



Evaluación de la marcha en pacientes lesionados medulares en el Centro Internacional de Restauración Neurológica

[Evaluation of Gait in Patients with Spinal Cord Injury at the International Center for Neurological Restoration]

[Avaliação da marcha em pacientes com lesão medular no Centro Internacional de Restauração Neurológica]

Alexander Echemendía del Valle^{1*} , Armando Sentmanat Belisón² ,
Bárbara Yumila Noa Pelier³ , Reinaldo Gómez Pérez¹ 

¹Centro Internacional de Rehabilitación Neurológica y Profesor asistente de la UCCFD "Manuel Fajardo" La Habana, Cuba.

²Academia de Ciencias, UCCFD "Manuel Fajardo". La Habana, Cuba.

³Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón" de La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: 2006alexechemendia@gmail.com

Recibido:30/09/2022.

Aceptado:20/10/2022

RESUMEN

Introducción: La lesión medular se puede considerar como cualquier alteración sobre la médula espinal que puede producir alteraciones en el movimiento, la sensibilidad o la función autónoma por debajo del nivel de lesión, entre las principales limitaciones se encuentra la pérdida de la marcha, la cual en la mayoría de los casos representa la mayor prioridad de recuperación de los pacientes. **Objetivo:** Evaluar la marcha en los pacientes lesionados medulares en el Centro Internacional de Restauración Neurológica. **Materiales y métodos:** Para el estudio se seleccionó una muestra aleatoria de 30 pacientes de una población de 60 pacientes entre los años 2017- 2019, los cuales



cumplieron con los criterios de inclusión y realizaron actividades de marcha evaluadas con la escala walking spinal cord injury versión II. Los datos obtenidos fueron procesados con el software estadístico SPSS 28.

Resultados: Los resultados obtenidos mostraron cambios estadísticamente significativos en la muestra analizada por sexo, por región afectada, por tiempo de rehabilitación de la marcha y de forma general.

Conclusiones: La evaluación de la marcha arrojó que las actividades de marcha realizadas en el Centro Internacional de restauración neurológica fueron efectivas y produjeron cambios significativos en la marcha de los pacientes.

Palabras clave: Marcha, lesión medular, nivel de lesión, evaluación.

ABSTRACT

Introduction: Spinal cord injury could be considered as any alteration of the spinal cord that can lead to changes in movement, sensitivity, or autonomous functions below the level of the injury. Among the main limitations are gait loss, which, in most cases constitutes the major recovery priority for patients.

Aim: To evaluate the progress of patients with spinal cord injury at the International Center for Neurological Restoration.

Materials and methods: From a total of 60 patients, a sample of 30 patients was selected at random for a study that took place between 2017 and 2019. The individuals met the inclusion criteria, and performed gait actions measured with the gait scale for spinal cord injury, version II. The data collected were processed using SPSS 28.

Results: The results showed statistically significant changes in the sample analyzed by sex, region injured, gait rehabilitation time, and overall status.

Conclusions: The evaluation of gait showed that the related actions taken at the International Center for Neurological Restoration were effective, and led to significant changes in the patients' gait abilities.

Keywords: Gait, spinal cord injury, injury level, evaluation.

SÍNTESE

Introdução: A lesão medular pode ser considerada como qualquer alteração na medula espinhal que possa produzir alterações no movimento, sensação ou função autonômica abaixo do nível de lesão, entre as principais limitações está a perda da marcha, que na maioria dos casos representa a maior prioridade para a recuperação dos pacientes.

Objetivo: Avaliar a marcha em pacientes com lesão medular no Centro Internacional de Restauração Neurológica.

Materiais e métodos: Para o estudo, foi selecionada uma amostra aleatória de 30 pacientes de uma população de 60 pacientes entre 2017 e 2019, que preencheram os critérios de inclusão e realizaram atividades de marcha avaliadas com a escala de lesão medular ambulante versão II. Os dados obtidos foram processados com o software estatístico SPSS 28.

Resultados: Os resultados obtidos mostraram mudanças estatisticamente significativas na amostra analisada por sexo, por região afetada, por tempo de reabilitação da marcha



e em geral.

Conclusões: A avaliação da marcha mostrou que as atividades de marcha realizadas no Centro Internacional de Restauração Neurológica foram eficazes e produziram mudanças significativas na marcha dos pacientes.

Palavras-chave: Marcha, lesão medular, nível de lesão, avaliação

INTRODUCCIÓN

Se entiende por lesión medular, cualquier alteración sobre la médula espinal que puede producir alteraciones en el movimiento, la sensibilidad o la función autónoma por debajo del nivel de lesión (Staas, Formal, Freedman, Fried, & Schmidt, 1998).

Las formas de presentación clínica de la enfermedad de la médula espinal son diversas. La más estudiada y la que refiere el presente estudio es la lesión medular por causa traumática. La lesión medular (LM) traumática es un episodio repentino, con efectos posiblemente muy graves, que puede representar una carga médica, económica y social para el paciente y la sociedad. Para tratar adecuadamente a los pacientes, es preciso conocer este tipo de lesión, incluyendo su epidemiología y fisiopatología, las complicaciones médicas agudas y crónicas que pueden aparecer, así como las necesidades sociales y de rehabilitación prolongada que conlleva (Christodoulou *et al.*, 2019; Gedde, Lilleberg, Assmus, Gilhus, & Rekand, 2019; Mandigo, Kaiser, & Angevine, 2011; Taylor *et al.*, 2019; Ullah & Rathore, 2018).

La epidemiología de la lesión medular en relación a incidencia y prevalencia de la misma, cambia de acuerdo a particularidades de cada población, a la variedad etiológica y la metodología de los estudios. En revisiones realizadas no parecen existir cambios importantes en dichas cifras en los últimos años.

La mayoría de los estudios epidemiológicos son retrospectivos, tienen en cuenta la lesión medular traumática y han sido llevados a cabo en países desarrollados. Dado el tamaño actual de la población estadounidense de 328 millones de personas, un cálculo reciente mostró que la incidencia anual de lesiones de la médula espinal (SCI) es de aproximadamente 54 casos por millón de personas en los Estados Unidos, o unos 17,730 nuevos casos de SCI cada año (National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2021).

Entre las limitaciones más frecuentes que puede dejar la lesión medular encuentra las alteraciones de la marcha por lo que recuperación de la misma constituye una de las prioridades de los pacientes (Alashram, Annino, & Padua, 2021; Tan *et al.*, 2021).

Tradicionalmente, los programas rehabilitadores de reeducación de la marcha en la lesión medular, han incluido el entrenamiento y la readaptación de los restos motores, el uso de la musculatura supralesional y la sustitución o implementación del soporte de carga y propulsión mediante distintos tipos de ortesis y ayudas técnicas (Abou, Malala, Yarnot, Alluri, & Rice, 2020; Aguirre, Perez, Quinzanos, Perez, & Barrera, 2019). Siendo el objetivo fundamental el desarrollo de estrategias compensadoras de las limitaciones (Atrice, Morrison, & McDowell, 2005; Behrman & Hakerma, 2007; Fulk, Schimtz, & Behrman, 2007).



El entrenamiento de la marcha en lesiones medulares se adapta a la musculatura residual existente, de forma que el tipo de marcha a alcanzar y las ayudas técnicas para la marcha (andador o bastones canadienses) dependen de la fuerza presente en los distintos grupos musculares.

El trabajo de rehabilitación física se enfoca a trabajar o restaurar los determinantes esenciales de la marcha, que se traduce en mantener o ampliar la amplitud articular, a desarrollar la musculatura, a normalizar el tono, y a reestablecer la coordinación y el equilibrio. A la vez que se trabajan específicamente los determinantes de marcha se van desarrollando las estrategias de compensación que facilitan el desplazamiento en función de las limitaciones (Alajam, Alqahtanti, Frederick, & Liu, 2020; Barati, Kamyab, & Kamali, 2020; Saha, 2020).

Para lograr esto en el Centro Internacional de Restauración Neurológica el equipo multidisciplinario encabezado por un neurólogo, ha desarrollado una estrategia de trabajo que está sustentada en un sistema multifactorial intensivo de 2 sesiones diarias de lunes a viernes y 1 sesión el sábado en que se realizan actividades de movilizaciones de las articulaciones por debajo del nivel de lesión, ejercicios para desarrollar la musculatura por encima del nivel de la lesión y de estimular la musculatura con potencialidad de recuperación para las lesiones incompletas, al mismo tiempo se trabajara para inhibir o facilitar un tono muscular adecuado. Cuando el equipo considera que el paciente está en condiciones tanto físicamente como mentalmente se inicia el trabajo de la marcha.

En dependencia del nivel y de las características de cada paciente basadas en su pronóstico funcional para la marcha, se prescriben las ortesis adecuadas comenzando por el trabajo de equilibrio del tronco en bipedestación las descargas de peso y posteriormente con el desplazamiento del cuerpo.

Por la importancia que tiene la rehabilitación de la marcha para el paciente para lograr su pronta incorporación a la sociedad se hace necesario analizar la influencia de los programas o protocolos de actuación sobre los mismos. En el Centro Internacional de Restauración Neurológica, los pacientes lesionados medulares son sometidos a un programa de rehabilitación integral multifactorial e intensiva que incluyen 6 horas de rehabilitación física en las cuales se desarrolla actividades físicas para lograr una marcha funcional, aunque el trabajo que se desarrolla de acuerdo a un programa de trabajo con las correspondientes indicaciones metodológicas, la evaluación de la marcha con escalas específicas para lesionados medulares no ha sido detalladas adecuadamente en estudios previos de lo que se desprende como objetivo único de la investigación evaluar la marcha en los pacientes lesionados medulares en el Centro Internacional de Restauración Neurológica.



MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la investigación se elaboró un diseño metodológico con las siguientes características:

Tipo de estudio: descriptivo. Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y el registro de la información tuvo un carácter retrospectivo.

Población y muestra: de una población de 60 pacientes lesionados medulares atendidos en el Centro Internacional de Restauración Neurológica entre los años 2017- 2019 se seleccionó una muestra aleatoria de 30 pacientes que cumplieron con los criterios

Criterio de inclusión del estudio:

- Pacientes con lesiones medulares entre T1 y L12.
- Pacientes que realizaron entrenamiento de marcha.
- Pacientes con un tiempo rehabilitación entre 2 y 3 meses (Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4).

Distribución de la muestra:

Tabla 1 - Distribución por sexo

	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	13	43,3
Masculino	17	56,7
Total	30	100,0

Tabla 2 - Distribución por tiempo con la lesión medular

	Frecuencia	Porcentaje
1	4	13,3
2	8	26,7
3	7	23,3
4	6	20,0
5	3	10,0
6	2	6,7
Total	30	100,0



Tabla 3 - Distribución por región afectada

	Frecuencia	Porcentaje
Dorsales	18	60,0
Lumbares	12	40,0
Total	30	100,0

Tabla 4 - Distribución por tiempo empleado en la rehabilitación de la marcha

	Frecuencia	Porcentaje
2 meses	17	56,7
3 meses	13	43,3
Total	30	100,0

Metodología del estudio

Una vez seleccionada la muestra del estudio se procedió a la revisión de los documentos de la rehabilitación (expedientes de rehabilitación) donde se extrajo los datos generales y la evaluación de la marcha según el Índice de marcha para lesiones de la médula espinal versión II al inicio y al final del periodo de rehabilitación dichos datos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS 28, para obtener la estadística descriptiva y realizar el análisis inferencial correspondiente utilizando la prueba de Wilcoxon para determinar si los cambios en los pacientes fueron estadísticamente significativos.

El entrenamiento de la marcha se realizó de la forma convencional.

Índice de marcha para lesiones de la médula espinal (WISCI II) Descriptores (Ditunno-Jr et al., 2013)

La limitación física para caminar secundaria a una discapacidad se define a nivel de persona e indica la capacidad de una persona para caminar después de una lesión de la médula espinal. El desarrollo de este índice de evaluación requirió un orden de clasificación a lo largo de una dimensión de discapacidad, desde el nivel de discapacidad más grave (0) hasta la discapacidad menos grave (20) según el uso de dispositivos, aparatos ortopédicos y asistencia física de una o más personas. El orden de los niveles sugiere que cada nivel sucesivo es un nivel menos deteriorado que el anterior. La clasificación de gravedad se basa en la gravedad o la deficiencia y no en la independencia funcional en el entorno. Las siguientes definiciones estandarizan los términos utilizados en cada ítem:

- Asistencia física: La asistencia física de dos personas es asistencia de moderada a máxima.
- La "asistencia física de una persona" es una asistencia mínima a moderada.
- "Contacto mínimo" es una asistencia mínima.
- Aparatos ortopédicos: "Aparatos ortopédicos" significa uno o dos aparatos ortopédicos, ya sea de pierna corta o larga.



- (La ferulización de las extremidades inferiores para estar de pie se considera un aparato ortopédico para piernas largas).
- "Sin aparatos ortopédicos" significa que no hay aparatos ortopédicos en ninguna pierna.
- Andador: "Andador" es un andador rígido convencional sin ruedas.
- Muletas: Las "muletas" pueden ser Lofstrand (canadiense) o axilares.
- Bastón: "Bastón" es un bastón recto convencional.

Descripción del nivel:

1. Incapaz de ponerse de pie y/o participar en la marcha asistida.
2. Deambula en barras paralelas, con aparatos ortopédicos y asistencia física de dos personas, pero menos de 10 m.
3. Deambula en barras paralelas, con aparatos ortopédicos y asistencia física de dos personas, 10m.
4. Deambula en barras paralelas, con aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10 m.
5. Deambula en barras paralelas, sin aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10 m.
6. Deambula en barras paralelas, sin aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10m.
7. Deambula con andador, con aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10 m.
8. Deambula con dos muletas, con aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10m.
9. Deambula con andador, sin aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10m.
10. Deambula con andador, con aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10m.
11. Deambula con un bastón/muleta, con aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10m.
12. Deambula con dos muletas, sin aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10 m.
13. Deambula con dos muletas, con aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10m.
14. Deambula con andador, sin aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10 m.
15. Deambula con un bastón/muleta, sin aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10m.
16. Deambula con un bastón/muleta, con aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10m.
17. Deambula con dos muletas, sin aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10m.
18. Deambula sin aparatos, sin aparatos ortopédicos y asistencia física de una persona, 10m.
19. Deambula sin dispositivos, con aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10m.
20. Deambula con un bastón/muleta, sin aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10 m.
21. Deambula sin dispositivos, sin aparatos ortopédicos y sin asistencia física, 10 m.



RESULTADOS

Para determinar la evolución de la marcha de los pacientes después de la rehabilitación se realizaron análisis de la muestra de acuerdo al sexo, región afectada, tiempo de tratamiento y de forma general; partiendo de la hipótesis estadística de nulidad y poder determinar si el tratamiento empleado para desarrollar la marcha es capaz de producir cambios significativos en la marcha.

Hipótesis

- H_0 = No existen cambios en el Índice de marcha para lesiones de la médula espinal al inicio y al final.
- H_1 = Existen cambios en el Índice de marcha para lesiones de la médula espinal al inicio y al final.

Nivel de significancia

Para las pruebas de rangos con signo de Wilcoxon se estableció nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5 \% = 0,05 \%$

Tabla. 5 - Prueba de rangos con signo de Wilcoxon^a por sexo

	Sexo			
	Femenino		Masculino	
	Z	Sig. Asintótica (bilateral)	Z	Sig. Asintótica (bilateral)
Índice de marcha para lesiones de la médula espinal final - Índice de marcha para lesiones de la médula espinal inicial	-	,001	-	,000
	3,189 ^b		3,636 ^b	

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 5, se muestran los resultados de la prueba de rangos con signos de Wilcoxon de la muestra dividida por sexo en la que se observan que los pacientes al aplicar la escala de marcha antes y después del tratamiento con independencia del sexo presentan resultados significativos (Tabla 5).

Tabla 6 - Prueba de rangos con signo de Wilcoxon^a por región afectada

	Región afectada			
	Dorsal		Lumbar	
	Z	Sig. Asintótica (bilateral)	Z	Sig. Asintótica (bilateral)
Índice de marcha para lesiones de la médula espinal final - Índice de marcha para lesiones de la médula espinal inicial	-	,000	-	,002
	3,764 ^b		3,071 ^b	



- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.
b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 6, se muestran los resultados de la prueba de rangos con signos de Wilcoxon de la muestra dividida por región afectada en la que se observan que los pacientes al aplicar la escala de marcha antes y después del tratamiento presentan resultados significativos tanto los pacientes con afectación en los segmentos dorsales como lumbares (Tabla 6).

Tabla 7 - Prueba de rangos con signo de Wilcoxon^a por tiempo de rehabilitación de la marcha

	Tiempo empleado en la rehabilitación de la marcha			
	2 meses		3 meses	
	Z	Sig. Asintótica (bilateral)	Z	Sig. Asintótica (bilateral)
Índice de marcha para lesiones de la médula espinal final - Índice de marcha para lesiones de la médula espinal inicial	-	,000	-	,001
	3,642 ^b		3,184 ^b	

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.
b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 7, se muestran los resultados de la prueba de rangos con signos de Wilcoxon de la muestra dividida por tiempo de rehabilitación en la que se observan que los pacientes al aplicar la escala de marcha antes y después del tratamiento presentan resultados significativos realizando la rehabilitación por dos o tres meses (Tabla 7).

Tabla 8 - Prueba de rangos con signo de Wilcoxon^a de la muestra de forma general

	Z	Sig. Asintótica (bilateral)
Índice de marcha para lesiones de la médula espinal final - Índice de marcha para lesiones de la médula espinal inicial	-4,798 ^b	,000

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.
b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 8, se muestran los resultados de la prueba de rangos con signos de Wilcoxon de la muestra en su conjunto en la que se observan que los pacientes al aplicar la escala de marcha antes y después del tratamiento presentan resultados significativos (Tabla 8).

DISCUSIÓN

En el análisis de los datos obtenidos, se puede decir que los resultados obtenidos en todos los aspectos fueron significativos pero este resultado no puede llegar a establecer inferencias generalizadas basadas en lo observado, por lo que trataremos de hacer planteamientos desde el punto de vista objetivos que logren contextualizar el estudio.



Si realizamos el análisis por sexo y por región afectada los hallazgos en nuestro estudio se corresponden con lo obtenido en su estudio (Benito-Penalva *et al.*, 2012) en el cual plantea que una respuesta positiva asociada al entrenamiento no se verá afectada por la etiología de la lesión, edad, sexo o nivel de lesión. Contrario a lo encontrado por un grupo de investigadores (Richard-Denis, Benazet, Thompson, & Mac-Thiong, 2020) en el cual determinaban las prioridades de la rehabilitación funcional y las mujeres en el caso de la movilidad aventajaban a los hombres.

Con relación a al tiempo de rehabilitación de la marcha, la muestra mostro resultados positivos tanto para los pacientes con dos como con tres meses de entrenamiento coincidiendo con un estudio sobre el entrenamiento de marcha con robot-asistida en que los cambios significativos se observan entre cinco semanas y tres meses (Midik, Paker, Bugdayci, & Midik, 2020). También otros estudios plantean que el entrenamiento con robot-asistida, o con exoesqueletos (Kanazawa, Yoshikawa, Koseki, Takeuchi, & Mutsuzaki, 2019; Wu *et al.*, 2018) presenta resultados superiores el entrenamiento convencional.

La mayoría de los estudios que se realizan en la actualidad con relación a la rehabilitación de la marcha en lesionado medular se basan en la utilización de las nuevas tecnologías (Manns, Hurd, & Yang, 2019; Okawara *et al.*, 2020; Stampacchia *et al.*, 2020), pero es importante también que se desarrollen estudios con el entrenamiento convencional ya que el por costo de la utilización de las nuevas tecnologías no son accesibles para todos.

CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados por el estudio nos permiten concluir que los pacientes con lesiones medulares dorsales o lumbares que realicen actividades de marcha en el Centro Internacional de Restauración Neurológica con un periodo de entre 2 o 3 meses tendrán una gran probabilidad de mejorar significativamente su marcha independientemente de sexo o del nivel de lesión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abou, L., Malala, V., Yarnot, R., Alluri, A., & Rice, L. A. (2020). Effects of Virtual Reality Therapy on Gait and Balance Among Individuals With Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair*, 34(5), pp. 375-388. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32270736>
- Aguirre, A., Perez, A., Quinzanos, J., Perez, R., & Barrera, A. (2019). Walking speed is not the best outcome to evaluate the effect of robotic assisted gait training in people with motor incomplete Spinal Cord Injury: A Systematic Review with meta-analysis. *J Spinal Cord Med*, 42(2), pp. 142-154. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29065788>



- Alajam, R. A., Alqahtanti, A. S., Frederick, J., & Liu, W. (2020). The feasibility of an 8-Week walking training program using a novel assistive gait training device in individuals with spinal cord injury. *Disabil Rehabil Assist Technol*, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1805801>
- Alashram, A., Annino, G., & Padua, E. (2021). Robot-assisted gait training in individuals with spinal cord injury: A systematic review for the clinical effectiveness of Lokomat. *J Clin Neurosci*, 91, pp. 260-269. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34373038>
- Atrice, M. B., Morrison, S. A., & McDowell, S. L. (2005). Traumatic spinal cord injury. In D. A. Umphred (Ed.), *Neurological rehabilitation*. (5 ed., pp. 605-657). Mosby Inc. <https://www.nature.com/articles/nrdp201718>
- Barati, K., Kamyab, M., & Kamali, M. (2020). Comparison of the quality of life in individuals with spinal cord injury wearing either reciprocating gait orthosis or hip knee ankle foot orthosis: a cross-sectional study. *Disabil Rehabil Assist Technol*, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1685014>
- Behrman, A. L., & Hakerma, S. J. (2007). Physical rehabilitation as an agent for recovery after spinal cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 18, pp. 183-202. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17543768/>
- Benito-Penalva, J., Edwards, D. J., Opisso, E., Cortes, M., Lopez-Blazquez, R., Murillo, N., Costa, U., Tormos, J. M., Vidal-Samso, J., Valls-Sole, J., European Multicenter Study about Human Spinal Cord Injury Study, G., & Medina, J. (2012). Gait training in human spinal cord injury using electromechanical systems: effect of device type and patient characteristics. *Arch Phys Med Rehabil*, 93(3), pp. 404-412. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.08.028>
- Christodoulou, V. N., Varvarousis, D., Theodorou, A., Voulgaris, S., Beris, A., Doulgeri, S., Gelalis, I., & Ploumis, A. (2019). Rehabilitation of the multiple injured patient with spinal cord injury: A systematic review of the literature. *Injury*, 50(11), pp. 1847-1852. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.07.035>
- Ditunno-Jr, J. F., Ditunno, P. L., Scivoletto, G., Patrick, M., Dijkers, M., Barbeau, H., Burns, A. S., Marino, R. J., & Schmidt-Read, M. (2013). The Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI/WISCI II): nature, metric properties, use and misuse. *Spinal Cord*, 51, pp. 346-355. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23459122/>
- Fulk, G., Schimtz, T. J., & Behrman, A. L. (2007). Traumatic spinal cord injury. In S. B. O'Sullivan (Ed.), *Physical rehabilitation-assessment and treatment* (pp. 937-998). F.A.Davis Company. <https://www.worldcat.org/es/title/physical-rehabilitation-assessment-and-treatment/oclc/29913774>
- Gedde, M. H., Lilleberg, H. S., Assmus, J., Gilhus, N. E., & Rekand, T. (2019). Traumatic vs non-traumatic spinal cord injury: A comparison of primary rehabilitation outcomes and complications during hospitalization. *J Spinal Cord Med*, 42(6), pp. 695-701. <https://doi.org/10.1080/10790268.2019.1598698>



- Kanazawa, A., Yoshikawa, K., Koseki, K., Takeuchi, R., & Mutsuzaki, H. (2019). A Consecutive 25-Week Program of Gait Training, Using the Alternating Hybrid Assistive Limb (HAL((R))) Robot and Conventional Training, and Its Effects on the Walking Ability of a Patient with Chronic Thoracic Spinal Cord Injury: A Single Case Reversal Design. *Medicina (Kaunas)*, 55(11). <https://doi.org/10.3390/medicina55110746>
- Mandigo, C. E., Kaiser, M., & Angevine, P. D. (2011). Lesión medular. In L. P. Rowland & T. A. Pedley (Eds.), *Neurología de Merritt* (12 ed., pp. 1031-1048). Lippincott Williams & Wilkins. (Reprinted from Not in File). https://books.google.com.cu/books/about/Neurolog%C3%ADa_de_Merritt.html?id=cJjicQAACAAJ&redir_esc=y
- Manns, P. J., Hurd, C., & Yang, J. F. (2019). Perspectives of people with spinal cord injury learning to walk using a powered exoskeleton. *J Neuroeng Rehabil*, 16(1), p. 94. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0565-1>
- Midik, M., Paker, N., Bugdayci, D., & Midik, A. C. (2020). Effects of robot-assisted gait training on lower extremity strength, functional independence, and walking function in men with incomplete traumatic spinal cord injury. *Turk J Phys Med Rehabil*, 66(1), pp. 54-59. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2020.3316>
- National Spinal Cord Injury Statistical Center. (2021, Marzo 2021). *Facts and Figures at a Glance*. Birmingham, AL: University of Alabama at Birmingham. <https://medicine.umich.edu/sites/default/files/content/downloads/NSCISC%20SCI%20Facts%20and%20Figures%202021.pdf>
- Okawara, H., Sawada, T., Matsubayashi, K., Sugai, K., Tsuji, O., Nagoshi, N., Matsumoto, M., & Nakamura, M. (2020). Gait ability required to achieve therapeutic effect in gait and balance function with the voluntary driven exoskeleton in patients with chronic spinal cord injury: a clinical study. *Spinal Cord*, 58(5), pp 520-527. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0403-0>
- Richard-Denis, A., Benazet, D., Thompson, C., & Mac-Thiong, J. M. (2020). Determining priorities in functional rehabilitation related to quality of life one-year following a traumatic spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*, 43(2), pp. 241-246. <https://doi.org/10.1080/10790268.2018.1517138>
- Saha, S. (2020). Role of Virtual Reality in Balance Training in Patients with Spinal Cord Injury: A Prospective Comparative Pre-Post Study. *Asian Spine J*, 14(2), pp. 264-265. <https://doi.org/10.31616/asj.2020.0051.r1>
- Staas, W. E., Formal, C., Freedman, M. K., Fried, G. W., & Schmidt, M. E. (1998). Spinal cord injury and spinal cord injury medicine. In J. A. Delisa & B. M. Gans (Eds.), *Rehabilitation Medicine. Principles and practice* (pp. 1259-1292). Lippincott-Raven Publishers. https://books.google.com.cu/books/about/Rehabilitation_Medicine.html?id=EdVsQgAACAAJ&utm_source=gb-gplus-shareRehabilitation



- Stampacchia, G., Olivieri, M., Rustici, A., D'Avino, C., Gerini, A., & Mazzoleni, S. (2020). Gait rehabilitation in persons with spinal cord injury using innovative technologies: an observational study. *Spinal Cord*, 58(9), pp. 988-997. <https://doi.org/10.1038/s41393-020-0454-2>
- Tan, K., Koyama, S., Sakurai, H., Teranishi, T., Kanada, Y., & Tanabe, S. (2021). Wearable robotic exoskeleton for gait reconstruction in patients with spinal cord injury: A literature review. *J Orthop Translat*, 28, pp. 55-64. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33717982>
- Taylor, S. M., Cheung, E. O., Sun, R., Grote, V., Marchlewski, A., & Addington, E. L. (2019). Applications of complementary therapies during rehabilitation for individuals with traumatic Spinal Cord Injury: Findings from the SCIRehab Project. *J Spinal Cord Med*, 42(5), pp. 571-578. <https://doi.org/10.1080/10790268.2018.1481693>
- Ullah, S., & Rathore, F. A. (2018). Neurological Recovery In Traumatic Spinal Cord Injury: Role Of Multidisciplinary Spinal Rehabilitation In Improving Outcomes. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 30(4), 620-621. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30632352>
- Wu, C. H., Mao, H. F., Hu, J. S., Wang, T. Y., Tsai, Y. J., & Hsu, W. L. (2018). The effects of gait training using powered lower limb exoskeleton robot on individuals with complete spinal cord injury. *J Neuroeng Rehabil*, 15(1), pp. 14. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0355-1>

Conflicto de intereses:

Los autores deben declarar que no poseen conflicto de intereses respecto a este texto.

Contribución de autoría:

Alexander Echemendía del Valle: Conceptualización, curación de datos, análisis de datos.

Reinaldo Gómez Pérez: Curación de datos.

Armando Sentmanat Belisón: Metodología, revisión crítica del documento.

Bárbara Yumila Noa Pelier: Revisión crítica del documento.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial
Compartir igual 4.0 Internacional

Copyright (c) 2023 Alexander Echemendía del Valle, Armando Sentmanat Belisón,
Bárbara Yumila Noa Pelier, Reinaldo Gómez Pérez