisioterapia respiratoria no llega a conseguir todas las mejoras esperadas. Sin embargo, el empleo de la robótica puede ser un campo de rehabilitación muy interesante y efectivo.
2. Un protocolo de entrenamiento de resistencia, siguiendo una evaluación de CPET y bajo supervisión, tiene efectos positivos en los pacientes con ELA. Además, mayor intensidad de sesiones de ejercicio no implica mejores resultados, recomendándose solamente 2 sesiones por semana.
3. La MI-E puede tener un papel de retardo en la aparición de disfunción respiratoria en pacientes con ELA, sin llegar a obtenerse beneficios con el MI-E+O en la tasa de deterioro de los parámetros respiratorios funcionales. Aún así, el EMST parece ser un método seguro, con un impacto positivo en la calidad de vida, si se realiza durante las primeras fases de la enfermedad y cuando no se presente gran afectación respiratoria.
4. La robótica, junto con la fisioterapia, es más efectiva que la fisioterapia convencional por sí sola, siendo útil para mejorar la función motora sólo cuando la degeneración no es muy extensa. De hecho, la repetitividad de la tarea con los dispositivos robóticos puede producir grandes cambios en la neuroplasticidad, sin ser esto aplicable en el entrenamiento de la marcha.

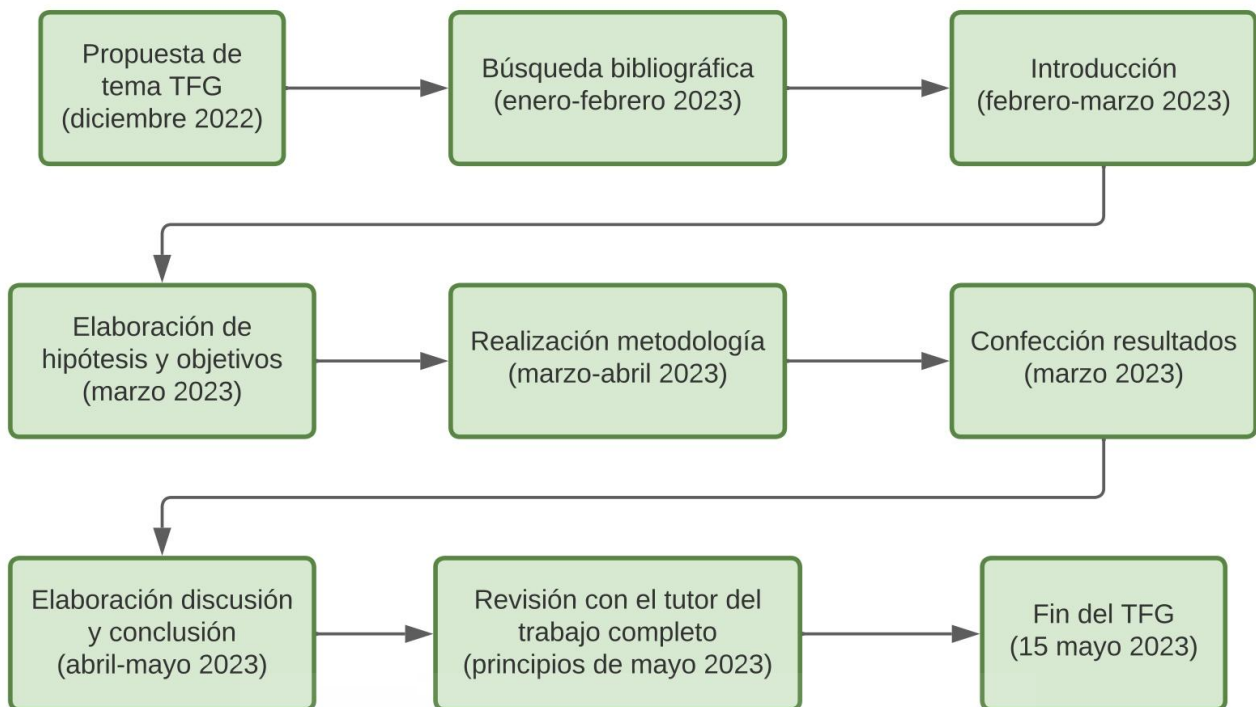


BIBLIOGRAFÍA

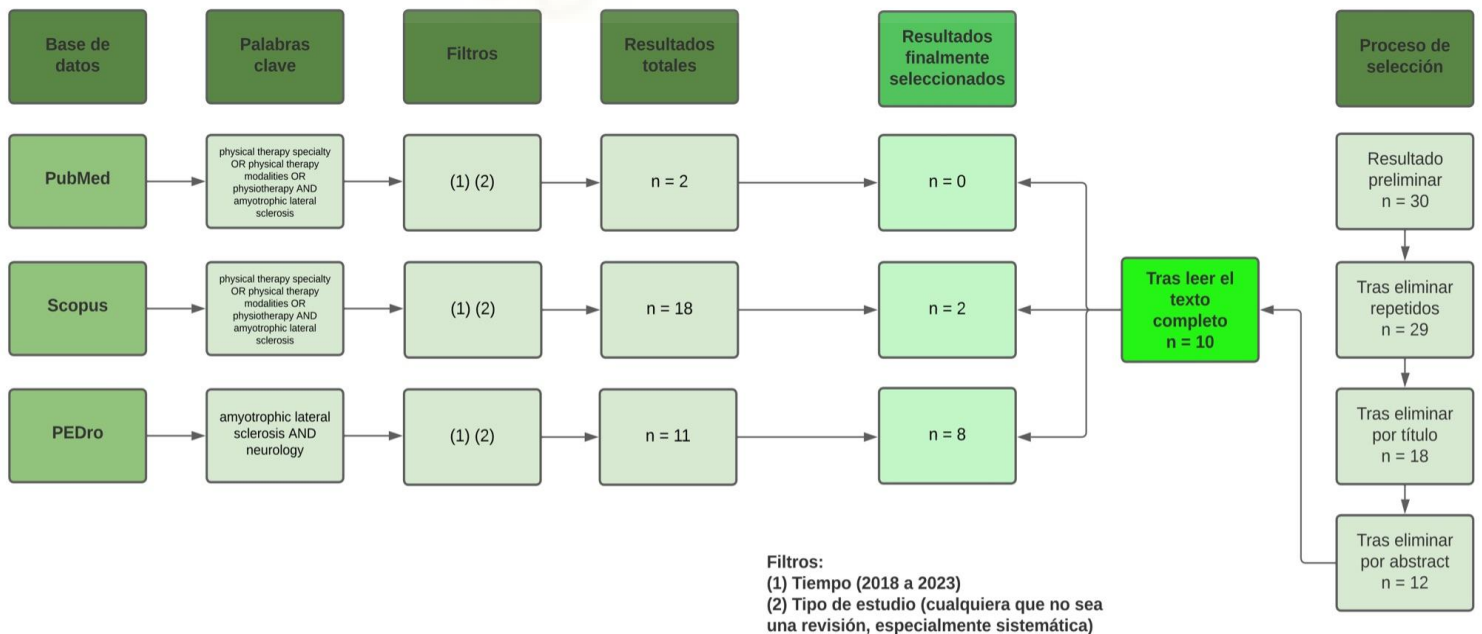
1. Grad LI, Rouleau GA, Ravits J, Cashman NR. Clinical spectrum of amyotrophic lateral sclerosis (ALS). *Cold Spring Harb Perspect Medicine* 2017;7(8).
2. Kalron A, Mahameed I, Weiss I, Rosengarten D, Balmor GR, Heching M, et al. Effects of a 12-week combined aerobic and strength training program in ambulatory patients with amyotrophic lateral sclerosis: a randomized controlled trial. *Journal of Neurology* 2021;268(5):1857-1866.
3. Ramos C. Prise en charge en kinésithérapie des patients atteints de sclérose latérale amyotrophique. *Pratique neurologique-FMC* 2019;10(3):171-177.
4. Zucchi E, Vinceti M, Malagoli C, Fini N, Gessani A, Fasano A, et al. High-frequency motor rehabilitation in amyotrophic lateral sclerosis: a randomized clinical trial. *Annals of Clinical and Translational Neurology* 2019;6(5):893-901.
5. Plowman EK, Tabor-Gray L, Rosado KM, Vasilopoulos T, Robison R, Chapin JL, et al. Impact of expiratory strength training in amyotrophic lateral sclerosis: Results of a randomized, sham-controlled trial. *Muscle Nerve* 2019;59:40-46.
6. Winck JC, Gonçalves MR, Lourenco C, Viana P, Almeida J, Bach JR. Effects of mechanical insufflation-exsufflation on respiratory parameters for patients with chronic airway secretion encumbrance. *Chest* 2004;126:774-780.
7. Sancho J, Burés E, Ferrer S, Bondía E, Servera E. Usefulness of oscillations added to mechanical in-exsufflation in amyotrophic lateral sclerosis. *Respiratory Care* 2020;65(5):596-602.
8. Homnick DN. Mechanical insufflation-exsufflation for airway mucus clearance. *Respiratory Care* 2007;52(10):1296-1305;discussion 1306-1307.
9. Panitch HB. Respiratory implications of pediatric neuromuscular disease. *Respiratory Care* 2017;62(6):826-848.
10. Anderson JL, Hasney KM, Beaumont NE. Systematic review of techniques to enhance peak cough flow and maintain vital capacity in neuromuscular disease: the case for mechanical insufflation-exsufflation. *Physical Therapy Reviews* 2005;10(1):25-33.
11. Fauroux B, Guillemot N, Aubertin G, Nathan N, Labit A, Clement A, et al. Physiologic benefits of mechanical insufflation-exsufflation in children with neuromuscular diseases. *Chest* 2008;133(1):161-168.
12. Morrow B, Zampoli M, Van Aswegen H, Argent A. Mechanical insufflation-exsufflation for people with neuromuscular disorders. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013;12.
13. Toussaint M, Chatwin M, Gonzalez J, Berlowitz DJ, the ENMC Respiratory Therapy Consortium. Airway clearance techniques in neuromuscular disorders. *Neuromuscular Disorders* 2018;28(3):289-298.
14. Laciuga H, Rosenbek JC, Davenport PW, Sapienza CM. Functional outcomes associated with expiratory muscle strength training: narrative review. *JRRD* 2014;51(4):535-546.
15. Jumphoo T, Uthansakul M, Duangmanee P, Khan N, Uthansakul P. Soft robotic glove controlling using brainwave detection for continuous rehabilitation at home. *Computers, Materials & Continua* 2021;66(1):961-976.
16. Nakajima T, Sankai Y, Takata S, Kobayashi Y, Ando Y, Nakagawa M, et al. Cybernic treatment with wearable cyborg Hybrid Assistive Limb (HAL) improves ambulatory function in patients with slowly progressive rare neuromuscular diseases: a multicentre, randomised, controlled crossover trial for efficacy and safety (NCY-3001). *Orphanet J Rare Dis* 2021;16(304).
17. Ferri A, Lanfranconi F, Corna G, Bonazzi R, Marchese S, Magnoni A, et al. Tailored exercise training counteracts muscle disuse and attenuates reductions in physical function in individuals with amyotrophic lateral sclerosis. *Front Physiol* 2019;10:1537.

18. Merico A, Cavinato M, Gregorio C, Lacatena A, Gioia E, Piccione F, et al. Effects of combined endurance and resistance training in amyotrophic lateral sclerosis: a pilot, randomized, controlled study. *Eur J Transl Myol* 2018;28(1):7278.
19. Braga ACM, Pinto A, Pinto S, De Carvalho M. The role of moderate aerobic exercise as determined by cardiopulmonary exercise testing in ALS. *Neurology Research International* 2018;10.
20. Botiková D, Vlčková E, Vohánka S. Respiratory rehabilitation in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie* 2020;83(5):491-498.
21. Díez JA, Blanco A, Catalán JM, Badesa FJ, Lledó LD, García-Aracil N. Hand exoskeleton for rehabilitation therapies with integrated optical force sensor. *Advances in Mechanical Engineering* 2018;10(2):1-11.
22. Díez JA, Santamaría V, Khan MI, Catalán JM, García-Aracil N, Agrawal SK. Exploring new potential applications for hand exoskeletons: power grip to assist human standing. *Sensors* 2020;21(1):30.
23. Morioka H, Murata K, Sugisawa T, Shibukawa M, Ebina J, Sawada M, et al. Effects of long-term hybrid assistive limb use on gait in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Internal Medicine* 2022;61(10):1479-1484.
24. Portaro S, Cimino V, Accorinti M, Pidalà A, Naro A, Calabrò RS. A promising tool for flail arm in amyotrophic lateral sclerosis rehabilitation: a case report. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2019;55(4):515-518.
25. Morioka H, Hirayama T, Sugisawa T, Murata K, Shibukawa M, Ebina J, et al. Robot-assisted training using hybrid assistive limb ameliorates gait ability in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Clinical Neuroscience* 2022;99:158-163.
26. Sankai Y, Hasegawa Y, Suzuki K. *Cybernetics: fusion of human, machine and information systems.* Springer 2014:3-18.

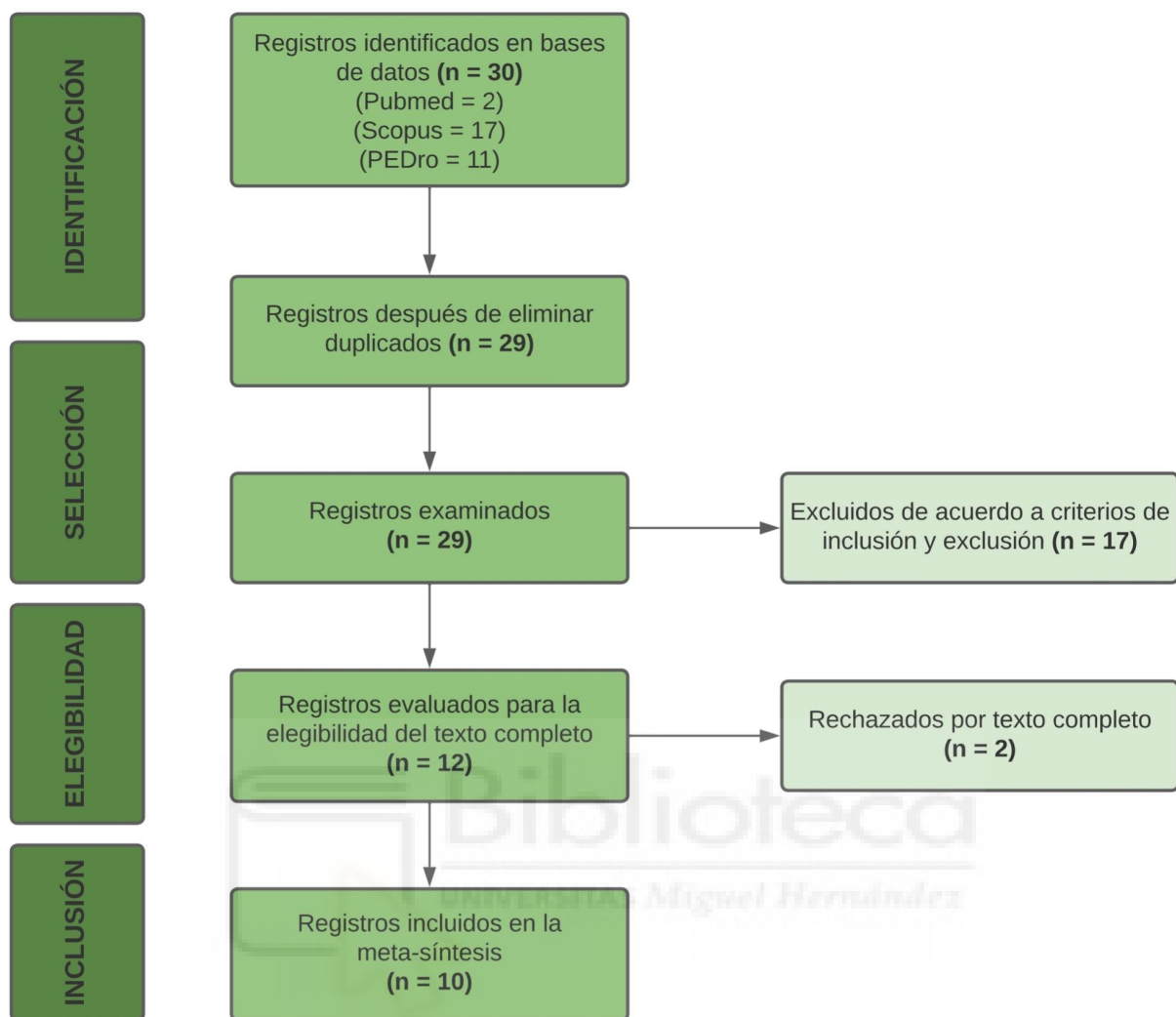
ANEXOS



ANEXO 1. Cronograma. Elaboración propia.



ANEXO 2. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica. Elaboración propia.



ANEXO 3. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica según PRISMA. Elaboración propia.

Autor y año	Tipo de estudio	Tamaño muestral		Tipo de intervención		Herramientas de medición	Intervención				Resultados
		GI	GC	GI	GC	Escalas u otros	Tiempo (min)	Sesiones semanales	Sesiones totales	Periodo intervención (semanas)	Conclusiones obtenidas
Kalron A et al. 2021	Ensayo clínico controlado aleatorizado	14	14	Trabajo aeróbico y fuerza	Estiramientos	Escala de Clasificación Funcional revisada de la ELA (ALSFRS-R) Espirómetro por ordenador (ZAN 100 nSpire Health, Colorado, EE. UU.) Medidor de presión respiratoria (MicroRPM, Micro Direct, Inc. Maine, EE. UU.) Prueba de 2 minutos marcha (2MWT) Prueba de 5 repeticiones de sentarse a pie (5STS) Escala de gravedad de la fatiga (FSS) Formulario corto de la Encuesta de salud (SF-36)	50-60	2	24	12	Un programa combinado de entrenamiento aeróbico y de fuerza de 12 semanas es muy superior a la flexibilidad sola para mejorar la función respiratoria, la movilidad y el bienestar en pacientes ambulatorios con ELA.
Plowman EK et al. 2019	Ensayo clínico controlado aleatorizado	24	24	EMST con carga	EMST sin carga	Manómetro digital de mano MP01 Estudio videofluoroscópico de la deglución (VFSS) Grado de imagen dinámica de toxicidad de la deglución (DIGEST) Escala de Penetración-Aspiración (PAS) Escala de Ingesta Oral Funcional (FOIS) Herramienta de Evaluación	20	5	40	8	Un programa de entrenamiento de fuerza muscular espiratoria en el hogar de 8 semanas de intensidad leve a moderada fue bien tolerado en personas con ELA temprana y dio como resultado mejoras significativas en la presión espiratoria máxima y la ingesta oral, así como en el

						de la Alimentación-10 (EAT-10) Espirometría voluntaria a los tos Capacidad vital forzada → Espirómetro de mano Escala de Clasificación Funcional revisada de la ELA (ALSFRS-R34)					mantenimiento del flujo máximo de tos y la función de deglución. Aún así, se justifican más estudios para validar estos hallazgos e investigar el impacto a largo plazo de este programa en la progresión de la enfermedad de ELA.
Zucchi E et al. 2019	Ensayo clínico controlado aleatorizado	32	33	Régimen de ejercicio intensivo (IER)	Régimen de ejercicio habitual (UER)	Medición de la Velocidad de Contracción Muscular (MCV) Medical Research Council (MRC) Goniometría activa y pasiva Hipertonía → Escala de Ashworth Prueba de marcha de 6 minutos (6MWT) Escala de Clasificación Funcional revisada de la ELA (ALSFRS-R) Capacidad vital forzada (FVC) Calidad de vida → ALSAQ-40 y McGill Depresión → Escala de inventario de Beck Índice de Carga del Cuidador Escala de gravedad de la fatiga (FSS)	45	5 (IER) 2 (UER)	50 (IER) 20 (UER)	10	El estudio mostró que las sesiones en régimen de ejercicio habitual (UER) pueden tener el mismo efecto beneficioso en el paciente que un programa de ejercicio físico de alta frecuencia (IER), pero se justifican más estudios para superar las limitaciones que presenta este ensayo clínico.

Merico A et al. 2018	Ensayo clínico piloto, controlado y aleatorizado	26	20	Programa de ejercicio específico (ALS-EP)	Tratamiento de rehabilitación neuromotora estándar (ALS-SNR)	<p>Escala de Clasificación Funcional revisada de la ELA (ALSFRS-R)</p> <p>Medida de Independencia Funcional (FIM)</p> <p>Prueba de marcha de 6 minutos (6MWT)</p> <p>Fuerza muscular → Escala Medical Research Council (MRC) y dinamómetro</p> <p>VO₂submax → Ergómetro Fitmate</p> <p>Escala de gravedad de la fatiga (FSS)</p> <p>Prueba de creatina quinasa (CK)</p>	60	7	35	5	<p>Se encontraron algunos efectos positivos de la actividad física en pacientes con ELA. Entre ellos, se observó una mejora global de la independencia funcional en todos los pacientes, independientemente del tipo de tratamiento realizado. Además, en el grupo ALS-EP se observaron específicamente mejoras en la potencia muscular, el consumo de oxígeno y la fatiga.</p> <p>En conclusión, el ejercicio de intensidad moderada es beneficioso en la ELA, ayudando a evitar el desacondicionamiento y la atrofia muscular resultantes de la inactividad progresiva.</p>
Ferri A et al. 2019	Ensayo clínico controlado aleatorizado	8	8	Entrenamiento (TRAIN)	Atención habitual (UC)	<p>Prueba de ejercicio cardiopulmonar (CPET) en un cicloergómetro</p> <p>Timed Up and Go Test (TUG)</p> <p>Prueba de 6 minutos marcha (6MWT)</p> <p>Prueba máxima de diez repeticiones (10RM)</p> <p>Escala de Clasificación Funcional revisada de la ELA (ALSFRS-R) y su escala complementaria</p>	60	3	36	12	<p>A pesar del pequeño número de pacientes, este estudio respalda la idea de que el ejercicio de intensidad moderada personalizado no es perjudicial para los pacientes con ELA y puede contrarrestar el desuso muscular. La idea de no hacer ejercicio como una recomendación segura para las personas</p>

						(ALS-SS) Cuestionario de calidad de vida de McGill Masa libre de grasa corporal (FFM)					con ELA debe reconsiderarse a la luz de estos y otros resultados de los autores. Además, los resultados indican que el entrenamiento con ejercicios de intensidad moderada supervisado por fisiólogos del ejercicio representa una oportunidad real para mantener la función física y la calidad de vida en las personas con ELA, y debe introducirse en el tratamiento y la atención habituales de esta enfermedad.
Braga ACM et al. 2018	Ensayo clínico controlado, prospectivo, casi aleatorizado y simple ciego	24	24	Ejercicios de atención estándar + Protocolo de ejercicio aeróbico (G1)	Solo ejercicios de atención estándar (G2)	Escala de Clasificación Funcional revisada de la ELA (ALSFRS-R) Oximetría de pulso nocturno (NPO) Capacidad vital forzada (FVC) Pruebas de ejercicio cardiopulmonar (CPET) → Ergoespirómetro	9 (G1) 7 (G2)	216 (G1) 168 (G2)	24		Una prescripción de ejercicio en un programa de rehabilitación para pacientes con ELA debe seguir una evaluación mediante pruebas de esfuerzo cardiopulmonar (CPET), con mediciones de la capacidad aeróbica, y realizarse bajo una supervisión estricta y competente. Además, este protocolo de ejercicio puede ser seguro y beneficioso, debiendo considerarse en el enfoque multidisciplinario de los pacientes con ELA.

Nakajima T et al. 2021	Ensayo clínico cruzado, controlado, aleatorizado y multicéntrico	13	11	1ª fase → Tto.1: tto. de control convencional (programa de caminata con polipasto) 2ª fase → Tto.2: tto. cibernético (programa de caminata con polipasto + HAL-HN01)	1ª fase → Tto.2 2ª fase → Tto.1	Prueba de 2 minutos marcha (2MWT) Prueba de marcha de 10 metros (10MWT) Escala de Likert Pruebas musculares manuales (MMT) AVD → Índice de Barthel	40	4	104	13 (1ª fase) 1 a 3 (descanso) 13 (2ª fase)	El tratamiento cibernético con cyborg portátil Hybrid Assistive Limb (HAL) ha demostrado ser más eficaz que el método convencional en pacientes con enfermedades neuromusculares incurables. Nuestros hallazgos sientan un precedente para reemplazar la terapia de ejercicios de caminar existente usando un polipasto o una cinta rodante sola con un tratamiento cibernético usando HAL.
Sancho J et al. 2020	Ensayo clínico controlado, prospectivo y aleatorizado	29	27	MI-E convencional	MI-E con oscilaciones (MI-E+O)	Escala de Clasificación Funcional revisada de la ELA (ALSFRS-R) Disfunción bulbar → Escala de Norris Espirometría Medición de la P _{Imax} y P _E max	Duración de 6-8 ciclos respiratorios	Paciente estable: 2 sesiones de 6-8 ciclos/día Paciente en riesgo: 2 sesiones de 6-8 ciclos respiratorios, cada 8h/día	168	12	La adición de oscilaciones a la terapia MI-E (MI-E+O) en sujetos con ELA no redujo la necesidad de procedimientos invasivos para eliminar las secreciones respiratorias, ni redujo el riesgo de infecciones respiratorias agudas. Además, MI-E+O no modificó ni la tasa de deterioro de los parámetros respiratorios ni la supervivencia a 1 año.

ANEXO 4. Tabla de resultados. Elaboración propia.

Otros artículos de la búsqueda bibliográfica que no son ensayos clínicos y se considera realizar la tabla de resultados de forma individual

Autor y año	Tipo de estudio	Tamaño muestral	Herramientas de medición (escalas u otros)
Portaro S et al. 2019	Informe/reporte de un caso	1	Escala Medical Research Council (MRC) Escala DASH (escala de función del miembro superior)

	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Tipo de intervención	Fisioterapia convencional ambulatoria	Terapia física convencional + Entrenamiento de rehabilitación robótica específico orientado a tareas, con Armeo Power (AP)
Tiempo (min)	50	30 → Terapia física convencional 60 → Entrenamiento con AP Total: 90 min
Sesiones semanales	3	5
Sesiones totales	36	40
Periodo intervención (semanas)	12	8

Resultados (conclusiones obtenidas)	La fisioterapia convencional más la robótica podría considerarse una herramienta prometedora para mejorar la función de las extremidades superiores en pacientes afectados por ELA. Aunque se necesitan más estudios que involucren a una cohorte más grande de este tipo de pacientes y un seguimiento a largo plazo, con el fin de evaluar la eficacia de la robótica en la prolongación de la independencia del paciente en la vida diaria activa.
--	---

ANEXO 5. Tabla-resumen individual 1: Artículo ‘Portaro S et al. 2019’. Elaboración propia.

Autor y año	Tipo de estudio	Tamaño muestral		Tipo de intervención	
		GI	GC	GI	GC
Jumphoo T et al. 2021	Protocolo/modelo de actuación	5	5	Prueba de control del guante neumático cambiando el valor umbral de la meditación (TVM)	Prueba de control de guantes neumáticos con el valor umbral adecuado de la meditación (TVM)
Intervención					
GI (sujetos 1, 2, 3, 4 y 5)	Nº ensayos/intentos por sujeto	4 pruebas cambiando TVM del valor más bajo al más alto. 5 ensayos/intentos por prueba - Total → 20 ensayos/intentos por sujeto			
	Herramienta/escala de medición	Escala de Likert			
GC (sujetos 6, 7, 8, 9 y 10)	Nº ensayos/intentos por sujeto	Total → 10 ensayos/intentos por sujeto, con límite de tiempo de 10 seg por ensayo.			
Otra herramienta de medición	Electroencefalograma (EEG)				
Resultados (conclusiones obtenidas)	El sistema propuesto aumenta la eficiencia del sistema de control de dispositivos tradicionales y tiende a proporcionar una mejor rehabilitación que la fisioterapia tradicional por sí sola.				

ANEXO 5. Tabla-resumen individual 2: Artículo 'Jumphoo T et al. 2021'. Elaboración propia.