

## **Estudio preliminar para la introducción del Treadmill y el equipo de soporte parcial del peso corporal en el sistema de neurorehabilitación multifactorial intensiva. Presentación de casos.**

### Introducción

El tema de la marcha humana ha sido de interés para el hombre desde que experimentó limitaciones en la locomoción. El análisis de la traslación humana reserva para la investigación un elemento de gran complejidad e interés, pues se unen dialécticamente factores mecánicos y biológicos en un mismo sistema, como única forma de lograr esa extraordinaria bioadaptación del hombre a las energías particulares del medio. La pérdida total o parcial de las facultades motrices en el hombre tiene una influencia de igual magnitud sobre la bipedestación y la marcha. La forma de restablecer en lo posible las facultades motrices pertenece a la rehabilitación como también pertenece la forma de reeducar la marcha cuando ella no es funcional. La mayoría de las enfermedades neurológicas inciden negativamente en los patrones funcionales de la marcha o incapacitan total o parcialmente al paciente para caminar.

En los últimos años se ha difundido por el mundo el uso en la rehabilitación de diferentes enfermedades neurológicas de la estera eléctrica para el entrenamiento de la marcha (Treadmill-TM), y su combinación con el equipo de soporte de peso parcial del cuerpo (SPPC), del inglés Partial Body Weight Support. Platz, Hesse y Mauritz (1), reportaron los beneficios de su introducción y los pre-requisitos metodológicos que se deben cumplir para su aplicación en la rehabilitación.



El Treadmill fue utilizado por Ding y col. (2) en el entrenamiento de ratas con oclusión provocada de la arteria cerebral media, para conocer las modificaciones que ocurrían post-entrenamiento en la plasticidad sináptica del núcleo subtalámico, sugiriendo que este tipo de entrenamiento motor influye en el equilibrio y la coordinación, y facilita la sinaptogénesis en el Tálamo. En un estudio anterior, Wang, Yang y Yu (3), en Taiwán, reportaron que el uso del Treadmill disminuyó la isquemia cerebral en modelos animales con ratas.

En los últimos 5 años, son muchos los especialistas en rehabilitación que han reportado el empleo del entrenamiento con el Treadmill para tratar pacientes con accidente cerebro vascular (AVC-Stroke), con buenos resultados. MacKay-Lyons y Makrides (4), reportaron su uso en 29 pacientes con Stroke, mejorando la capacidad para la ejercitación de estos en 1 mes, pero dejan abierta la explicación acerca de las bases fisiológicas que la provocan. Pohl y col. (5) reportaron que el entrenamiento con el Treadmill acelera la recuperación de la marcha en pacientes con hemiparesia causada por stroke, considerándola como una estrategia dinámica e integradora de rehabilitación.

Harris-Love y col. (6), reportaron los beneficios obtenidos por 18 pacientes-30,5 meses de promedio post-stroke con marcha hemiparética, al entrenarse con el Treadmill, adquiriendo patrones de marcha más consistentes y simétricos. Dejaron abierta la interrogante de la influencia que pudiera tener con mayor tiempo de entrenamiento para el reaprendizaje y en la neuroplasticidad en pacientes hemiparéticos crónicos.

Silver y col. (7), reportaron que el uso del Treadmill mejoró la velocidad, la cadencia y otras variables de la marcha en 5 pacientes con hemiparesia crónica estable, que fueron sometidos 3 veces por semana durante 3 meses al entrenamiento aeróbico con este equipo.

En 1998, Visintin y col. (11) reportaron como nueva forma de tratamiento en pacientes con ACV el uso del TM combinado con el SPPC, en 50 sujetos que fueron sometidos 6 semanas a este tipo de entrenamiento. Los resultados reportados indican la mejoría de las habilidades de la marcha en los pacientes sometidos a esta estrategia, contra los que trabajaron con el 100% de su peso corporal, y la sugirieron como una estrategia dinámica e integradora.

En el año 1999, Smith y col. (9) habían reportado mejoría en los niveles de fuerza muscular y en la movilidad funcional de 14 pacientes hemiparéticos con ACV crónico, sometidos al entrenamiento con el Treadmill con tareas específicas orientadas.

Sin embargo, Liston y col. (8), en el año 2000, hicieron una comparación entre los efectos de la Fisioterapia Convencional y el reentrenamiento con el Treadmill en pacientes con severos desórdenes de la marcha, producto de enfermedad cerebro vascular, y no reportaron diferencias significativas entre ambas formas de rehabilitación. También en este año, Wilson y col. (10), publicaron los lineamientos para el uso del Treadmill en la aplicación de terapéuticas efectivas con un mínimo costo. Actualmente el uso del Treadmill (TM) en enfermedades cerebro vasculares ha sido asociado a otro aparato auxiliar, el Soporte de peso parcial del cuerpo (SPPC).

En el 2001, Laufer, Dickstein, Chefezy y Marcivitz (12), reportaron una mayor efectividad de la combinación TM-SPPC, sobre la terapia convencional para re-entrenar la marcha en pacientes post ACV, destacando la mayor recuperación de los parámetros de la marcha, el tiempo de estancia individual y la actividad del músculo gastrocnemios.

Miyai y col. (13), destacan sus hallazgos al aplicar la combinación TM-SPPC, refiriendo que múltiples áreas motoras, incluyendo la corteza premotora y al área premotora suplementaria, desempeñan roles importantes en la restauración de la marcha en pacientes con ACV severo.

El uso del TM y del SPPC ha sido empleado en pacientes con Lesiones Medulares Espinales. Dietz y col. (14,15) reportaron en 1998, en Suiza, el uso de la combinación TM-SPPC en pacientes parapléjicos con lesión caudal y pronosticaron su uso en otros tratamientos clínicos. También en ese año, Ijzerman y col. (16), estudiaron el empleo del TM en 5 pacientes parapléjicos con lesión entre T9 - T12, que utilizaban ortesis, logrando estandarizar la velocidad de la marcha. Wernig, Nanassy y Muller (17), en Alemania, estudiaron el uso del TM con pacientes parapléjicos y tetrapléjicos, 35 crónicos y 41 agudos, sugirieron su uso tanto para pacientes agudos como crónicos, e infirieron su posible uso en otras enfermedades neurológicas.

En el 2000, Dietz (18) reportó sus resultados con la combinación TM-SPPC, en pacientes parapléjicos, refiriendo la activación de los circuitos neurales y el posible punto gatillo para la reparación de las fibras del tracto espinal, en el futuro.

En el 2002, Abel, Schablowski, Rupp y Gerner (19) estudiaron 7 pacientes parapléjicos y 10 sujetos en un grupo control, entrenados con el TM y monitoreados con un sistema de análisis de la marcha y videos. Sus resultados indican la posibilidad del uso de la combinación TM-SPPC para instaurar patrones fisiológicos de marcha en pacientes parapléjicos que empleen ortesis, sin riesgos de stress o efectos negativos significativos.

Dietz, Muller y Colombo(20), reportaron la importancia que reviste el uso de la combinación TM-SPPC como retroalimentación en los receptores de rodillas y tobillos y la activación de la musculatura de las piernas, en pacientes parapléjicos y tetrapléjicos, con el uso de ortesis, y su repercusión para recuperar la locomoción. También Rupp, Eberhard, Schreier y Colombo (21), reportaron acerca de la terapia de la marcha con pacientes parapléjicos y sus beneficios.

Otra enfermedad neurológica donde aparecen reportes, en los últimos 5 años, para la rehabilitación de la marcha con la combinación TM-SPPC, es la Enfermedad de Parkinson. En el 2000, Miyai y col. (22) utilizan la combinación TM-SPPC para estudiar los efectos de la Enfermedad de Parkinson, concluyendo que este tipo de terapia produce mayor mejoría en las actividades de la vida diaria, la ejecución motora y la deambulaci3n, que otras terapias físicas. En el 2002, nuevamente Miyai y col.(23), emplearon la combinaci3n TM-SPPC para demostrar sus efectos a largo plazo en pacientes con EP, concluyendo que la terapia era efectiva en un prolongado período de tiempo para corregir la marcha a pasos cortos propia de la EP.

Tambi3n, aparecen reportes, en los últimos 5 años, del uso del TM y el SPPC en otras enfermedades neurológicas como las Ataxias por Traumas Cráneo Encefálicos y por Stroke(24), Ataxia Cerebelosa (25), Ataxia de Friedreich (26) y Atrofia Olivopontocerebelosa (27), entre otras.

El presente trabajo tiene como objetivo central, hacer una valoraci3n preliminar de los resultados obtenidos en el estudio preliminar realizado por el Grupo de Fisioterapia del Centro Internacional de Restauraci3n Neurológica(CIREN), para la introducci3n de esta tecnología en el Sistema de Neurorrehabilitaci3n Multifactorial Intensiva que aplica esta instituci3n.

## Material y métodos

### Caracterizaci3n de la muestra

- Se estudiaron 6 pacientes portadores de enfermedades neurológicas con imposibilidad de realizar la marcha funcional o incapacitados para caminar.
- De los pacientes estudiados, 2 pacientes eran portadores de Esclerosis Múltiple, 2 pacientes portadores de ACV y 2 pacientes portadores de LME bajas que usaban ortesis. La selecci3n se hizo en forma aleatoria.
- La edad promedio fue de 45 años (Máx.: 58 años y Mín.: 18 años).
- 5 pacientes eran del sexo masculino y 1 paciente del sexo femenino.
- El tiempo promedio de evoluci3n de la enfermedad fue de 5,3 años (Máx.: 15 años y Mín.: 1 año).

### Metodología

- Se aplicó una evaluaci3n inicial en el Laboratorio de Evaluaci3n Integral Psicomotriz del CIREN (LEIS), con la batería de pruebas correspondiente a cada enfermedad (28).
- Se administró el programa de actividades correspondiente al Treadmill y al Equipo de Soporte Parcial del Peso Corporal (Fig. 1), durante una hora diaria, compuesto por:
  - a. Ejercicios para la correcci3n postural.
  - b. Patrones estáticos de la marcha.

- c. Patrones dinámicos de la marcha con modulación del peso corporal con soporte y velocidad de la estera del Treadmill.
- Se aplicó la evaluación final en el Laboratorio de Evaluación Integral Psicomotriz del CIREN.
  - Se analizaron los resultados obtenidos mediante la comparación casuística de inicio-final del tratamiento mediante la Tabla de Normalización del LEIS en los Porcentajes de Eficiencia y el Índice de Hausser (28) en los casos correspondientes a los pacientes lesionados medulares.



**Fig. 1** Paciente con ACV entrenando con el Treadmill y el equipo de Soporte Parcial del Peso Corporal.

#### Resultados preliminares

**Tabla 1**  
Comportamiento de los parámetros de entrenamiento.

Pac.	Uso Soporte		Apoyo %		Velocidad Treadmill (MPH)		Sesiones (No.)
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
1	Si	Si	30 %	50 %	0,5	1,2	8
2	Si	No	100 %	100 %	0,5	2,9	10
3	Si	Si	40 %	100 %	0,1	1,6	20
4	Si	Si	40 %	80 %	0,3	2,0	15
5	Si	No	80 %	100 %	0,5	1,8	28
6	Si	No	40 %	100 %	0,2	1,2	25

La Tabla 1 refleja las variaciones que ocurrieron en los parámetros relacionados con el entrenamiento de los pacientes donde se puede apreciar que 3 pacientes al final del estudio no requirieron de uso del soporte para caminar sobre el Treadmill. Por otra parte, se observa que 5 de los 6 pacientes mejoraron notablemente el apoyo sobre sus pies durante el entrenamiento. La velocidad de la marcha en todos los casos mejoró a parámetros superiores al doble de las cifras iniciales.

La selección aleatoria de los pacientes provocó, que en la muestra se incluyeran pacientes que ya estaban recibiendo el tratamiento de rehabilitación física y causaron alta de la institución antes de completar el mínimo de 20 sesiones, como es el caso de los pacientes 1, 2 y 4, lo que puede haber incidido en los buenos resultados obtenidos. El resto de los pacientes recibió 20 sesiones o más de tratamiento con esta tecnología.

**Tabla 2**

Comportamiento de la evaluación del LEIS.

Pac.	Cantidad % Pasos		Tiempo % Ejecución		Amplitud % Pasos		Índice Hausser		Sesiones (No.)
	Eficiencia Inicial	Final	Eficiencia Inicial	Final	Eficiencia Inicial	Final	Inicial	Final	
1	47,47	58,80	38,48	45,80	61,40	80,17	*****	****	8
2	100	100	100	100	81,10	100	*****	****	10
3	*****	*****	*****	*****	*****	*****	8	8	20
4	85,13	98,23	54,52	55,48	68,48	89,11	*****	****	15
5	62,40	68,50	41,19	54,42	48,72	64,65	*****	****	28
6	*****	*****	*****	*****	*****	*****	8	8	25

La Tabla 2 recoge los parámetros evaluados en el Laboratorio de Evaluación Integral Psicomotriz del CIREN, que posee pruebas estandarizadas y patrones normalizados de sujetos sanos y escalas internacionales reconocidas, como es el caso del Índice de Hausser. En la tabla, se observan cambios positivos en los Por Cientos de Eficiencia de las 3 pruebas aplicadas a 4 de los pacientes estudiados. Sin embargo, los datos registrados en los pacientes que fueron evaluados con el Índice de Hausser no sufrieron modificación alguna.

## Discusión

Los resultados preliminares obtenidos, permiten apreciar que los parámetros de entrenamiento utilizados con el Treadmill y el Equipo de Soporte Parcial del Peso Corporal, variaron favorablemente en función de la recuperación de los patrones de marcha de todos los pacientes estudiados. En el caso de los pacientes 2, 5 y 6, se observa que finalizaron sus sesiones de rehabilitación con esta tecnología, sin usar el soporte, con el 100% de apoyo sobre la estera y con una velocidad de entrenamiento superior a 1,0 MPH, empleando entre 10 y 25 sesiones de trabajo. Estos resultados son similares a los reportados por Silver y col. (7), por Smith y col. (9) y Visintin y col. (11). En el caso de los pacientes 1, 3 y 4, aunque finalizaron sus sesiones de rehabilitación utilizando el soporte, mejoraron el por ciento de apoyo sobre la estera en un 20% o más, trabajando con velocidades de entrenamiento entre 1,2 y 2,0 MPH, y empleando entre 8 y 20 sesiones de trabajo (Tabla 1). Resultados similares fueron reportados Laufer y col. (12), en sus estudios del 2001.

Los resultados de las evaluaciones aplicadas en el LEIS muestran que los pacientes 1, 2, 4, y 5, portadores de ACV o Esclerosis Múltiple, mejoraron el % de Eficiencia en la Cantidad de Pasos, el Tiempo de Ejecución de la Tarea Motora y la Amplitud de los Pasos, pruebas que integraron la batería de evaluación. Aparentemente, existe relación entre la cantidad de sesiones de entrenamiento administradas y el aumento del % de Eficiencia de las pruebas aplicadas. En el caso de los pacientes 3 y 6, portadores de paraplejías, el Índice de Hausser aplicado parece no tener la sensibilidad suficiente para discriminar los cambios funcionales de la marcha logrados por los pacientes (Tabla 2). Estos resultados prácticos fueron similares a los reportados por Abel y col. (19) y por Dietz y col. (20) en el 2002 en sus estudios con pacientes parapléjicos por lesiones medulares espinales.

## Conclusiones

El estudio preliminar aplicado para la introducción de la nueva tecnología del Treadmill y el Equipo de Soporte Parcial del Peso Corporal en el Sistema de Neurorrehabilitación Multifactorial Intensiva, permite concluir preliminarmente que:

- Los resultados obtenidos son similares a los reportados en la literatura internacional en los últimos 5 años incluyendo esta tecnología en el Sistema de Neurorrehabilitación Multifactorial Intensiva.
- Permite pronosticar que los pacientes con discapacidad parcial o total para caminar, portadores de ACV, Esclerosis Múltiple o Lesiones Medulares Bajas incompletas que usen ortesis, pueden ser beneficiados con esta tecnología para reinstaurar los patrones de marcha en un corto período de tiempo.
- La continuación del estudio con una muestra mayor y la inclusión de otras enfermedades neurológicas, puede aportar información más consistente para la inclusión definitiva de esta tecnología en el Sistema de Neurorrehabilitación Multifactorial Intensiva que emplea del CIREN.

## Referencias bibliográficas

- Platz T, Hesse S, Mauritz KH. *Motor rehabilitation after traumatic brain injury and stroke - Advances in assessment and therapy*. Restor Neurol Neurosci 1999; 14(2-3):161-166.
- Ding Y, Li J, Clark J, Díaz FG, Rafols JA. *Synaptic plasticity in thalamic nuclei enhanced by motor skill training in rat with transient middle cerebral artery occlusion*. Neurol Res 2003 Mar; 25(2):189-94.
- Wang RY, Yang YR, Yu SM. *Protective effects of treadmill training on infarction rat*. Brain Res 2001 Dec 13; 922(1):140-3.
- Mackay-Lyons MJ, Makrides L. *Exercise capacity early after stroke*. Arch Phys Med Rehabil 2002 Dec; 83(12):1697-702.
- Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Ruckriem S. *Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: a randomised controlled trial*. Stroke 2002 Feb; 33(2):553-8.
- Harris-Love ML, Forrester LW, Macko RF, Silver KH, Smith GV. *Hemiparetic gait parameters in overground versus treadmill walking*. Neurorehabil Neural Repair 2002; 15(2):105-12.
- Silver KH, Macko RF, Forrester LW, Goldberg AP, Smith GV. *Effects of aerobic treadmill training on gait velocity, cadence, and gait symmetry in chronic hemiparetic stroke: a preliminary report*. Neurorehabil Neural Repair 2000; 14(1):65-71.
- Liston R, Mickelborough J, Harris B, Hann AW, Tallis RC. *Conventional physiotherapy and treadmill re-training for higher-level gait disorders in cerebrovascular disease*. Age Ageing 2000 Jul; 29(4):311-8.
- Smith GV, Silver KH, Goldberg AP, Macko RF. *"Task-oriented" exercise improves hamstring strength and spastic reflexes in chronic stroke patients*. Stroke 1999 Oct; 30(10):2112-8.
- Wilson MS, Qureshy H, Protas EJ, Holmes SA, Krouskop TA, Sherwood AM. *Equipment specifications for supported treadmill ambulation training*. J Rehabil Res Dev 2000 Jul-Aug; 37(4):415-22.
- Visintin M, Barbeau H, Corner-Bitensky N, Mayo NE. *A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation*. Stroke 1998 Jun; 29(6):1122-8.

- Laufer Y, Dickstein R, Chefez Y, Marcovitz E. *The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: a randomised study.* J Rehabil Res Dev 2001 Jan-Feb; 38(1):69-78.
- Miyai I, Yagura H, Oda I, Konishi I, Eda H, Suzuki T, Kubota K. *Premotor cortex is involved in restoration of gait in stroke.* Ann Neurol 2002 Aug; 52(2):188-94.
- Dietz V, Wirz M, Colombo G, Curt A. *Locomotor capacity and recovery of spinal cord function in paraplegic patients: a clinical and electrophysiological evaluation.* Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1998 Apr; 109(2):140-53.
- Dietz V, Wirz M, Colombo G, Curt A. *Locomotor pattern in paraplegic patients: training effects and recovery of spinal cord function.* Spinal Cord 1998 Jun; 36(6):380-90.
- Ijzerman MJ, Baardman G, Hermens HJ, Veltink PH, Boom HB, Zilvold G. *Speed dependence of crutch force and oxygen uptake: implications for design of comparative trials on orthoses for people with paraplegia.* Arch Phys Med Rehabil 1998 Nov; 79(11):1408-1.
- Wernig A, Nanassy A, Muller S. *Maintenance of locomotor abilities following Laufband (treadmill) therapy in para-and tetraplegic persons: follow-up studies.* Spinal Cord 1998 Nov; 36(11):744-9.
- Dietz V. [Focus on current research: improving the mobility of paraplegic patients]. Schweiz Med Wochenschr 2000 Jun 3; 130(22):829-36.
- Abel R, Schablowski M, Rupp R, Gerner HJ. *Gait analysis on the treadmill - monitoring exercise in the treatment of paraplegia.* Spinal Cord 2002 Jan; 40(1):17-22.
- Dietz V, Muller R, Colombo G. *Locomotor activity in spinal cord man: significance of afferent input from joint and load receptors.* Brain 2002 dec; 125(Pt 12):2626-34.
- Rupp R, Eberhard S, Schreier R, Colombo G. [Reha-Stepper locomotion therapy in early rehabilitation of paraplegic patients. Biomed Tech (Berl) 2002; 47 Suppl 1 Pt 2:708-11.
- Miyai I, Fujimoto Y, Ueda Y, Yamamoto H, Nozaki S, Saito T, Kang J. *Treadmill training with body weight support: its effect on Parkinson's disease.* Arch Phys Med Rehabil 2000 Jul; 81(7):849-52.
- Miyai I, Fujimoto Y, Yamamoto H, Ueda Y, Saito T, Nozaki S, Kang J. *Long-term effect of body weight-supported treadmill training in Parkinson's disease: a randomised controlled trial.* Arch Phys Med Rehabil 2002 Oct; 83(10):1370-3.
- Platz T, Hesse S, Mauritz KH. *Motor rehabilitation after traumatic brain injury and stroke - Advances in assessment and therapy.* Restor Neurol Neurosci 1999; 14(2-3):161-166.
- Stolze H, Klebe S, Petersen G, Raethjen J, Wenzelburger R, Witt K, Deuschl G. *Typical features of cerebellar ataxic gait.* J Neurol Neurosurg Psychiatry 2002 Sep; 73(3):310-2.
- Lynch DR, Lech G, Farmer JM, Balcer LJ, Bank W, Chance B, Wilson RB. *Near infrared muscle spectroscopy in patients with Friedreich's ataxia.* Muscle Nerve 2002 May; 25(5):629-31.
- Mishina M, Senda M, Ishii K, Ohyama M, Kitamura S, Katayama Y. *Cerebellar activation during ataxic gait in olivopontocerebellar atrophy: a PET study.* Acta Neurol Scand 1999 dec; 100(6):369-76.
- Sentmanat A. *De vuelta a la vida. Sistema de Neurorrehabilitación Multifactorial Intensiva.* Madrid, Sangova, S.A. 2003 Ago; 182p.

Autores:

Coralina Martínez Hidalgo\*

Jorge Torres Hernández\*\*

Yaneri González Canino\*\*\*

Armando Sentmanat Belisón\*\*\*\*

Anairis Rodríguez Martínez

Amarilys Berroa Bataille\*\*\*\*\*

Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN)

La Habana (Cuba)

\* Licenciada en Tecnología de la Salud, Especializada en Rehabilitación.

\*\* Licenciado en Cultura Física, Técnico de Fisioterapia y Especialista.

\*\*\* Licenciada en Tecnología de la Salud, Especializada en Rehabilitación.

\*\*\*\* Licenciado en Cultura Física. Especialista en Neurorrehabilitación.

\*\*\*\*\* Técnicas de Fisioterapia del Grupo de Fisioterapia del CIREN.

Publicado en <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 9 - N° 67 -  
Diciembre de 2003