

# MÁS ALLÁ DE LOS LÍMITES: EL EJERCICIO TERAPÉUTICO COMO HERRAMIENTA CLAVE EN LA LESIÓN MEDULAR. PROTOCOLO DE TRABAJO

Samuel Negrín Ventura\*, Silvia Godoy Luján\*, Roberto Méndez Sánchez\*\*,  
Josmarlin González Pérez\*\*\*, Juan Elicio Hernández Xumet\*\*\*

## RESUMEN

**Introducción:** Las personas con lesión medular (PLM) padecen muchas comorbilidades por una vida sedentaria. La evidencia científica actual apunta a que si los niveles de actividad física subieran estas personas padecerían menos enfermedades y mejorarían su calidad de vida e independencia. Sin embargo, las actuales guías muestran intensidades de ejercicio que se consideran insuficiente comparado con población sin patologías. **Objetivos:** Diseñar un programa de ejercicio de alta intensidad para mejorar la funcionalidad y reducir factores de riesgos específicos para personas con lesión medular. **Método:** Se presenta un programa de ejercicio para PLM crónica que requiere de 2 grupos (experimental y control). El grupo experimental realizará un programa de Fuerza, Aeróbico y Control de la Musculatura estabilizadora del Tronco, 3 veces por semana, en 6 meses, mientras que al grupo control se le darán charlas educativas sobre la importancia de la actividad física y hábitos de vida saludable.

**PALABRAS CLAVE:** lesión medular crónica, ejercicio terapéutico, Alta Intensidad, HIIIE.

BEYOND THE LIMITS: THERAPEUTIC EXERCISE AS A KEY TOOL IN SPINAL CORD INJURY.  
PHYSIOTHERAPEUTIC PROTOCOL

## ABSTRACT

**Introduction:** People with spinal cord injury (SCI) suffer from many comorbidities due to a sedentary lifestyle. Current scientific evidence suggests that increasing physical activity levels in these people would reduce morbidity and improve their quality of life and independence. However, current guidelines suggest exercise intensities that are considered inadequate compared to a population without pathology. **Objectives:** To develop a high-intensity exercise programme to improve functionality and reduce specific risk factors in people with spinal cord injury. **Methods:** An exercise programme for chronic SCI is presented that requires 2 groups (experimental and control). The experimental group will perform a programme of Strength, Aerobic and Trunk Stabilising Muscle Control, 3 times a week for 6 months, while the control group will receive educational talks on the importance of physical activity and healthy lifestyle habits.

**KEYWORDS:** chronic spinal cord injury, therapeutic exercise, high intensity exercise, HIIIE.



## INTRODUCCIÓN

La lesión medular abarca todo cambio ocurrido en la médula espinal y que produce alteraciones en motrices, sensitivas o autonómicas por debajo del nivel de la lesión (1). Estas alteraciones provocan, la mayor parte de las veces, disfunciones que afectan en todas las esferas de la vida de la persona que la sufre y de su entorno (2).

### RECUERDO ANATÓMICO

La médula espinal (MS) es un elemento clave del Sistema Nervioso Central (SNC) que comienza por debajo del bulbo raquídeo y finaliza a nivel de la carilla superior de L2, formando una estructura que se la conoce como cono medular. Está situada dentro del canal medular de la columna vertebral (CV), envuelta por el líquido cefalorraquídeo y su función es, *grosso modo*, la transmisión y regulación de la información sensitiva, motora y del sistema autónomo, lo cual pone de relieve el impacto que tiene en el mantenimiento de la homeostasis (1, 3).

En cuanto a su estructura, presenta a lo largo de su recorrido diferentes niveles que se corresponden con el segmento vertebral en el que se encuentra, de tal forma que por cada nivel se origina un par de nervios espinales; adicha estructura se la conoce como mielómero, y aunque la MS propiamente dicha no está segmentada, a nivel anatómico está constituida por 31 mielómeros, tal que (1, 3): 8 cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares y 1 coccígeo.

En un corte transversal se pueden observar dos estructuras bien delimitadas, en la parte central y con una forma característica de mariposa, la sustancia gris, que contiene los somas neurales dispuestos en dos columnas (anterior y posterior) que se organizan en cuatro astas; dos anteriores y dos posteriores. Rodeando la sustancia gris, se encuentra la sustancia blanca que contiene las vías ascendentes y descendentes que se originan o dirigen al encéfalo. En la región central entre ambas columnas se encuentra la sustancia intermedia central en cuyo centro está el conducto central obliterado o epéndimo (1, 3).

### LESIÓN MEDULAR

Como ya se explicó anteriormente, se denomina LM a la pérdida o alteración de la movilidad, de la sensibilidad o del sistema nervioso autónomo ocasionada por un trastorno de las estructuras nerviosas alojadas en el canal medular. Depen-

---

\* Programa de Doctorado de Ciencias Médicas y Farmacéuticas, Desarrollo y Calidad de Vida, Universidad de La Laguna.

\*\* Universidad de Salamanca.

\*\*\* Movement and Health Research Group, Universidad de La Laguna.

Correspondencia: Juan Elicio Hernández Xumet. E-mail: [jhernanx@ull.edu.es](mailto:jhernanx@ull.edu.es).



diendo de la localización del daño podrá afectar a órganos pélvicos, extremidades inferiores, tronco y abdomen y extremidades superiores. La alteración de estructuras nerviosas periféricas como lesiones de plexos, neuropatías no se consideran lesiones medulares (4, 5).

Además, dependiendo de la altura de la lesión, se puede distinguir entre tetraplejía si el daño se ha producido en los segmentos cervicales, provocando alteraciones en los miembros superiores (MMSS), inferiores (MMII), tronco, órganos pélvicos y diafragma (si se ve implicado) (1). Asimismo, dependiendo de la extensión de la misma, podemos encontrar lesiones completas –interrupción total de las conexiones neuronales por debajo del nivel de lesión– o incompletas –persistencia de inervación motora, sensitiva o autónoma por debajo del nivel de la lesión– (4, 5).

### *Epidemiología*

En Estados Unidos los investigadores del National Spinal Cord Injury Statistical Center (NSCISC) han descrito una incidencia media anual de LM traumática de 54/106 habitantes en 2016 y la prevalencia mediana la estiman en 282 000 personas (1).

En cuanto a su etiología, se consideran 3 las causas principales de las lesiones medulares traumáticas, tal que La principal causa de LM traumática son los accidentes de tráfico en la mayoría de los países, aunque tiende a disminuir en países desarrollados debido a la mejora de los dispositivos de seguridad (1, 4, 5). En segundo lugar, encontramos las caídas, mayoritariamente debidas a accidentes laborales o de alturas, aunque en países desarrollados, donde la esperanza de vida es mayor, las caídas de personas mayores de más de 60 años son la principal causa de LM (1, 4, 5). En último lugar, las actividades deportivas representan una media del 10%, siendo las zambullidas el principal factor. Además, existen otras categorías como violencia, en países con fácil acceso a armas de fuego o en situación de conflictos bélicos (1, 4, 5).

Por su parte, las lesiones de origen no traumático han ido en aumento en las últimas décadas debido al aumento en la esperanza de vida, siendo las de origen vascular y neoplásico las más frecuentes, aunque existen otras como las de origen congénito, autoinmune o iatrogénito (4, 5).

Si se realiza una distribución por sexo, se observa una clara tendencia en las lesiones traumáticas hacia los varones, siendo la relación 3:1, o incluso la 4:1, la descrita en la mayoría de los estudios. Sin embargo, esta tendencia se tiende a equilibrarse en las no traumáticas, siendo la proporción 1:1 entre hombres y mujeres (4, 5).

### *Clasificación*

La asociación americana para el estudio de la lesión medular –American Spinal Injury Association– o ASIA ha desarrollado los estándares internacionales, revisados periódicamente, para la clasificación de la lesión medular –International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)–, la



cual marca las directrices para realizar una exploración sistematizada de dermatomas y miotomas con el fin de determinar el segmento medular afectado y la extensión de dicho segmento en la lesión (1, 4, 5).

## DISCAPACIDAD

La lesión medular es un tipo de discapacidad física adquirida caracterizada por su complejidad, puesto que afecta a todos los ámbitos y facetas de la vida de la persona y requiere un abordaje multidisciplinar, en el que los aspectos psicológicos y sociales juegan un papel central en el proceso de adaptación e integración social (5).

Cuando el usuario recibe el alta en el centro hospitalario, recuperar su rutina diaria se vuelve una tarea compleja. Este proceso pone de manifiesto las limitaciones físicas que van asociadas a la nueva condición, enfatizándose así la falta de accesibilidad de las infraestructuras y la carencia de recursos que garanticen la atención sociosanitaria requerida. En la calidad de vida de estas personas resulta clave el apoyo informal que le pueda prestar la familia, además del nivel económico de la unidad familiar a la hora de hacer frente al coste que requiere su atención (4).

Este tipo de lesiones es origen de discapacidades y limitaciones en prácticamente todas las áreas de actividad, predominando en la movilidad, el autocuidado y la vida doméstica, esto hace que la mayor parte de la población con LM requiera de apoyo personal y/o apoyos técnicos para poder realizar estas actividades (6).

## EJERCICIO TERAPÉUTICO

La evidencia científica actual ha demostrado que diferentes modalidades de ejercicio favorecen al proceso de rehabilitación tras una LM, tanto en fases agudas como crónicas, puesto que el desacondicionamiento físico, más frecuente tras una LM que en otras discapacidades, se asocia con múltiples comorbilidades y envejecimiento precoz (1, 7). Incluso, estudios de las últimas décadas sugieren que la práctica habitual de ejercicio reduce la fatiga, niveles de percepción del dolor, debilidad, deterioro articular y mejora la presión arterial, entre otros (7, 8).

Los últimos estudios en esta área han mostrado de moderada a alta confianza en la evidencia científica de que el ejercicio aeróbico mejora la salud cardiometabólica, mientras que el ejercicio de fuerza ha demostrado aumentar la funcionalidad de la musculatura residual, además de otros marcadores fisiológicos como cambios en el VO<sub>2</sub>max, en la sensibilidad de la insulina o en el volumen sistólico (1, 9, 10). Por su parte, los ejercicios que implican la musculatura estabilizadora del tronco han demostrado mejorar el equilibrio y la funcionalidad (11, 12).

Hasta la fecha, las principales organizaciones sobre salud y ejercicio, como la OMS, recomiendan que la población en general realice o mantenga una vida activa, con un gasto energético específico; esto se extrapola a las poblaciones con discapacidad, sobre todo en LM, que ha demostrado que presenta unos índices de sedentarismo y desacondicionamiento superiores a los de otras poblaciones (9, 13, 14). Por



su parte, las asociaciones de personas con LM, como la ASIA, principal referente en el estudio de la lesión medular recomiendan, de la misma forma, que sus usuarios se mantengan lo más activos posible (1, 9, 10).

En cuanto a la dosificación de este ejercicio, las guías de práctica clínica para personas con LM recomiendan al menos 20 minutos diarios de ejercicio aeróbico combinado con 2 días a la semana de ejercicio de fuerza para obtener beneficios sobre la salud, aunque otros estudios sugieren que se requiere de 3 días a la semana de ejercicio aeróbico de alta intensidad para reducir los factores de riesgo cardiometabólicos (9, 10, 15).

## JUSTIFICACIÓN

La incidencia mundial de lesión medular oscila alrededor 179 312 casos nuevos al año (1), cada uno de ellos genera un coste de alrededor de 170 000 € al año, variando dependiendo de la lesión (16), estos gastos se encarecen aún más si se suman las rehospitalizaciones debidas a comorbilidades propias de la lesión, que se ha demostrado que están directamente relacionadas con bajas medidas de independencia funcional (MIF) (1); las cuales, a su vez, están relacionadas con el nivel de actividad física que realiza la persona que ha padecido la LM (1, 4, 9, 10, 15).

Sin embargo, pese que ya existen guías de práctica clínica de ejercicio para personas con LM (9), no se ha llegado a un consenso sobre la dosificación del ejercicio ni el tipo de ejercicio a realizar, concluyendo en la mayoría de los estudios que se debe incrementar la intensidad del ejercicio para poder obtener resultados más óptimos (9, 10, 17).

Por ello, y debido a las ventajas que supone el ejercicio interválico a alta intensidad (HIIE) (8,10), se diseña este proyecto de investigación en el que se describe un programa de ejercicio para personas con lesión medular.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es diseñar un programa de ejercicio de alta intensidad para mejorar la funcionalidad y reducir factores de riesgos específicos para personas con lesión medular.

Como objetivos específicos tenemos estudiar cómo influye los cambios físicos en la calidad de vida y funcionalidad de los sujetos a estudio y definir la intensidad óptima para obtener los beneficios terapéuticos.

## MATERIAL Y MÉTODO

Población de estudio. La población diana de este estudio serán personas con lesión medular de 18 a 60 años con al menos 6 meses desde que se produjo la lesión.



Criterios de inclusión y exclusión. Todos los participantes en este estudio deben cumplir los siguientes criterios de inclusión: 1. Que su lesión tenga una antigüedad igual o superior a 6 meses, 2. Que el nivel de lesión medular se encuentre entre los niveles C4-L4, 3. Que se encuentre entre los niveles A y D en la Escala de Deficiencia de ASIA (AIS) y 4. Que tengan entre 18 y 60 años, incluidos.

Se excluirán del estudio todas aquellas personas que requirieran de ventilación asistida, que presentaran otras enfermedades neurológicas importantes como daño cerebral adquirido y que presentaran enfermedades cardiacas o cualquier otra condición que le impidiera realizar ejercicio, como osteoporosis o fracturas de hueso sin consolidar.

## VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables de estudio y los métodos de evaluación son los siguientes:

### *a) Sociodemográficas:*

- Edad: variable numérica expresada en años.
- Sexo: variable dicotómica expresada en H (hombre) o M (mujer).
- Peso: variable numérica expresada kilogramos (kg).
- Altura: variable numérica expresada en metros (m).

### *b) Clínicas:*

- Tiempo de lesión: variable numérica expresada en años.
- Nivel de lesión: variable numérica expresada desde C4 hasta L4.
- Dolor neuropático: variable dicotómica expresada en Sí/No, especificar donde si la respuesta es afirmativa.
- AIS: variable numérica expresada como A, B, C o D.

### *c) Fuerza muscular máxima:*

- Fuerza máxima (FueMax): variable numérica expresada en kilogramos (kg).

### *d) Capacidad aeróbica:*

- Frecuencia cardiaca (FC): variable numérica expresada en latidos por minuto (lpm).
- Presión arterial (PA): variable numérica expresada en mg de Hg.

TABLA 1. MATERIAL PARA LA EVALUACIÓN	
PRUEBA	MATERIAL
Sociodemográficas	Ficha de datos
Fuerza máxima	Dinamómetro isométrico Kinvent «K-pull». Hand grip Kinvent K-grip.
Capacidad aeróbica	Cicloergómetro manual Acelerómetro Escala Borg
Calidad de vida	23 impresos con el test CHA Material de fungible

### e) *Calidad de vida:*

- *Craig Handicap Assessment and reporting technique Short Form (CHART-SF):* variable numérica de 0 a 600, donde puntuaciones más altas indican menor grado de dependencia.

## MATERIALES PARA LA EVALUACIÓN

Para poder llevar a cabo esta intervención se necesitarán los siguientes recursos, ver tabla 1.

## PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Para la realización de este proyecto, se requerirá que todos los usuarios sean valorados de los siguientes aspectos:

### *Prueba de resistencia aeróbica submáxima*

Antes de comenzar la prueba se le tomarán tanto la PA como la FC en reposo con un acelerómetro; posteriormente, se le procederá a realizar el protocolo discontinuo de cicloergómetro de la Universidad de Toronto (14); cada persona que lo realice deberá permanecer tres veces, durante 7 minutos, en trabajo constante con el cicloergómetro al 40%, 60% y 80% de su frecuencia cardiaca máxima teórica (9, 10, 14, 17).

En aquellos usuarios que no presenten una respuesta cardiaca al ejercicio (como en el caso de las tetraplejias debido a la descentralización simpática) se les pasará la escala de fatiga percibida de Borg (10), donde deberá alcanzar 4, 6 y 8 en la escala sobre 10 (8-10, 14).



## *Prueba de fuerza muscular*

La dinamometría isométrica se utiliza como una herramienta para evaluar la fuerza muscular en individuos con lesiones medulares, utilizando como referencia los músculos claves que se describen en la ASIA. A continuación, se detallan pruebas específicas para músculos clave, con un enfoque en la ejecución práctica de cada evaluación (19, 20).

– Deltoides anterior (C5-C6):

Prueba: el paciente, sentado o recostado, flexiona el brazo a 90 grados contra resistencia aplicada por el dinamómetro. La resistencia se ajusta gradualmente hasta alcanzar la máxima contracción.

– Bíceps braquial (C5-C6):

Prueba: el paciente, con el codo flexionado a 90 grados, realiza la flexión del codo contra resistencia progresiva del dinamómetro.

– Tríceps braquial (C7-C8):

Prueba: se solicita al paciente extender el codo contra la resistencia gradual del dinamómetro.

– Extensor lumbar y de cadera (L2-S1):

Prueba: el paciente, en posición prona, ejecuta la extensión de la cadera contra resistencia progresiva.

– Hand Grip (C6-T1):

Prueba: el paciente sostiene el dinamómetro en posición estándar y realiza una contracción máxima de la mano.

## *Evaluación de calidad de vida percibida*

Se valorará a través del *Craig Handicap Assessment and reporting technique Short Form* (CHART-SF), que es un test que contiene 19 ítems repartidos en 6 dimensiones que son: la independencia física, la independencia cognitiva, la movilidad, la integración social y la integración ocupacional.

Este test ha sido validado para población adulta con lesión medular crónica con fiabilidad excelente ( $r=0.078$ ) (21).

## INTERVENCIÓN

Una vez valorados los usuarios, y definidas las intensidades en las que van a trabajar cada uno de ellos, se podrá comenzar con la intervención, dividida en 3 protocolos, que son: Aeróbico (AE), Control Musculatura Estabilizadora del Tronco (CMET) y Fuerza (FUE).

La frecuencia y dosificación de estos protocolos está fundamentada en la Guía de Ejercicio basado en la Evidencia para LM crónicos (9) y en una revisión sobre la viabilidad del HIIE en este tipo de población (10), con el fin de comprobar si la dosificación propuesta obtendrá los resultados deseados (ver tabla 2).



TABLA 2. EJEMPLO DE FRECUENCIA Y DOSIFICACIÓN DURANTE UNA SEMANA.

Tipo	Días						
	L		M	X	J	V	
	FUE	CMET		AE		FUE	CMET
Dosis	45 min/día 85-90% FueMax	15 min/día >70% FCmax		1 v/sem 60 min 85% FCmax		45 min/día 85-90% FueMax	15 min/día >70% FCmax

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, al grupo Control (CON) se le darán charlas educativas sobre la importancia de la actividad física y hábitos de vida saludable.

### *Programa de fuerza*

Para el programa de fuerza se requerirá de materiales como pesas y máquinas con resistencias ajustables. Como se hará 2 veces a la semana tendrá un total aproximado de 48 sesiones.

Todas las sesiones comienzan con movilidad articular activa, para las extremidades y articulaciones que tengan preservada la movilidad; y pasiva, para aquellas regiones por debajo del nivel de lesión.

Luego se procederá con el calentamiento que se realizará con el cicloergómetro a baja intensidad durante 15 minutos.

Durante las 2 primeras semanas los ejercicios se harán al 70% de la fuerza máxima (FueMax) en 2 series de 8 repeticiones. Luego se procederá del nuevo al cálculo de la FueMax para ajustar de nuevo la carga y se harán al 80% del FueMax en 2 series de 6 repeticiones. Luego, para asegurar un buen ajuste de carga, la FueMax se reevaluará cada 6 semanas para poder ajustar la carga.

### *Programa aeróbico*

Para el programa aeróbico se requerirá de un cicloergómetro y un acelerómetro. Al ser una vez a la semana tendrá un total de 24 sesiones de 60 min de duración.

Todas las sesiones comienzan con movilidad articular activa, para las extremidades y articulaciones que tengan preservada la movilidad; y pasiva, para aquellas regiones por debajo del nivel de lesión.

Luego se procederá con el calentamiento que se realizará con el cicloergómetro a baja intensidad durante 15 minutos. Una vez terminado el calentamiento se procederá con el ejercicio aeróbico, que tendrá una duración total de 35 min. El usuario empezará con una intensidad progresiva con el cicloergómetro hasta alcanzar el 85% de su FCmax (o una puntuación superior a 5 en la escalada de Borg),



dicha intensidad deberá ser mantenida entre 5 y 10 minutos las primeras dos semanas, haciendo hasta un total de 3 series en una misma sesión. Una vez finalizada la segunda semana, cada serie tendrá una duración de 15-20 min a la misma intensidad, reduciéndose a 2 series en cada sesión.

### *Programa de CMET*

Este programa se realizará al finalizar el programa de fuerza a modo de vuelta a la calma, donde se le hará realizar diferentes ejercicios con pesas de baja carga (<70% FueMax) y superficies inestables durante alrededor de 15 min.

### ORGANIZACIÓN DE PERSONAS Y SERVICIOS

Para poder llevar a término el programa es necesario formar a los investigadores colaboradores y miembros del equipo para que puedan corregir, valorar y tratar los diferentes test y pruebas que han de realizar los usuarios miembros de este estudio. Se estima que la ejecución del programa tomará 6 meses.

Para la realización de este programa se requerirá de la participación de un equipo de fisioterapeutas con formación en ejercicio terapéutico, que trabajen en el mismo centro.

### CONCLUSIONES

El desarrollo de un programa de ejercicio terapéutico dirigido a personas con lesión medular representa un desafío considerable pero indispensable. A medida que el programa evoluciona, se incorporan de manera crucial la retroalimentación constante y la adaptación, elementos fundamentales para abordar las complejidades individuales de cada participante. La inclusión de evaluaciones detalladas y periódicas, la flexibilidad del programa y la consideración de la evidencia científica son elementos claves para alcanzar el éxito, permitiendo así que la dosificación del ejercicio se ajuste de manera óptima. Un aspecto notable es la introducción del HIIE, que marca un cambio significativo respecto al paradigma previo, ofreciendo una nueva perspectiva terapéutica.

RECIBIDO: 23-07-2023; ACEPTADO: 15-08-2023



## BIBLIOGRAFÍA

1. ESCLARÍN DE RUZ A. *Lesión Medular. Enfoque multidisciplinario*. 2.ª Edición. Editorial medica Panamericana; 2021.
2. BÁRBARA-BATALLER, E., MÉNDEZ-SUÁREZ, J.L., ALEMÁN-SÁNCHEZ, C., RAMÍREZ-LORENZO, T. y SOSA-HENRÍQUEZ, M. Epidemiología de la lesión medular de origen traumático en Gran Canaria. *Neurocirugía*. Enero de 2017; 28(1): 15-21.
3. KAHLE, W. *Atlas de anatomía. Con correlacion clinica*. Tomo 3: *Sistema nervioso y organos de los sentidos*. IX, vol. 3. Madrid: Medica Panamericana; 2009. 423 p.
4. HUETE GARCIA, A. y DÍAZ VELÁZQUEZ, E. *Análisis sobre la lesión medular en España*. 1.ª Edición. Madrid: Federación Nacional ASPAYM; 2012. 109 p.
5. CUENCA GALÁN, C. y TANTE GARCÍA, M. *Estudio de Acceso a los Centros de Referencia estatal de las personas con Lesión Medular*. 1.ª Edición. Madrid: Federación Nacional ASPAYM; 2020.
6. ESPINAL, A. José M. y BENÍTEZ, C. «Guía de Buenas Prácticas: Atención Integral al Nuevo Lesionado Medular». 71.
7. JACOBS, P.L. y NASH, M.S. Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. *Sports Med Auckl NZ*. 2004; 34(11): 727-751.
8. SOLINSKY, R., DRAGHICI, A., HAMNER, J.W., GOLDSTEIN, R. y TAYLOR, J.A. High-intensity, whole-body exercise improves blood pressure control in individuals with spinal cord injury: A prospective randomized controlled trial. *PLoS One*. 2021; 16(3): e0247576.
9. MARTIN GINIS, K.A., VAN DER SCHEER, J.W., LATIMER-CHEUNG, A.E., BARROW, A., BOURNE, C., CARRUTHERS, P. *et al*. Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: an update and a new guideline. *Spinal Cord*. abril de 2018; 56(4): 308-321.
10. ASTORINO, T.A., HICKS, A.L. y BILZON, J.L.J. Viability of high intensity interval training in persons with spinal cord injury –a perspective review. *Spinal Cord*. enero de 2021; 59(1): 3-8.
11. LIU, H., LI, J., DU, L., YANG, M., YANG, D., LI, J. *et al*. Short-term effects of core stability training on the balance and ambulation function of individuals with chronic spinal cord injury: a pilot randomized controlled trial. *Minerva Med*. junio de 2019;110(3): 216-223.
12. HICKS, A.L. y GINIS, K.A.M. Treadmill training after spinal cord injury: it's not just about the walking. *J Rehabil Res Dev*. 2008; 45(2): 241-248.
13. AMIRI ARIMI, S., MOHSENI BANDPEI, M.A., JAVANSHIR, K., REZASOLTANI, A. y BIGLARIAN, A. The Effect of Different Exercise Programs on Size and Function of Deep Cervical Flexor Muscles in Patients With Chronic Nonspecific Neck Pain: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Am J Phys Med Rehabil*. agosto de 2017; 96(8): 582-588.
14. HICKS, A.L., MARTIN, K.A., DITOR, D.S., LATIMER, A.E., CRAVEN, C. y BUGARESTI, J. *et al*. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. *Spinal Cord*. enero de 2003; 41(1): 34-43.
15. KAWANISHI, C. y GREGUOL, M. Physical Activity, Quality of Life, and Functional Autonomy of Adults With Spinal Cord Injuries. *Adapt Phys Act Q APAQ*. 1 de octubre de 2013; 30: 317-337.
16. NATIONAL SPINAL CORD INJURY STATISTICAL CENTER, *Facts and Figures at a Glance*. Birmingham, AL: University of Alabama at Birmingham, 2021.



17. HARNESS, E.T., YOZBATIRAN, N. y CRAMER, S.C. Effects of intense exercise in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*. noviembre de 2008; 46(11): 733-737.
18. UNIVERSITÄT DÜSSELDORF: G\*Power [Internet]. [citado 4 de noviembre de 2021]. Disponible en <https://www.psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeine-psychologie-und-arbeitspsychologie/gpower>.
19. RICHINGS, L., NELSON, D., GOOSEY-TOLFREY, V., DONNELLAN, C. y BOOTH, V. Effectiveness of the «Evidence-Based Scientific Exercise Guidelines» in Increasing Cardiorespiratory Fitness, Cardiometabolic Health, and Muscle Strength in Acute Spinal Cord Injury Rehabilitation: A Systematic Review. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 10 de julio de 2023; 5(3): 100278.
20. NETO, F.R., DORNELES, J.R., CARNEIRO LEÃO VELOSO, J.H., GONÇALVES, C.W. y GOMES COSTA, R.R. Peak Torque Prediction Using Handgrip and Strength Predictors in Men and Women With Motor Complete Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2021; 27(3): 49-59.
21. SHIRLEY RYAN ABILITYLAB [Internet]. [citado 9 de noviembre de 2021]. Craig Handicap Assessment and Reporting Technique. Disponible en <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/craig-handicap-assessment-and-reporting-technique>.

