

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares

Training with electrical stimulation: effects on stability and quality of life in individuals with spinal cord injury

Sara Alonso-Guntín¹; Antonio Montoto-Marqués²; Miguel A. Saavedra-García¹;
Juan J. Fernández-Romero¹; M.ª Helena Vila-Suárez^{3*}

¹ Grupo de Investigación en Ciencias del Deporte (INCIDE), Universidade da Coruña, Spain

² Department of Physiotherapy, Medicine and Biomedical Sciences, Universidade da Coruña, Spain

³ Grupo Healthyfit, Facultad de Educación y Ciencias del Deporte. Universidade de Vigo, Spain

*Autor para correspondencia: M.ª Helena Vila-Suárez. evila@uvigo.gal

Cronograma editorial: Artículo recibido 28/03/2025 Aceptado: 22/05/2025 Publicado: 01/10/2025

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Para citar este artículo, utilice la siguiente referencia:

Alonso-Guntín, S.; Montoto-Marqués, A.; Saavedra-García, M.A.; Fernández-Romero, J.J.; Vila-Suárez, M.H. (2025). Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Sportis Sci J, 11 (4), 1-18
<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Contribución del autor: Conceptualización, SA. AM. y HV., metodología, SA., MS. y HV.; software, MS. y JF.; validación, AM., MS. JF. y HV.; análisis estadísticos, MS. y HV.; investigación, SA. JF. MS. y HV.; recursos, JF.; preparación de datos, MS. JF, HV. y SA.; preparación del manuscrito, SA. AM. MS. JF. y HV.; redacción - revisión y edición, SA., AM, MS, JF y HV.; visualización, AM. y JF.; supervisión, MS. JF. AM. y HV.

Financiamiento: El estudio no obtuvo financiación.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto.

Aspectos éticos: El estudio declara los aspectos éticos.

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Resumen

La fundamentación de esta investigación radica en la relevancia de optimizar la calidad de vida en Lesionados Medulares (LM), considerando que esta lesión afecta de forma integral las dimensiones física, psicológica y social del individuo. Por ello, el presente estudio tiene dos objetivos principales: analizar si un entrenamiento de fuerza con electroestimulación neuromuscular (NMES) en músculos con capacidad de contracción voluntaria mejora la estabilidad central en personas con lesión medular (LM) y evaluar las diferencias en la calidad de vida y estabilidad central entre el grupo experimental y el grupo control. Treinta participantes con LM fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: experimental (n=15) y control (n=15). La calidad de vida se evaluó mediante el cuestionario GENCAT y la estabilidad central con el mFRT. La intervención consistió en un protocolo de electroestimulación local durante 12 semanas, con tres sesiones semanales de 20 minutos cada una. Se aplicó una T-Student para muestras relacionadas. Los resultados mostraron mejoras significativas en la estabilidad central y en diversas dimensiones de la calidad de vida en el grupo experimental. Se concluye que el NMES es una alternativa segura y efectiva para mejorar la estabilidad central y la calidad de vida en personas con LM, proporcionando un complemento útil en la rehabilitación de esta población.

Palabras clave: paraplejia; ejercicio, entrenamiento; bienestar; electroestimulación local.

Abstract

This study is based on the importance of optimizing quality of life in individuals with spinal cord injury (SCI), given that such injuries comprehensively affect the physical, psychological, and social dimensions of an individual. The present study has two primary objectives: (1) to evaluate whether a strength training program incorporating neuromuscular electrical stimulation (NMES) applied to muscles capable of voluntary contraction enhances core stability in individuals with SCI, and (2) to compare differences in quality of life and core stability between an experimental group and a control group. Thirty participants with SCI were randomly assigned to two groups: experimental (n = 15) and control (n = 15). Quality of life was assessed using the GENCAT questionnaire, and core stability was measured with the modified Functional Reach Test (mFRT). The intervention consisted of a local NMES protocol administered over 12 weeks, with three 20-minute sessions per week. A paired Student's t-test was used to analyze pre- and post-intervention outcomes. The results demonstrated significant improvements in core stability and several dimensions of quality of life in the experimental group. These findings suggest that NMES is a safe and effective method for enhancing core stability and quality of life in individuals with SCI, serving as a valuable complement to rehabilitation.

Keywords: paraplegia; exercise; training; wellbeing; local electrostimulation.

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Introducción

La lesión medular (LM) se puede definir como un proceso patológico, de cualquier etiología, que afecta a la médula espinal y puede originar alteraciones de la función motora, sensitiva y autónoma (Pelletier, 2023). Los efectos de una LM dependen de la gravedad y localización de la lesión y, pueden incluir la pérdida parcial o completa de la sensibilidad y/o del control motor de diferentes partes del cuerpo. Una de las características de LM es que provoca una falta de control de los sistemas somáticos y autónomos, lo que resulta en una reducción de la actividad física y la respuesta cardiovascular al ejercicio (Ilha et al., 2020). Esto, a su vez, impacta negativamente en el bienestar físico, psicológico y social de los afectados (Van Den Berg-Emons et al., 2010; Zupo et al., 2025).

La mayoría de las personas con LM se desplazan en silla de ruedas durante todo el día, lo que aumenta el riesgo de caídas (Chen et al., 2011). Por esta razón, el control físico y la calidad de vida son significativamente mejores en personas con LM que realizan actividades físicas regularmente en comparación con aquellas que no lo hacen (Kljajic et al., 2016). La comunidad científica señala que, probablemente, mejorar el control del equilibrio pueda reducir el riesgo de caída (Wang et al., 2017). Entre los factores que contribuyen a la pérdida de equilibrio se encuentran la falta de fuerza en los músculos del tronco y la pérdida de control neural (Ilha et al., 2020). La actividad física regular es un factor importante que tiene un impacto positivo con la calidad de vida objetiva y subjetiva (Sweet et al., 2013), en concreto el Taichi en silla ha demostrado una mejora en el control del equilibrio y la calidad de vida de las personas con LM que viven en silla de ruedas (Tsang et al., 2015). En la actualidad se están desarrollando intervenciones para la mejora de la estabilidad central, incluyendo la realidad virtual (Alonso & Rodríguez, 2024). Sin embargo, aún se necesita más investigación para obtener conclusiones definitivas sobre su efectividad, pero todavía falta mucho para sacar conclusiones positivas al respecto.

Desde hace más de una década, la electroestimulación es utilizada para mejorar la estabilidad central en personas sanas como en aquellas con LM (Triolo et al., 2013). Hasta la actualidad, esta técnica se ha usado mediante implantes internos (estimulación eléctrica epidural y la estimulación de la médula espinal), tratándose de una intervención invasiva

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

para el usuario (Seáñez & Capogrosso, 2021). En este momento son dos tipos de electroestimulación no invasiva, los que más se utilizan en personas con LM: la electroestimulación neuromuscular (NMES), que induce contracciones musculares mediante la estimulación de nervios periféricos, y la electroestimulación funcional (FES), utilizada para actividades funcionales como ciclismo, remo o marcha asistida (Dolbow et al., 2023; Karamian et al., 2022; Dolbow et al., 2024). Los primeros trabajos se enfocaron en la mejora la estabilidad central en condiciones estáticas y quasi estáticas, en tareas de alcance voluntario y en la propulsión de silla de ruedas manual (Triolo et al., 2013). Posteriores estudios, realizan intervenciones combinando electroestimulación y vibración, y existe también un protocolo de ensayo que mezcla el entrenamiento virtual con estimulación eléctrica en LM (Walia et al., 2021), pero todavía no hay referencias en cuanto a los resultados y, además, en la estimulación no se produce una contracción muscular sino TENS. Sin embargo, no se han localizado referencias bibliográficas sobre la utilización de electroestimulación a nivel local (NMES) por encima de la lesión en personas con discapacidad. Por lo expuesto anteriormente, el estudio persigue dos objetivos principales. Primero, analizar si un entrenamiento de fuerza con NMES en músculos con capacidad de contracción voluntaria mejora la estabilidad central en personas con LM. Segundo, evaluar las diferencias en la calidad de vida y la estabilidad central entre los participantes que realizaron el protocolo de NMES y aquellos que formaron parte del grupo control.

Material y método

Se trata de un estudio cuasiexperimental de pre y post para dos grupos: experimental y control. Se reclutaron un total de 30 usuarios de los Centros Puente de la Fundació Isidre Esteve (15 hombres y 15 mujeres) con una media de edad de $44,9 \pm 11,8$ años. Estos centros, ubicados en Barcelona y Vigo, tienen como objetivo desarrollar actividad física adaptada para personas con diferentes discapacidades que tengan un componente motriz. Los procedimientos fueron aprobados por el Comité de ética de la investigación de la Universidad de A Coruña (Código de registro: 2021/279) y siguen los criterios de la declaración de Helsinki. Como criterios de inclusión se han utilizado: a. Presentar lesión medular de etiología traumática o médica; b. Nivel de lesión entre C6 y L1; c. Más de

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

un año desde la lesión; y d. Dependiente de silla de ruedas. Como criterios de exclusión se han utilizado: a. Cualquier condición médica (como úlceras por presión, infecciones...) que no permitan la realización de la actividad física; b. Amputaciones de miembros superiores o limitaciones de movilidad debido a problemas osteoarticulares; c. Cualquier contraindicación ante la electroestimulación (epilepsia, marcapasos, patologías cardíacas).

Para el cálculo muestral, se ha estimado en 13 sujetos. El cálculo para una varianza poblacional desconocida y una fracción muestral menor que el 5% de la población y utilizando como referencia la variable “Calidad de vida medida con el cuestionario Spinal Cord Independence Measure (SCIM III)”. El SCIM III evalúa las áreas funcionales de: autocuidado (rango de puntuación 0±20), respiración y manejo del esfínter (0±40) y movilidad (0±40). Cuando se habla específicamente de la movilidad se tiene en cuenta la habitación, el baño, y la movilidad al interior del hogar y al aire libre. La puntuación final de la SCIM oscila entre 0 y 100. Se realizó una predeterminación del tamaño muestral para un test de hipótesis, con el objetivo de rechazar la hipótesis nula que asume que los resultados en la escala SCIM III serían iguales en ambos grupos. Para ello, fue necesario calcular de antemano el tamaño de la muestra adecuado. Asumimos un error alfa de 0.05, un error beta de 0.1 y el primer valor de la hipótesis alternativa que queremos distinguir de la nula es una mejora de 25 puntos del nivel de independencia (δ).

$$n = (t_{\alpha} + t_{\beta})^2 / \delta^2 = ((1.96 + 1.282)/25)^2 * 100 = 12,968$$

Para la realización del estudio se utilizaron las instalaciones de los “Centros Puente”, bajo la supervisión de sus técnicos especialistas en personas con movilidad reducida. Se entregaron hojas de participación y consentimiento informado a los usuarios y posteriormente se dividieron en dos grupos de manera aleatoria (control y experimental). La asignación aleatoria se realiza en proporción 1:1 para Grupo Control y Grupo experimental. El programa de intervención ha sido realizado por Licenciados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, con más de 13 años trabajando con esta población en un centro especializado y con alto nivel de conocimiento con el uso de electroestimulación deportiva desde hace más de 15 años. Previo al inicio del estudio, se estandarizaron los procedimientos de medición y la correcta utilización de los instrumentos de evaluación.

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Variables

Se recogieron las siguientes variables:

Variables sociodemográficas: para recoger información descriptiva y general se utilizó un cuestionario ad hoc: sexo, edad y tipo de lesión medular.

Cuestionario de la Escala de calidad de vida (GENCAT). Es un instrumento de evaluación objetiva diseñado de acuerdo con los avances realizados sobre el modelo multidimensional de calidad de vida (Verdugo et al., 2010). Se trata de un test compuesto por 69 ítems distribuidos en ocho dimensiones de la calidad de vida: bienestar emocional, bienestar material, desarrollo personal, bienestar físico, autodeterminación, inclusión social, relaciones interpersonales y derechos. Puntúa en una escala Likert de cuatro puntos (1 = Nunca o casi nunca y 4 = Siempre o casi siempre) y las puntuaciones altas denotan una mayor calidad de vida. Al finalizar, se realiza una conversión a puntuaciones estándar que reflejan un percentil de calidad de vida dentro del grupo específico, en este caso, de discapacidad física (apartado D del baremo). La puntuación máxima que se puede alcanzar es de 125 puntos, siendo, a mayor puntuación, mayor calidad de vida.

Test de Alcance Funcional Adaptado (mFRT): es una adaptación del Test de Alcance Funcional donde los participantes deben extender un brazo hacia adelante, manteniendo una flexión del hombro de 90 grados, mientras están de pie. La versión modificada se realiza estando sentado, siendo adecuada para una población más amplia de personas con discapacidades motoras (Arsh, Darain, Ullah, & Shakil-Ur-Rehman, 2021). EFRT es una evaluación clínica funcional para evaluar el riesgo de caídas y determinar los límites de estabilidad central mientras se está sentado, centrándose en la capacidad de desplazar el peso corporal manteniendo el equilibrio en un movimiento autoiniciado.

Se registraron los datos de cada participante en formularios electrónicos y en registros impresos, permitiendo doble control de la información. Cada sesión de evaluación fue documentada de manera electrónica en una base de datos diseñada para el estudio. Se implementaron medidas para la verificación de la calidad de los datos.

Intervención

Una semana antes de iniciar el protocolo, se entregó el consentimiento informado y se realizaron pruebas de estabilidad central y calidad de vida a los participantes. El grupo experimental también completó dos sesiones de familiarización con el aparato de

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

electroestimulación. Posteriormente, se llevó a cabo un protocolo de NMES local durante 12 semanas, con tres sesiones por semana. Cada sesión duró aproximadamente 20 minutos e incluyó 4-5 ejercicios específicos para mejorar la estabilidad central detallado en la Tabla 1. El protocolo consistió en dos rondas de 6 repeticiones de cada ejercicio, con 8 segundos de isometría, coincidiendo con el tiempo de contracción del aparato. Después de 12 semanas, se realizó una nueva evaluación. Cada sesión de entrenamiento fue supervisada y las observaciones se registraron en hojas de control, donde se mantuvo un registro detallado que incluyó fecha, hora, identificador del evaluador y condiciones específicas del entorno de la evaluación.

Tabla 1. Protocolo realizado por el grupo experimental durante las 12 semanas de NMES

GRUPO EXPERIMENTAL			
		Consentimiento informado	
Semana 1		PRE-TEST	
2 sesiones familiarización con electroestimulación			
		3 veces por semana	
		2 rondas de 6 repeticiones (8'' isometría) en cada ejercicio (4-5 ejercicios por día)	
Programa: Fuerza Nivel 1			
Semana 2-5	Día 1	Día 2	Día 3
	Crezco	Windmill derecha	Tracción vertical derecha
	Autoelongación	Windmill izquierda	Tracción vertical izquierda
	Letra A	Press frontal	Pullover derecha
	Remo derecha	Palloff derecha	Pullover izquierda
	Remo izquierda	Palloff izquierda	
		3 veces por semana	
Semana 6-9		2 rondas de 6 repeticiones (8'' isometría) en cada ejercicio (4-5 ejercicios por día)	
Programa: Fuerza Nivel 2			
		3 veces por semana	
Semana 10-12		2 rondas de 6 repeticiones (8'' isometría) en cada ejercicio (4-5 ejercicios por día)	
Programa: Fuerza Nivel 3			
Semana 13	POST-TEST		

El protocolo de electroestimulación neuromuscular (NMES) (ver tabla 2)

Tras las dos jornadas de familiarización, los sujetos del grupo experimental, participaron en el protocolo donde completaron un total de 36 sesiones. Durante la estimulación, los sujetos estaban sentados en su silla con la implementación de una banda elástica, o una pica dependiendo de los ejercicios que se realizaron en la sesión. Se colocaron un total de cuatro electrodos autoadhesivos en cada costado. Un electrodo de 50cm² entre la columna vertebral y la escápula de manera vertical, unido a un electrodo de 25cm² (5x5cm), situado debajo del pico de cada

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

escápula, de forma que esta colocación activa los músculos romboideos y trapecio en su porción media (encargados de hacer una retracción escapular, así como coaptar la escápula). Por otro lado, se colocó un electrodo negativo de manera horizontal, dos dedos debajo de la axila “abrazando” el dorsal ancho, y uno positivo justo debajo, en el vientre muscular del mismo músculo. Esta colocación implicaba musculatura que los usuarios contraen de forma voluntaria debido al tipo de lesión que tienen.

Para llevar a cabo el protocolo, se realizó la parte principal (sin calentamiento) del programa denominado “fuerza resistencia” que trabajó con una frecuencia de 50 Hz en el primer nivel, 60 y 70 respectivamente en los niveles 2 y 3. La contracción tiene una rampa de subida de 1.5s y, una de bajada de 0.75s; un tiempo de contracción de 7 segundos el primer nivel y 8 segundos el segundo y tercer nivel. Los electrodos se colocaron en dorsal e interescapulares, ya que, dependiendo de la altura de la lesión y el tipo de afectación, no todos los usuarios tienen control abdominal. Se utilizó un electroestimulador portátil alimentado por batería (Compex® SP 4.0), catalogado dentro de la gama deportiva de electroestimulación. La actividad se llevó a cabo en la última parte del entrenamiento del usuario, sin modificar su sesión.

Tabla 2. Parámetros técnicos del protocolo de electroestimulación neuromuscular

Program	Warm up		Work time							
			Work phase				Relaxation			
	Freq (Hz)	Time (s)	Freq (Hz)	Ramp-up(s)	Steady (s)	Ramp-down(s)	Freq (Hz)	Ramp-up(s)	Steady (s)	Ramp-down(s)
Resistance 1	5	180	50	1.5	7	0.75	5	0.5	7	0.5
Resistance 2	5	180	60	1.5	8	0.75	7	0.5	6	0.5
Resistance 3	5	180	70	1.5	8	0.75	9	0.5	4	0.5

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados utilizando IBM SPSS Statistics para Windows, versión 23.0 (IBM Corp., Armonk, N.Y., EE. UU.). Las variables cuantitativas se expresan como media (\pm) y desviación típica (SD). Para la comparación entre el pretest y el postest en cada grupo se ha utilizado la prueba t de Student para dos muestras relacionadas, previa garantía de normalidad de ambas muestras con la prueba de Shapiro-Wilk. En caso de no cumplirse alguna de las pruebas de normalidad se utilizará la prueba

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

no paramétrica de los rangos con signo de Wilkoxon. Para comparar las variables de estudio entre los dos grupos (tanto para el pre como para el postest), se ha utilizado la prueba t para dos muestras independientes, previa garantía de normalidad de ambas muestras con la prueba de Shapiro-Wilk y de igualdad de varianza con la prueba de Levene. En caso de no cumplirse alguno de los requisitos, se utilizará la prueba de Mann-Whithney. El nivel estadístico de significación se estableció en $p < 0,05$ en todos los casos.

Resultados

En la tabla 3, se presentan los resultados del grupo control, donde no se han desarrollado diferencias entre ambas evaluaciones para ninguna de las evaluaciones presentadas. En la tabla 4 se muestra la media de los valores de las pruebas realizadas a los participantes del grupo experimental. En la puntuación total, como en los diferentes apartados de la misma, se han registrado mejores valores para todas las variables analizadas relacionadas con la calidad de vida en el postest. Lo mismo ha ocurrido con la valoración de la estabilidad central que muestra una mejora en 3,14 puntos después de la intervención.

Tabla 3. Pruebas estadísticas Pre-Post Grupo Control

Variable	Pre	Post	Comparación		
	$\bar{x} \pm \sigma$	Sig. Shapiro-Wilk	$\bar{x} \pm \sigma$	Sig. Shapiro-Wilk	Sig.
MFRT (cm)	9.07±6.92	0.236	9.07±6.95	0.137	1,000
GENCAT (puntuación)	93.87±12.17	0.334	93.67±8.63	0.322	0.912
Bienestar emocional	24.13±4.91	0.099	24.13±3.62	0.027	0.799
Relaciones interpers	33.07±4.02	0.002	33.27±3.65	0.013	0.564
Bienestar material	30.33±1.67	0.038	30.13±1.59	0.097	0.083
Desarrollo personal	24.93±2.25	0.000	24.73±2.40	0.000	0.655
Bienestar físico	24.40±3.11	0.152	25.00±2.07	0.726	0.308
Autodeterminación	26.73±6.17	0.001	26.27±4.89	0.049	0.588
Interacción social	28.80±1.20	0.006	28.80±1.42	0.002	1.000
Derechos	39.73±0.46	0.000	39.53±0.52	0.000	0.180

1. Significación de la prueba t para dos muestras relacionadas; 2. Significación de la prueba de Wilcoxon; 3. Significación de la prueba de Wilcoxon y pruebas de signos.

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Tabla 4. Pruebas estadísticas Pre-Post del Grupo Experimental

Variable	Pre	Post	Comparación		
	$\bar{x} \pm \sigma$	Sig. Shapiro- Wilk	$\bar{x} \pm \sigma$	Sig. Shapiro- Wilk	Sig.
MFRT (cm)	6.53±7.38	0.004	9.67±8.53	0.033	0.0013
GENCAT (Puntuación)	94.27±15.96	0.082	103.80±13.07	0.116	0.0011
Bienestar emocional	25.27±6.08	0.045	27.8±4.60	0.014	0.0113
Relaciones interpersonales	32.53±4.68	0.009	33.40±4.37	0.079	0.066
Bienestar material	29.93±1.83	0.001	30.13±1.55	0.016	0.450
Desarrollo personal	23.47±4.01	0.000	25.53±4.10	0.001	0.016 ³
Bienestar físico	23.67±4.37	0.369	27.40±3.81	0.002	0.001 ³
Autodeterminación	30.60±4.68	0.057	32.53±2.77	0.028	0.042 ²
Interacción social	28.27±2.52	0.006	28.73±2.08	0.009	0.109
Derechos	39.73±0.70	0.000	39.80±0.56	0.000	0.655

1. Significación de la prueba t para dos muestras relacionadas; 2. Significación de la prueba de Wilcoxon; 3. Significación de la prueba de Wilcoxon y pruebas de signos.

En el análisis del pretest de ambos grupos no se han registrado diferencias en las variables analizadas en el análisis paramétrico y no paramétrico. Analizando las diferencias entre el postest del GC y del GE (ver tabla 5), se registraron diferencias estadísticamente significativas para la calidad de vida y algunas de sus dimensiones (bienestar emocional, bienestar físico y autodeterminación).

Tabla 5. Comparativa entre el grupo control y el grupo experimental en el Postest

Variable	Grupo	Pre	Sig. Shapiro- Wilk	Sig. Levene	Sig. Comparación
		$\bar{x} \pm \sigma$			
GENCAT	Control	93.67±8.63	0.322	0.312	0.018 ¹
	Experimental	103.80±13.07	0.116		
mFRT	Control	9.07±6.95	0.137	0.565	0.870 ²
	Experimental	9.67±8.53	0.033		
Bienestar emocional	Control	24.13±3.62	0.027	0.409	0.019 ²
	Experimental	27.8±4.60	0.014		
Relaciones interpersonales	Control	33.27±3.65	0.013	0.362	0.567
	Experimental	33.40±4.37	0.079		
Bienestar material	Control	30.13±1.59	0.097	0.797	0.967
	Experimental	30.13±1.55	0.016		
Desarrollo personal	Control	24.73±2.40	0.000	0.189	0.089
	Experimental	25.53±4.10	0.001		
Bienestar físico	Control	25.00±2.07	0.726	0.261	0.003 ²
	Experimental	27.40±3.81	0.002		
Autodeterminación	Control	26.27±4.89	0.049	0.021	0.000 ²
	Experimental	32.53±2.77	0.028		
Interacción social	Control	28.80±1.42	0.002	0.371	0.935
	Experimental	28.73±2.08	0.009		
Derechos	Control	39.73±0.45	0.000	0.186	0.161
	Experimental	39.80±0.56	0.000		

1= Significación de la prueba t para dos muestras independientes; 2 = Significación de la prueba de Mann-Whitney.

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Discusión

Este estudio ha demostrado que el programa de entrenamiento de fuerza específico para la estabilidad central con electroestimulación neuromuscular (NMES) tuvo un impacto positivo en la estabilidad central y, en consecuencia, en la calidad de vida de las personas con lesión medular (LM). Hasta donde sabemos, este tipo de entrenamiento no ha sido previamente comparado en términos de sus efectos sobre estos parámetros en lesionados medulares, aunque la electroestimulación es reconocida como un método seguro y efectivo para estas afecciones (Dolbow et al., 2023; Karamian et al., 2022; Dolbow et al., 2024). Este estudio presenta un enfoque novedoso para mejorar la calidad de vida en personas con LM, incrementando su capacidad para realizar tareas diarias y reduciendo su dependencia de terceros (Norrbrink et al., 2021).

La intervención realizada ha demostrado una mejora significativa en la calidad de vida a través del incremento de la estabilidad central tras un programa específico de fuerza. Este aspecto es crucial para las personas con LM, ya que esta “condición” se asocia con una discapacidad permanente y una reducción de la esperanza de vida (Hartkopp et al., 1997), afectando su bienestar físico, psicológico y social (Singh et al., 2014). Los resultados de esta investigación están en línea con otros estudios que han combinado ejercicios de fuerza y capacidad aeróbica, obteniendo mejoras en la calidad de vida en personas con LM (Sliwinski et al., 2020), especialmente en poblaciones con bajos niveles de actividad física. Sin embargo, también existen estudios que no han encontrado mejoras en la calidad de vida a pesar de las mejoras en aspectos condicionales (Akkurt, Karapolat, Kirazli, & Kose, 2017; Wilbanks, Rogers, Pool, & Bickel, 2016). Esto subraya la necesidad de desarrollar programas de ejercicio físico que no solo mejoren aspectos condicionales, sino que también avancen en la mejora de la calidad de vida.

Mantenerse sentado correctamente es el primer paso para poder realizar la mayoría de las actividades del día a día del LM (Abou & Rice, 2024). Según el nivel de la lesión, la inervación de determinados músculos puede verse alterada, lo que provoca dificultad para mantener el equilibrio durante las actividades dinámicas en la postura sentada, lo que provoca una disminución de la independencia en las actividades de la vida diaria (Nair et al., 2022). La literatura científica indica que los ejercicios de estabilización

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

lumbar son eficaces para reducir el dolor lumbar, aumentar el rango de movimiento del tronco y la pelvis y mejorar el equilibrio corporal y el control neuromuscular (Carpes, Reinehr, & Mota, 2008). Estos beneficios también pueden lograrse mediante ejercicios de estabilización dorsal, tal como se han observado en el presente estudio. Por ello, es fundamental abordar el desarrollo muscular desde distintos enfoques que permitan generar nuevos patrones posturales (Divyalasya et al., 2021; Nair et al., 2022), así como nuevas intervenciones específicas (Duan et al., 2021). La mejora de la estabilidad central puede repercutir positivamente en las actividades de autocuidado, como asearse, bañarse, vestirse y alcanzar un objeto, lo que tiene transferencia a la mejora de la calidad de vida y su independencia (Abou & Rice, 2024).

Varias publicaciones (Tulsky et al., 2015; Wiklund, 2004), han documentado la importancia de considerar la perspectiva del usuario respecto a la calidad de vida relacionada con la salud para determinar el éxito de nuevos tratamientos e intervenciones. Por ello se ha considerado una valoración de la calidad de vida que analice diferentes dimensiones de la misma, con el fin de poder identificar de la intervención realizada donde ha logrado mejorar o qué dimensiones se ven reforzadas. Las puntuaciones en todas las dimensiones analizadas en la calidad de vida han presentado mejoras después de la intervención, siendo significativas para el desarrollo personal, bienestar emocional, bienestar físico y autodeterminación. Estas tres últimas también mostraron diferencias significativas entre los grupos experimental y control en el post-test. Esto sugiere que una intervención de fuerza con NMES puede mejorar estos parámetros. Wiklund (2004) menciona el concepto de las diferencias más pequeñas discernibles (MCID), el cual se define como la diferencia más pequeña en una puntuación o dominio de interés, que los pacientes perciben como beneficiosa y que, en ausencia de efectos secundarios problemáticos y costos excesivos, requeriría un cambio en el manejo del paciente. Y exponen que es probable que el valor de 0,5 represente una capacidad para discriminar la precisión de cambios en las diferentes categorías para plantearse que son cambios beneficiosos para el usuario (Norman et al., 2003). Pero la estimación de una MCID para LM sigue siendo difícil de alcanzar (Sato et al., 2022; Wu et al., 2015).

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Conclusiones

El programa de fuerza de tronco con NMES puede integrarse programas de rehabilitación integral para mejorar la estabilidad central y la calidad de vida (con un impacto notable en áreas como el bienestar físico y la autodeterminación) en lesionados medulares.

Los resultados de este estudio evidencian que el programa de fuerza dirigido a mejorar la estabilidad central mediante MNES es efectivo para incrementar la fuerza en los músculos involucrados directamente con esta capacidad en LM, lo que se traduce en una mejora significativa de su calidad de vida. La mejora de la estabilidad central proporciona un mejor control postural y facilita las actividades diarias, lo que reduce la dependencia funcional y aumenta la autonomía de los usuarios.

Respecto al segundo objetivo, los análisis realizados entre el grupo experimental y el grupo control confirmaron diferencias significativas en la calidad de vida de los participantes que realizaron el protocolo de NMES. Estas mejoras, observadas en dimensiones como el bienestar emocional y físico, además de la autodeterminación, sugieren que la electroestimulación neuromuscular puede reducir la dependencia funcional y aumentar la autonomía de los usuarios.

Esta intervención ofrece una alternativa segura y complementaria en la rehabilitación de esta población, y establece una base sólida para futuras investigaciones que exploren la efectividad de programas de mayor duración, la dosis mínima necesaria para mantener los beneficios y su aplicación en otros tipos de discapacidad. Estos hallazgos fortalecen el potencial de la NMES como un componente esencial en el diseño de programas de rehabilitación centrados en mejorar la estabilidad central y la calidad de vida de las personas con LM.

Limitaciones del estudio y líneas futuras

Este estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la muestra relativamente pequeña y homogénea podría limitar la generalización de los resultados a una población más amplia. Además, no se evaluaron los efectos a largo plazo de la electroestimulación neuromuscular (NMES). Futuros estudios deberían incluir una muestra más grande y realizar un seguimiento longitudinal. Esto permitirá identificar

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

valores indicativos de baja estabilidad central y diseñar protocolos de mantenimiento, como la dosis mínima necesaria para conservar una buena calidad de vida. Estas mejoras permitirían validar de forma más robusta el impacto de la electroestimulación neuromuscular en la estabilidad central y la calidad de vida de personas con lesión medular, ampliando así la aplicabilidad de la intervención en contextos clínicos reales.

Bibliografía

- Abou, L., & Rice, L. A. (2024). The associations of functional independence and quality of life with sitting balance and wheelchair skills among wheelchair users with spinal cord injury. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 47(3), 361–368.
<https://doi.org/10.1080/10790268.2022.2057721>
- Akkurt, H., Karapolat, H. U., Kirazli, Y., & Kose, T. (2017). The effects of upper extremity aerobic exercise in patients with spinal cord injury: A randomized controlled study. European *Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(2), 219–227. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.03804-1>
- Alonso, S., & Rodríguez, J. (2024). Immersive virtual reality: Impact on quality of life in individuals with physical disabilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(10), e626–e637. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004910>
- Arsh, A., Darain, H., Ullah, I., & Shakil-Ur-Rehman, S. (2021). Diagnostic tests to assess balance in patients with spinal cord injury: A systematic review of their validity and reliability. *Asian Biomedicine*, 15(3), 111–118. <https://doi.org/10.2478/abm-2021-0014>
- Carpes, F. P., Reinehr, F. B., & Mota, C. B. (2008). Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12(1), 22–30.
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2007.05.001>
- Chen, W. Y., Jang, Y., Wang, J. D., Huang, W. N., Chang, C. C., Mao, H. F., & Wang, Y. H. (2011). Wheelchair-related accidents: relationship with wheelchair-using behavior in active community wheelchair users. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(6), 892–898. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.01.008>

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Divyalasya, T. V., Kumar, A. K., Sahana Bhat, N. R., Lakhan, R., & Agrawal, A. (2021).

Quality of Life after Surviving a Spinal Cord Injury: An Observational Study in South India. *Neurology India*, 69(4), 861–866. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.323887>

Dolbow, D. R., Gorgey, A. S., Johnston, T. E., & Bersch, I. (2023). Electrical Stimulation Exercise for People with Spinal Cord Injury: A Healthcare Provider Perspective. *Journal of Clinical Medicine*, 12(9), 3150. <https://doi.org/10.3390/jcm12093150>

Dolbow, D. R., Bersch, I., Gorgey, A. S., & Davis, G. M. (2024). The Clinical Management of Electrical Stimulation Therapies in the Rehabilitation of Individuals with Spinal Cord Injuries. *Journal of Clinical Medicine*, 13(10), 2995. <https://doi.org/10.3390/jcm13102995>

Duan, R., Qu, M., Yuan, Y., Lin, M., Liu, T., Huang, W., Gao, J., Zhang, M., & Yu, X. (2021). Clinical Benefit of Rehabilitation Training in Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Spine*, 46(6), E398–E410. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000003789>

Hartkopp, A., Brønnum-Hansen, H., Seidenschnur, A.-M., & Biering-Sørensen, F. (1997). *Survival and cause of death after traumatic spinal cord injury A long-term epidemiological survey from Denmark*. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100556>

Ilha, J., Abou, L., Romanini, F., Dall Pai, A. C., & Mochizuki, L. (2020). Postural control and the influence of the extent of thigh support on dynamic sitting balance among individuals with thoracic spinal cord injury. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 73, 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.01.012>

Karamian, B. A., Siegel, N., Nourie, B., Serruya, M. D., Heary, R. F., Harrop, J. S., & Vaccaro, A. R. (2022). The role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 23(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s10195-021-00623-6>

Kljajic, D., et al. (2016). The impact of sports activities on quality of life of persons with a spinal cord injury. *Zdravstveno Varstvo*, 55(2), 94–101. <https://doi.org/10.1515/sjph-2016-0014>

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

Lynch, S. M., Leahy, P., & Barker, S. P. (1998). Reliability of measurements obtained with a modified functional reach test in subjects with spinal cord injury. *Physical Therapy*, 78(2), 128–133. <https://doi.org/10.1093/ptj/78.2.128>

Nair, M. S., Kulkarni, V. N., & Shyam, A. K. (2022). Combined Effect of Virtual Reality Training (VRT) and Conventional Therapy on Sitting Balance in Patients with Spinal Cord Injury (SCI): Randomized Control Trial. *Neurology India*, 70(8), S245–S250. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.360934>

Norman, G. R., Sloan, J. A., & Wyrwich, K. W. (2003). Interpretation of changes in health-related quality of life: the remarkable universality of half a standard deviation. *Medical Care*, 41(5), 582–592.

<https://doi.org/10.1097/01.MLR.0000062554.74615.4C>

Norrbrink, C., Sörling, K., Hultling, C., von Kieseritzky, F., & Wahman, K. (2021). "Challenges and facilitators-navigating in the landscape of spinal cord injury neuropathic pain"-a qualitative study on the use of prescribed drugs. *Spinal Cord*, 59(2), 215–224. <https://doi.org/10.1038/s41393-020-00553-w>

Pelletier, C. (2023). Exercise prescription for persons with spinal cord injury: A review of physiological considerations and evidence-based guidelines. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 48(12), 882–895. <https://doi.org/10.1139/apnm-2023-0227>

Sato, H., MSc, Miyata, K., PhD, Yoshikawa, K., PhD, Chiba, S., RPT, & Mizukami, M., PhD (2025). Responsiveness and minimal clinically important differences of the Trunk Assessment Scale for Spinal Cord injury (TASS). *Journal of Spinal Cord Medicine*. <https://doi.org/10.1080/10790268.2022.2087138>

Seáñez, I., & Capogrosso, M. (2021). Motor improvements enabled by spinal cord stimulation combined with physical training after spinal cord injury: Review of experimental evidence. *Bioelectronic Medicine*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s42234-021-00077-5>

Singh, A., Tetreault, L., Kalsi-Ryan, S., Nouri, A., & Fehlings, M. G. (2014). Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clinical Epidemiology*, 6, 309–331. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S68889>

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

- Sliwinski, M. M., Akselrad, G., Alla, V., Buan, V., & Kaemmerlen, E. (2020). Community exercise programming and its potential influence on quality of life and functional reach for individuals with spinal cord injury. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 43(3), 358–363. <https://doi.org/10.1080/10790268.2018.1543104>
- Sweet, S. N., Martin Ginis, K. A., & Tomasone, J. R. (2013). Investigating intermediary variables in the physical activity and quality of life relationship in persons with spinal cord injury. *Health Psychology*, 32(8), 877–885. <https://doi.org/10.1037/a0032383>
- Triolo, R. J., Bailey, S. N., Miller, M. E., Lombardo, L. M., & Audu, M. L. (2013). Effects of stimulating hip and trunk muscles on seated stability, posture, and reach after spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(9), 1766–1775. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.02.023>
- Tsang, W. W., Gao, K. L., Chan, K. M., Purves, S., Macfarlane, D. J., & Fong, S. S. (2015). Sitting Tai Chi improves balance control and muscle strength in persons with spinal cord injuries: A pilot study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 523852. <https://doi.org/10.1155/2015/523852>
- Tulsky, D. S., Kisala, P. A., Victorson, D., Tate, D. G., Heinemann, A. W., Charlifue, S., Kirshblum, S. C., Fyffe, D., Gershon, R., Spungen, A. M., Bombardier, C. H., Dyson-Hudson, T. A., Amtmann, D., Kalpakjian, C. Z., Choi, S. W., Jette, A. M., Forchheimer, M., & Cella, D. (2015). Overview of the Spinal Cord Injury - Quality of Life (SCI-QOL) measurement system. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 38(3), 257–269. <https://doi.org/10.1179/2045772315Y.0000000023>
- van den Berg-Emans, R. J., Bussmann, J. B., & Stam, H. J. (2010). Accelerometry-based activity spectrum in persons with chronic physical conditions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(12), 1856–1861. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.08.018>
- Verdugo, M. Á., et al. (2010). Development of an objective instrument to assess quality of life in social services: Reliability and validity in Spain [GENCAT Quality of Life Scale]. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 10(1), 105–123.
- Walia, S., Kumar, P., & Kataria, C. (2021). Efficacy of electrical stimulation-augmented virtual reality training in improving balance in individuals with incomplete spinal

Artículo original. Entrenamiento con electroestimulación: efectos en estabilidad y calidad de vida en lesionados medulares. Vol. 11, n.º 4; p. 1-18, octubre 2025.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.4.11873>

cord injury: Study protocol. *Asian Spine Journal*, 15(6), 865–873.

<https://doi.org/10.31616/asj.2020.0047>

Wang, S. J., Xu, D. Q., & Li, J. X. (2017). Effects of regular Tai Chi practice and jogging on neuromuscular reaction during lateral postural control in older people. *Research in Sports Medicine*, 25(1), 111–117.

<https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1258649>

Wiklund, I. (2004). Assessment of patient-reported outcomes in clinical trials: The example of health-related quality of life. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 18(3), 351–363. <https://doi.org/10.1111/j.1472-8206.2004.00234.x>

Wilbanks, S. R., Rogers, R., Pool, S., & Bickel, C. S. (2016). Effects of FES-assisted rowing on aerobic fitness and shoulder pain in manual wheelchair users. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 39(6), 645–654.

<https://doi.org/10.1179/2045772315Y.0000000052>

Wu, X., Liu, J., Tanadini, L. G., Lammertse, D. P., Blight, A. R., Kramer, J. L., Scivoletto, G., Jones, L., Kirshblum, S., Abel, R., Fawcett, J., Field-Fote, E., Guest, J., Levinson, B., Maier, D., Tansey, K., Weidner, N., Tetzlaff, W. G., Hothorn, T., Curt, A., ... Steeves, J. D. (2015). Challenges for defining minimal clinically important difference (MCID) after spinal cord injury. *Spinal Cord*, 53(2), 84–91.

<https://doi.org/10.1038/sc.2014.232>

Zupo, R., Poggi, B., Caggiano, N., Varrone, G., Castellana, F., Natoli, S., Sardone, R., Nardone, A., & Pavese, C. (2025). Methods of diagnosis and rehabilitation of dysphagia in patients with spinal cord injury: a systematic review. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 61(1), 41–51.

<https://doi.org/10.23736/S1973-9087.24.08614-3>