



Apunts Educación Física y Deportes

ISSN: 1577-4015

ISSN: 2014-0983

pubinefc@gencat.cat

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

España

Alves-Rodrigues, Joel; Torres-Pereira, Eveline; Zanúncio-Araujo, Júlia; Júnio-Ramos-Fonseca, Everton; Eliza-Patrocínio-de-Oliveira, Claudia; López-Flores, Marcos; Costa-Moreira, Osvaldo

Efecto del entrenamiento de fuerza funcional en personas con lesión espinal

Apunts Educación Física y Deportes, vol. 38, núm. 144, 2021, -Junio, pp. 10-17

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

España

DOL: [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/2\).144.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/2).144.02)

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551666367004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH  
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



# Efecto del entrenamiento de fuerza funcional en personas con lesión espinal

Joel Alves-Rodrigues<sup>1</sup> , Eveline Torres-Pereira<sup>1</sup> , Júlia Zanúncio-Araújo<sup>1\*</sup> , Everton Júnio-Ramos-Fonseca<sup>1</sup> , Claudia Eliza-Patrocínio-de-Oliveira<sup>1</sup> , Marcos López-Flores<sup>2</sup> y Osvaldo Costa-Moreira<sup>3</sup> .

<sup>1</sup> Departamento de Educación Física, Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, MG (Brasil).

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Isabel I, Burgos (España).

<sup>3</sup> Instituto de Ciencias Biológicas e de la Salud, Universidad Federal de Viçosa, Campus Florestal, Florestal, MG (Brasil).

## Citación

Alves-Rodrigues, J., Torres-Pereira, E., Zanúncio-Araújo, J., Ramos-Fonseca, J., Eliza-Patrocínio-de-Oliveira, C., López-Flores, M. & Costa-Moreira, O. (2021). Effect of Functional Strength Training on People with Spinal Cord Injury. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 144, 10-17. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/2\).144.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/2).144.02)

## Editado por:

© Generalitat de Catalunya  
Departament de la Presidència  
Institut Nacional d'Educació  
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

## \*Correspondencia:

Joel Alves Rodrigues  
[joel.a.rodrigues1@gmail.com](mailto:joel.a.rodrigues1@gmail.com)

## Sección:

Educación Física

## Idioma del original:

Castellano

## Recibido:

1 de julio de 2020

## Aceptado:

6 de noviembre 2020

## Publicado:

1 de abril de 2021

## Portada:

Ascenso de escaladores a  
la cumbre del Mont Blanc.  
Chamonix (Francia)  
©diegoa8024  
stock.adobe.com

## Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar los efectos del entrenamiento funcional en los indicadores de fuerza muscular, capacidad funcional y calidad de vida (CV) de personas con lesión medular espinal (LME). La muestra se compuso de 5 individuos adultos con LME de ambos sexos, que se sometieron a 12 semanas de entrenamiento funcional dos veces a la semana. Antes y después de dicho entrenamiento, se analizaron la potencia anaeróbica (PAN), la agilidad de desplazamiento, la fuerza muscular y la CV a través de las pruebas Wingate, zigzag, dinamómetro de mano, lanzamiento de balón medicinal y del cuestionario WHOQOL-Bref. Los resultados mostraron mejora en la PAN máxima ( $p = .043$ ), la PAN máxima relativa ( $p = .043$ ), la PAN promedio ( $p = .042$ ) y la PAN promedio relativa ( $p = .043$ ) y también en la agilidad máxima ( $p = .043$ ) y la CV general ( $p = .043$ ). Se puede concluir que 12 semanas de entrenamiento funcional fueron suficientes para producir mejoras en la PAN y la agilidad, con efectos directos en la mejora de la capacidad funcional de las personas con LME. Además, el programa de entrenamiento aplicado ayudó a mejorar la CV general.

**Palabras clave:** calidad de vida, ejercicio, médula espinal, rendimiento físico funcional, salud.

## Introducción

La lesión de la médula espinal (LME) es causada principalmente por un traumatismo externo, que tiene el potencial de modificar inesperadamente la vida de la persona lesionada, causando algún deterioro en las actividades motoras, profesionales, recreativas y sociales. Estos daños son factores causales y también el resultado de la reducción de la funcionalidad y la calidad de vida (CV) (Rivers, 2018).

Por otro lado, el ejercicio físico es uno de los principales agentes de rehabilitación y de promoción de cambios en la salud de la población general y también de las personas con LME (Mendoza Laíz et al., 2001). Como factor de rehabilitación y de promoción de la salud, el entrenamiento funcional tiene como objetivo mejorar la funcionalidad e incluye ejercicios basados en el movimiento natural en lugar de centrarse en adaptaciones musculares aisladas (visión tradicional) (Matos et al., 2017). Esta mejora observada en el entrenamiento funcional se debe a que todos los movimientos naturales ocurren en múltiples articulaciones a través de diversos planos de movimiento (Liu et al, 2014).

Los programas de entrenamiento funcional están diseñados para simular tareas o actividades de la vida diaria (AVD) con el fin de lograr que las adaptaciones del entrenamiento sean más eficaces, por ejemplo, que una persona con LME realice las transferencias de la silla de ruedas a otros lugares sin ayuda externa. Este tipo de entrenamiento actúa sobre el sistema neuromuscular para estabilizar el cuerpo a través de acciones musculares dinámicas e isométricas en respuesta a factores estresantes como la gravedad, las fuerzas de reacción al suelo y el impulso. Teniendo en cuenta el principio de la especificidad, un entrenamiento que replica las AVD podría ser más efectivo para mejorar la capacidad funcional (Liu et al., 2014).

Además, la mayor funcionalidad en personas con LME puede asociarse con una mayor PAN, ya que esto conducirá a una agilidad mejorada (Gorgatti y Böhme, 2002), con posibles mejoras en el comportamiento funcional. Según la clasificación internacional de funcionalidad, discapacidad y salud (CIF), la funcionalidad viene determinada por las condiciones y funciones de salud que un individuo puede desempeñar en la participación social y el contexto ambiental en el que vive (Farias y Buchalla, 2005). A su vez, la mayor funcionalidad puede afectar directamente la CV (van Koppenhagen et al., 2014), ya que las dimensiones que constituyen la CV se correlacionan directamente con la funcionalidad.

Así, el entrenamiento funcional se presenta como una alternativa para la promoción de la salud, la capacidad funcional y la CV para las personas con LME. Sin embargo, los estudios con intervenciones con entrenamiento funcional en personas con LME siguen siendo poco frecuentes

y se limitan a trabajos con estudio de rehabilitación y modelos animales (Fouad y Tetzlaff, 2012; Miranda et al., 2012). Además, los estudios que evalúan el efecto del entrenamiento funcional sobre la PAN, la agilidad, la capacidad funcional y la CV en personas con LME podrían ayudar a comprender los posibles efectos de este tipo de entrenamiento en la organización y los procesos de reestructuración de los movimientos corporales implicados en las AVD, así como el posible uso del entrenamiento funcional como estrategia de rehabilitación y promoción de la salud para estas personas.

Por lo tanto, el objetivo del estudio fue analizar los efectos del entrenamiento funcional en los indicadores de fuerza muscular, capacidad funcional y CV de personas con LME.

## Metodología

Todos los procedimientos del estudio se desarrollaron en el Laboratorio de Fuerza del Departamento de Educación Física de la Universidad Federal de Viçosa, Brasil.

La muestra del estudio consistió en cinco personas con un nivel de LME entre T4 y T11 y un tiempo promedio de lesión de 18.6 años, de ambos sexos (Tabla 2). Las cinco personas no tenían limitaciones motoras en sus extremidades superiores para realizar AVD.

Los criterios de exclusión fueron: a) tener problemas musculoesqueléticos o cardiometabólicos que limiten o estén contraindicados para la práctica del ejercicio; b) participar en otros programas regulares de ejercicio; c) y participar menos de un 80 % en las sesiones de entrenamiento. Los criterios de inclusión fueron: padecer LME en nivel torácico; padecer de LME traumática; ser parapléjico; estar clínicamente apto para participar en el estudio, determinado por examen médico; no presentar paraparesia en los miembros superiores; no tener experiencia previa con entrenamiento de fuerza, y no tener deficiencias cognitivas que le impidan la realización de las pruebas.

Todos los pacientes evaluados participaron voluntariamente, firmaron el formulario de consentimiento informado y recibieron información sobre el estudio, según lo determinado en la Resolución 466/2012 del Consejo Nacional de Salud. El estudio fue aprobado por el comité de ética para la investigación con seres humanos de la Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, bajo el número de licencia CAAE 51624715.2.0000.5153.

## Protocolo de entrenamiento

La intervención del presente estudio se realizó de acuerdo con las directrices de prescripción de ejercicio físico para personas con LME (Evans et al., 2015).

**Tabla 1***Periodización de entrenamiento.*

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Repeticiones	8	8	10	10	8	8	10	10	10	12	12	12
PSE	5	7	6	7	6	7	6	7	7	6	7	7

Todos los participantes utilizaron sus propios medios para llegar al sitio de intervención, y todos usaron coche.

Antes de definir la intensidad del entrenamiento físico, todos los participantes se sometieron a evaluación de la agilidad, de la PAN y de la calidad de vida, y se les preguntó sobre la dificultad para realizar AVD. Después de esta evaluación, los participantes experimentaron el protocolo de entrenamiento de fuerza para que los investigadores pudieran adaptar los ejercicios de manera que todos consiguiesen realizar los mismos ejercicios.

Los participantes se sometieron a 12 semanas de entrenamiento funcional, que abarcó las habilidades físicas y motoras: resistencia, fuerza, velocidad, agilidad, equilibrio, flexibilidad y coordinación. Las intervenciones se llevaron a cabo dos veces por semana, con una duración aproximada de 60 minutos, en donde los individuos realizaron 8 ejercicios para los grupos musculares funcionales, con 3 series de 10 a 12 repeticiones por ejercicio.

Cada sesión consistió en 800 m de desplazamiento en silla de ruedas como forma de calentamiento. Posteriormente, los participantes realizaron estiramientos activos en las extremidades superiores y estiramientos pasivos en la región inferior (esta misma rutina se reanudó al final de cada sesión). Después, realizaron 2 ejercicios durante aproximadamente 5 minutos para estabilizar el CORE (unidad integrada que consta de 29 pares de músculos que sostienen el complejo cadera-pélvico-lumbar): soporte de FitBall con las manos y los codos flexionados a 90° cerca del tronco sobre el cual el entrenador ejercía una contrafuerza con el fin de desequilibrar al participante sobre el FitBall, y soporte de la barra con los brazos a 90° del tronco, donde los participantes debían sostener una barra horizontalmente (paralela al suelo) con los brazos flexionados a 90° y dicha barra llevaba un peso en cada extremo. Después del entrenamiento de estabilización, se realizaron aproximadamente 25 minutos de ejercicios de resistencia funcional. Al final de la sesión, los participantes repitieron el desplazamiento de 800 m en silla de ruedas, sumando así un total de 1.600 m en la sesión.

Todo el entrenamiento se llevó a cabo implicando los movimientos necesarios en las AVD, siendo de fácil ejecución y reproducción para los participantes. El entrenamiento también fue pensado para realizar todos los ejercicios en la silla de ruedas.

La planificación de la periodización siguió el siguiente cronograma: dos series de 8 repeticiones en la primera semana, aumentando a dos series de 10 repeticiones en la segunda semana y a tres series de 12 repeticiones en las semanas siguientes, e intervalos de 60 segundos entre series en las primeras dos semanas, disminuyendo a 30 segundos en las semanas siguientes (Tabla 1). Todos los participantes realizaron los mismos ejercicios.

Además, el entrenamiento consistió en cuatro ejercicios diferentes, incluyendo prensa de pecho con bandas elásticas en un respaldo en la espalda de los participantes; la intensidad aumentó según su percepción. Extensión de los codos, con el hombro extendido a 180° y la banda elástica anclada en la silla de ruedas. Abducción horizontal de los hombros con bandas elásticas, y por fin, *curl* de bíceps con mancuernas.

El control de la carga de los participantes se produjo por percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) por medio de la escala OMNI-RES (Robertson et al., 2003), con una intensidad entre 5 y 7. Los participantes se sometieron a un proceso de familiarización para comprender la escala de PSE en el período previo a la intervención.

Aunque algunos estudios demuestran mejores resultados en actividades agudas y/o crónicas de alta intensidad (Frotzler et al., 2008; Harness et al., 2008), la elección de la carga de intensidad baja a moderada se debió al estilo de vida sedentario y la baja experiencia motora de las personas con LME incluidas en el estudio.

Para verificar los efectos de este protocolo de entrenamiento funcional en la fuerza muscular, la capacidad funcional y la CV de las personas con LME, se realizaron pruebas de antropometría, fuerza de prensión manual, lanzamiento de balón medicinal, PAN y agilidad, además de la percepción de CV, antes y después de las 12 semanas de intervención.

## Antropometría

La masa corporal se obtuvo con una báscula digital (Plenna, São Paulo, Brasil), con capacidad de 150 kg y precisión de 100 g. Debido a la limitación de la longitud de la escala, fue necesario medir la masa corporal del investigador, el cual regresó a la escala con el voluntario sostenido en brazos, y se restó la masa corporal del investigador de la masa total para obtener la masa corporal del participante.

## Fuerza muscular

La fuerza de presión manual se utilizó como un indicador de la fuerza dinámica máxima y se evaluó mediante el uso de un dinamómetro de mano hidráulico (Jamar, Bolingbrook, IL, USA). La posición estandarizada propuesta por la Sociedad Estadounidense de Terapeutas Manuales presupone la prueba con el individuo sentado en una silla con respaldo recto y sin apoyabrazos, con el codo flexionado a 90° y el antebrazo en posición neutral. Se tomaron tres medidas a intervalos de un minuto para evitar la fatiga muscular y se asumió el valor más alto obtenido en las evaluaciones como resultado de la prueba.

La potencia muscular de la extremidad superior se evaluó mediante la prueba de lanzamiento del balón medicinal (Gorgatti y Böhme, 2002). Se usó una cinta métrica y un balón medicinal de 2 kg para realizar esta prueba. La cinta métrica se fijó al suelo perpendicular a la silla de ruedas, con el punto de inicio de la cinta métrica ubicado en la proyección del respaldo de la silla en el suelo. El participante estaba sentado en su propia silla con la espalda contra el respaldo y con la ayuda de una cinta para mantenerlo fijado al respaldo de la silla. El balón medicinal se mantuvo cerca del esternón con los codos flexionados. A la señal del evaluador, el participante lanza el balón lo más lejos posible, sin separar su espalda del respaldo de la silla. La distancia de lanzamiento se registró desde la zona cero hasta el punto donde la pelota tocó el suelo por primera vez. Se realizaron dos lanzamientos, registrándose el mejor resultado.

## Potencia anaeróbica (PAN)

La PAN fue evaluada mediante la prueba de Wingate (Franchini, 2002), utilizando un ergómetro manual Excite Top (Technogym, Cesena, Italia). La prueba duró 30 segundos, durante los cuales el participante pedaleó todo lo que pudo contra una resistencia fija de acuerdo con su masa corporal, con el objetivo de generar la mayor potencia posible en este período de tiempo. La potencia generada durante los 30 segundos se denominó potencia anaeróbica promedio (PANPRO) y reflejó la resistencia localizada de las extremidades superiores. La potencia más alta generada, de 3 a 5 segundos, se denominó potencia anaeróbica máxima (PANMA) y proporcionó información sobre la potencia mecánica máxima desarrollada por las extremidades superiores de los participantes. Para minimizar los posibles efectos de la masa corporal en los resultados de la prueba, los valores de PANMA y PANPRO se relativizaron por la masa corporal, y se calcularon la PANMA relativa (PANMR) y la PANPRO relativa (PANPROR). La prueba también proporcionó el índice de fatiga que representaba la disminución del rendimiento del evaluado durante su realización (Franchini, 2002).

## Capacidad funcional

La prueba de agilidad funcional se utilizó como indicador de la capacidad funcional en los participantes del presente estudio. Para evaluar la agilidad de la silla de ruedas, se realizó la prueba zigzag (Texas Fitness Test) adaptada (Gorgatti y Böhme, 2003). El objetivo de la prueba fue el de recorrer la distancia total de un rectángulo de 6 x 9 m, que requiere cambios de dirección, con la mayor velocidad y eficiencia posible. Cada evaluado usó su propia silla de ruedas para desarrollar la prueba, marcada con cinco conos. A la señal del evaluador, el participante desplazaba la silla a lo largo del curso lo más rápido posible. Se hicieron cinco intentos, con cinco minutos de intervalo entre ellos. El primero fue para el reconocimiento de la ruta, realizado a baja velocidad. El segundo fue para el reconocimiento, a alta velocidad. Los siguientes tres se consideraron válidos para la prueba. Se utilizó un cronómetro con una precisión de centésimas de segundo y se registró como resultado final el menor tiempo de los tres intentos.

## Calidad de vida

El instrumento utilizado para medir la CV fue la versión brasileña (Fleck et al., 2000), del cuestionario World Health Organization Quality of Life-Bref (WHOQOL-Bref), con 26 preguntas distribuidas en 6 dimensiones: físico, psicológico, relaciones sociales, medio ambiente, espiritualidad/religión/creencias personales y nivel de independencia. Las dimensiones están representadas por facetas y sus respuestas tipo Likert oscilan en niveles de intensidad (nada-extremadamente), habilidad (nada-completamente), frecuencia (nunca-siempre) y evaluación (muy insatisfecho; muy satisfecho; muy pobre; muy bien). En las respuestas, 1 corresponde a la negatividad y 5 a la positividad y bajos percentiles de evaluación significan bajos niveles de CV.

## Análisis estadístico

Todos los datos se almacenaron y procesaron en el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 23 y Al-Therapy Statistics<sup>BETA</sup>. El análisis descriptivo se realizó utilizando el promedio y la desviación estándar. La normalidad de los datos se determinó realizando la prueba de Shapiro-Wilk. La comparación entre los resultados antes y después del entrenamiento se realizó mediante la prueba no paramétrica de aleatorización de Fisher-Pitman. Medida normalizada del efecto, por la prueba *r* de Pearson, y se clasificó como pequeño (<.30), mediano (.30-.50) y grande (>.50) (Cohen, 1988). Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de significación estadística de  $p < .05$ .



## Resultados

La Tabla 2 muestra el perfil de los participantes en la investigación. La muestra estuvo conformada por participantes con LME crónica, 60 % mujeres y 40 % hombres, y con edades comprendidas entre los 52 y 61 años en el caso de las mujeres y de 24 y 34 años en el de los hombres. Las lesiones de todos los participantes del estudio se encuentran en la región torácica. Las causas son diversas y el tiempo medio de lesión fue de 18,6 años.

La Tabla 3 presenta los resultados con respecto a la evaluación de la fuerza muscular subdividida en PAN; potencia muscular y fuerza de prensión manual, así como la funcionalidad representada por la prueba de agilidad. El

entrenamiento funcional fue capaz de aumentar la PAN. Además, la funcionalidad de los participantes tomaron parte en el entrenamiento funcional fue mayor tras 12 semanas de entrenamiento, lo que se comprueba por la reducción del tiempo en la prueba de agilidad.

La Tabla 4 presenta los resultados de la evaluación de la CV utilizando el cuestionario WHOQOL-Bref. El entrenamiento funcional ayudó a mejorar la CV general de los participantes. Aunque no se observaron diferencias significativas entre las dimensiones, es posible observar que la dimensión física presentó un tamaño del efecto considerado grande y la dimensión de la relación social un tamaño del efecto clasificado como mediano.

**Tabla 2**

*Caracterización de la muestra.*

Individuo	Sexo	Edad (años)	Tiempo de lesión (años)	Causa de la lesión	Nivel de lesión
1	M	34	14	Accidente automovilístico	T5
2	F	61	51	Deslizamiento de tierra	T11
3	M	24	3	Accidente con arma	T9
4	F	52	18	Accidente con arma	T4
5	F	55	7	Accidente de casa	T6

Nota. F: femenino. M: masculino. T: vértebra torácica.

**Tabla 3**

*Comparación de valores.*

	Pre		Post		<i>p</i>	TE
	Promedio	DE	Promedio	DE		
Masa corporal (kg)	56.85	8.11	56.49	8.84	.345	.29
PM (m)	3.29	1.02	3.43	1.03	.345	.29
FPM (kg)	40.90	14.42	43.10	14.99	.144	.46
PANM (watts)	133.40	51.58	147.20	48.64	.043	.64
PANMR (watts/kg)	2.29	0.63	2.56	0.55	.043	.64
PANPRO (watts)	108.80	53.27	122.00	50.23	.042	.64
PANPROR (watts/kg)	1.86	0.72	2.13	0.67	.043	.64
Índice de fatiga (%)	28.80	15.41	30.40	14.99	.786	.08
Agilidad (s)	37.02	8.33	33.54	6.20	.043	.64

Nota. DE: desviación estándar; TE: tamaño del efecto; PM: potencia muscular de la extremidad superior; FPM: fuerza de prensión manual; PANM: potencia anaeróbica máxima; PANMR: potencia anaeróbica máxima relativa; PANPRO: potencia anaeróbica promedio; PANPROR: potencia anaeróbica promedio relativa.

**Tabla 4**

Comparación de los valores de calidad de vida de las personas con lesión de la médula espinal entre el entrenamiento funcional antes y después de las 12 semanas.

	Pre		Post		p	TE
	Promedio	DE	Promedio	DE		
Dimensión física	3.14	0.26	3.43	0.21	.08	.55
Dimensión psicológica	3.54	0.44	3.63	0.37	.416	.25
Dimensión de relación social	3.19	1.42	4.13	0.69	.109	.50
Dimensión ambiental	3.02	0.50	3.21	0.46	.285	.33
Percepción de calidad de vida	3.80	0.44	4.00	0.00	.317	.31
Satisfacción de la salud	4.40	0.54	4.20	0.44	.317	.31
Calidad de vida general	3.22	0.40	3.60	0.17	.043	.64

Nota. DE: desviación estándar; TE: tamaño del efecto.

## Discusión

El objetivo de este estudio era analizar los efectos del entrenamiento funcional en los indicadores de fuerza muscular, capacidad funcional y CV de personas con LME. Los principales resultados obtenidos por la intervención fueron: 1) la mejora de la PANM, PANPRO y PANPROR a la masa corporal en las extremidades superiores de las personas con LME; 2) incrementar la capacidad funcional; 3) mejorar la CV general principalmente al mejorar las dimensiones físicas.

El entrenamiento funcional fue efectivo para aumentar la PANM, la PANPRO, la PANMR y la PANPROR de las extremidades superiores de las personas con LME. Pocos estudios de intervención han evaluado los efectos del ejercicio sobre la PAN en personas con LME. En el estudio de Jacobs (2009), al comparar dos grupos de personas con paraplejía, uno realizando entrenamiento en cicloergómetro manual y otro entrenamiento de fuerza, ambos durante 12 semanas, se obtuvo una mejora en la PAN de los miembros superiores en los dos grupos ejercitados.

En un estudio de Nash et al. (2007), en personas con LME a nivel torácico, que se sometieron a un entrenamiento de fuerza de circuito durante 16 semanas, se observó un aumento en la fuerza muscular y la PAN que conllevó una reducción del dolor e incremento de la funcionalidad de los hombros.

Los datos de este estudio coinciden con los resultados de los estudios presentados, sugiriendo que el entrenamiento de fuerza puede afectar la calidad muscular y conducir a una mayor función física como resultado del aumento de la PAN.

La reducción en la PAN puede estar relacionada con la degeneración de las fibras musculares tipo II y con pérdida de unidades motoras fásicas (Kern et al., 2008). Esta

reducción en la masa muscular en personas con LME puede inducir una reducción en la funcionalidad del individuo (Sezer, 2015). Sin embargo, el entrenamiento funcional parece ser capaz de promover adaptaciones neuromusculares anaeróbicas que inducen a una mejora en la PAN. Por lo tanto, pasa a ser una estrategia a tener en cuenta para revertir las pérdidas de PAN y, posiblemente, mejorar la capacidad funcional del individuo con LME.

El entrenamiento funcional fue capaz de mejorar la agilidad de las personas que participaron en la intervención, según lo medido por la prueba adaptada de agilidad en silla de ruedas en zigzag. De manera similar, el estudio de Ozmen et al. (2014), demostró que un programa de entrenamiento de fuerza explosiva de 6 semanas con 50% de 1RM fue efectivo para mejorar la velocidad y la agilidad en jugadores de baloncesto en silla de ruedas cuando se añade a la rutina del entrenamiento. En la literatura, este parece ser el único trabajo con intervención de entrenamiento funcional que evaluó la agilidad de las personas con LME. Hay medidas de agilidad en jugadores de baloncesto en silla de ruedas (Fréz et al., 2015) y balonmano en silla de ruedas (Silveira et al., 2012), pero sin intervención, lo que dificulta la comparación de los resultados aquí encontrados.

La mejora de la agilidad se asocia con la mejora de la PAN (Ozmen et al., 2014). La agilidad, definida como la capacidad de realizar cambios rápidos de dirección, es una variable importante para la funcionalidad de la persona con LME. Cuanto mayor sea la agilidad, mejor puede moverse la persona de forma libre y segura en la silla de ruedas. Por otro lado, la agilidad reducida provoca restricciones en la movilidad física que harán imposible que la persona con LME se mueva con autonomía y libertad (Fechio et al., 2009).

Otra posible explicación para la mejora de la agilidad podría asociarse con la validez ecológica de este estudio, pues, además de todas las evaluaciones que tienen lugar en las propias sillas de ruedas de los participantes, el entrenamiento funcional también estimuló el uso de movimientos que simulaban AVD. Una vez más, el entrenamiento funcional ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la agilidad, reforzando su importancia como un posible componente en el proceso de rehabilitación y promoción de la salud de las personas con LME.

El entrenamiento funcional puede haber sido el punto de partida de la mejora en la CV general de las personas con LME que participaron en este estudio, y puede estar relacionada con la dimensión física y la dimensión de relación social. En la dimensión física, aunque no se observó una diferencia significativa ( $p = .08$ ), sí que se obtuvo un gran tamaño del efecto ( $TE = 0.55$ ), lo que sugiere un efecto de la intervención en esta dimensión, así como también en los resultados observados en PAN y agilidad. Del mismo modo, en la dimensión de la relación social, no se observó diferencia significativa entre los momentos de evaluación ( $p = .109$ ), sin embargo, se advirtió un tamaño del efecto mediano ( $TE = 0.5$ ), resultado que puede explicarse por los beneficios del ejercicio regular sobre síntomas como depresión y ansiedad, así como distracción, autoeficacia e interacción social (Peluso y Andrade, 2005).

Hicks et al., (2003) encontraron una correlación positiva entre la fuerza muscular, la PAN, la agilidad y la CV en un estudio que examinó el efecto de 9 meses de entrenamiento de fuerza dos veces por semana, con una duración media de 90 a 120 minutos, a una intensidad del 70 % al 80 % de 1RM, sobre fuerza muscular, índices de bienestar psicológico y CV en personas con LME. Los resultados mostraron una mayor fuerza muscular y mejores índices psicológicos, con niveles reducidos de estrés y síntomas depresivos, una mayor satisfacción con su funcionamiento físico, menos dolor y un autoconcepto mejorado. Por lo tanto, las autorías indicaron que las personas con LME pueden mejorar significativamente su sensación de bienestar al participar en un programa de ejercicio estructurado y que el ejercicio puede usarse como una modalidad terapéutica para mejorar la aptitud física y el bienestar físico y mental.

En la misma línea, Mulroy et al., (2011) evaluaron el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza de 12 semanas, 3 veces a la semana, con un promedio de 11 repeticiones usando ejercicios de baja intensidad, utilizando el propio cuerpo, en la relación del dolor y el movimiento del hombro en individuos con LME. Los resultados mostraron una reducción de dos tercios en los niveles de dolor basal en el hombro, y esta reducción en el dolor permitió a las personas realizar con éxito sus actividades sociales y

AVD, con la consiguiente mejora en la CV y las funciones físicas y sociales.

Por lo tanto, el entrenamiento funcional parece ser una modalidad terapéutica capaz de aumentar la funcionalidad al incrementar la fuerza, la PAN y también reducir el daño psicológico y físico, así como mejorar la vida social, con reflejos en la mejora de la CV de personas con LME (Val-Serrano y García-Gómez, 2020). En este sentido, se recomienda a los profesionales involucrados en la prescripción de ejercicio para las personas con LME que consideren la prescripción del entrenamiento funcional, cuando el objetivo del programa de ejercicio sea el de aumentar la fuerza, la capacidad funcional y la CV. Finalmente, el entrenamiento funcional que utiliza este trabajo es una estrategia que puede aplicarse con poca complejidad ya que todos los ejercicios realizados se reproducen fácilmente, sin la necesidad de materiales especializados, lo que también demuestra su utilidad práctica en la prescripción de ejercicios para personas con LME.

A pesar de los resultados positivos encontrados en el presente estudio, fueron observadas algunas limitaciones (o especificidades) que deben considerarse al analizar los resultados. El tamaño de la muestra fue reducido, lo que no permite generalizar los resultados para individuos con diferentes niveles y grados de afectación por la LME. Sin embargo, la investigación buscó una validez ecológica, objetivando no cambiar la realidad regional y social de los participantes, e insertar actividades que fuesen compatibles con sus rutinas de vida. También deben considerarse las limitaciones que conllevan la falta de un grupo de control y la falta de control del nivel de actividad física de los participantes. Sin embargo, todos informaron inicialmente en una entrevista que no practicaban ejercicios físicos regulares.

## Conclusiones

En base a los resultados de este estudio, fue posible concluir que 12 semanas de entrenamiento funcional fueron suficientes para producir mejoras en la PAN y la agilidad, con los consiguientes efectos directos sobre la mejora de la capacidad funcional de cinco personas con LME traumática, entre T4 y T11, de ambos sexos, sin paraparesia u otras limitaciones motoras en sus extremidades superiores. Además, el programa de entrenamiento aplicado colaboró a promover mejoras en la CV general, así como a mejorar las dimensiones físicas y las relaciones sociales de las personas participantes. Los resultados encontrados respaldan el uso del entrenamiento funcional como una estrategia a tener en cuenta al aumentar la capacidad funcional y la CV de las personas con LME que presenten condiciones motoras y de salud similares a la muestra estudiada en este trabajo.



## Referencias

- Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. In *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (Hillsdale). <https://doi.org/10.1016/C2013-0-10517-X>
- Evans, N., Wingo, B., Sasso, E., Hicks, A., Gorgey, A. S., & Harness, E. (2015). Exercise Recommendations and Considerations for Persons With Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(9), 1749–1750. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.02.005>
- Farias, N., & Buchalla, C. M. (2005). A classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde da organização mundial da saúde: conceitos, usos e perspectivas. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 8(2), 187–193. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2005000200011>
- Fechio, M. B., Pacheco, K. M. D. B., Kaihami, H. N., & Alves, V. L. R. (2009). The repercussions of a spinal cord injury over the individual's identity. *Acta Fisiátrica*, 16(1), 38–42. <https://doi.org/10.5935/0104-7795.20090005>
- Fleck, M. P., Louzada, S., Xavier, M., Chachamovich, E., Vieira, G., Santos, L., & Pinzon, V. (2000). Aplicação da versão em português do instrumento abreviado de avaliação da qualidade de vida "WHOQOL-bref." *Revista de Saúde Pública*, 34(2), 178–183. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102000000200012>
- Fouad, K., & Tetzlaff, W. (2012). Rehabilitative training and plasticity following spinal cord injury. *Experimental Neurology*, 235(1), 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2011.02.009>
- Franchini, E. (2002). Teste anaeróbico de wingate: conceitos e aplicação. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 1(1), 11–27. Retrieved from <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/1365>
- Fréz, A. R., Souza, A. T. de, & Quartiero, C. R. B. (2015). Functional performance of wheelchair basketball players with spinal cord injury. *Acta Fisiátrica*, 22(3), 2013–2016. <https://doi.org/10.5935/0104-7795.20150027>
- Frotzler, A., Coupaud, S., Perret, C., Kakebeeke, T. H., Hunt, K. J., Donaldson, N. de N., & Eser, P. (2008). High-volume FES-cycling partially reverses bone loss in people with chronic spinal cord injury. *Bone*, 43(1), 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2008.03.004>
- Gorgatti, M. G., & Böhme, M. T. S. (2002). Potência de membros superiores e agilidade em jogadores de basquetebol em cadeira de rodas. *Revista Da Sobama*, 7(1), 9–14. Retrieved from <https://bdpi.usp.br/item/001300883>
- Gorgatti, M. G., & Böhme, M. T. S. (2003). Scientific authenticity of an agility test for wheelchair subjects. *Revista Paulista de Educação Física*, 17(1), 41. <https://doi.org/10.11606/issn.2594-5904.rpef.2003.138842>
- Harness, E. T., Yozbatiran, N., & Cramer, S. C. (2008). Effects of intense exercise in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*, 46(11), 733–737. <https://doi.org/10.1038/sc.2008.56>
- Hicks, A. L., Martin, K. A., Ditor, D. S., Latimer, A. E., Craven, C., Bugaresti, J., & McCartney, N. (2003). Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: Effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. *Spinal Cord*, 41(1), 34–43. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101389>
- Jacobs, P. L. (2009). Effects of Resistance and Endurance Training in Persons with Paraplegia. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(5), 992–997. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318191757f>
- Kern, H., Hofer, C., Mödlin, M., Mayr, W., Vindigni, V., Zampieri, S., Boncompagni, S., Protasi, F., & Carraro, U. (2008). Stable muscle atrophy in long-term paraplegics with complete upper motor neuron lesion from 3- to 20-year SCI. *Spinal Cord*, 46(4), 293–304. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3102131>
- Liu, C., Shiroy, D. M., Jones, L. Y., & Clark, D. O. (2014). Systematic review of functional training on muscle strength, physical functioning, and activities of daily living in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, 11(2), 95–106. <https://doi.org/10.1007/s11556-014-0144-1>
- Matos, D. G., Mazini Filho, M. L., Moreira, O. C., DE Oliveira, C. E., DE Oliveira Venturini, G. R., DA Silva-Grigoletto, M. E., & Aidar, F. J. (2017). Effects of eight weeks of functional training in the functional autonomy of elderly women: a pilot study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(3), 272–277. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06514-2>
- Miranda, T., Vicente, J., Marcon, R., Cristante, A., Morya, E., & Valle, A. (2012). Time-related effects of general functional training in spinal cord-injured rats. *Clinics*, 67(7), 799–804. [https://doi.org/10.6061/clinics/2012\(07\)16](https://doi.org/10.6061/clinics/2012(07)16)
- Mendoza Laíz, N., Cuadrado Sáenz, G., & Pérez Redondo, R. (2001). Influencia de la práctica de actividad física en los aspectos físicos del parapléjico sedentario. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 4(66), 54–59. <https://revista-apunts.com/influencia-de-la-practica-de-actividad-fisica-en-los-aspectos-fisicos-del-paraplejico-sedentario/>
- Mulroy, S. J., Thompson, L., Kemp, B., Hatchett, P. P., Newsam, C. J., Lupold, D. G., Haubert, L. L., Eberly, V., Ge, T.-T., Azen, S. P., Winstein, C. J., Gordon, J., & Physical Therapy Clinical Research Network (PTClinResNet). (2011). Strengthening and Optimal Movements for Painful Shoulders (STOMPS) in Chronic Spinal Cord Injury: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*, 91(3), 305–324. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100182>
- Nash, M. S., van de Ven, I., van Elk, N., & Johnson, B. M. (2007). Effects of Circuit Resistance Training on Fitness Attributes and Upper-Extremity Pain in Middle-Aged Men With Paraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.003>
- Ozmen, T., Yuktasir, B., Yildirim, N. U., Yalcin, B., & Willems, M. E. (2014). Explosive strength training improves speed and agility in wheelchair basketball athletes. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 20(2), 97–100. <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200201568>
- Peluso, M. A. M., & Andrade, L. H. S. G. de. (2005). Physical activity and mental health: the association between exercise and mood. *Clinics*, 60(1), 61–70. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322005000100012>
- Rivers, C. S., Fallah, N., Noonan, V. K., Whitehurst, D. G., Schwartz, C. E., Finkelstein, J. A., Craven, B. C., Ethans, K., O'Connell, C., Truchon, B. C., Ho, C., Linassi, A. G., Short, C., Tsai, E., Drew, B., Ahn, H., Dvorak, M. F., Paquet, J., Fehlings, M. G., & Noreau, L. (2018). Health Conditions: Effect on Function, Health-Related Quality of Life, and Life Satisfaction After Traumatic Spinal Cord Injury. A Prospective Observational Registry Cohort Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(3), 443–451. <https://doi.org/10.1016/j.APMR.2017.06.012>
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(2), 333–341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Sezer, N. (2015). Chronic complications of spinal cord injury. *World Journal of Orthopedics*, 6(1), 24. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i1.24>
- Silveira, M. D., Costa e Silva, A. de A., Godoy, P. S., Calegari, D. R., de Araújo, P. F. & Gorla, J. I. (2012). Correlação entre dois testes de agilidade adaptados: Handebol em Cadeira de Rodas. *Revista Da Sobama*, 13(2), 43–48.
- Val-Serrano, R. C., & García-Gómez, S. (2020). Relación entre fuerza y autopercepción autónoma en acciones cotidianas de adultos parapléjicos. *Apunts Educación Física y Deportes*, 141, 1–7. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/4\).142.01](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/4).142.01)
- Van Koppenhagen, C. F., Post, M., De Groot, S., Van Leeuwen, C., Van Asbeck, F., Stolwijk-Swuste, J., Van Der Woude, L., & Lindeman, E. (2014). Longitudinal relationship between wheelchair exercise capacity and life satisfaction in patients with spinal cord injury: A cohort study in the Netherlands. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(3), 328–337. <https://doi.org/10.1179/2045772313Y.0000000167>

**Conflicto de intereses:** las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite [https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES)