

Rehabilitación de la marcha en el daño cerebral adquirido



Raquel Ortiz Hernández
MIR 2 Rehabilitación Hospital Doctor Peset.
Benicàssim, 2 de febrero de 2013

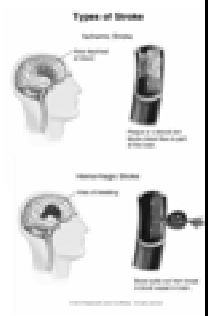


Indice

- Introducción
- Marcha normal
- Marcha hemiparética
- Técnicas clásicas
- Aprendizaje motor orientado a tareas
- Biofeedback
- Dispositivos robóticos
- Estimulación funcional eléctrica
- Evidencia y conclusiones
- Bibliografía

Introducción

- Ictus: una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en adultos en países desarrollados.
- Principal causa de discapacidad en países industrializados.
- Incidencia en Unión Europea: 1 millón casos/año
- Supervivientes: severos déficits neurológicos
- Impacto importante en la vida del paciente, y alto gasto para servicios sanitarios y sociales.
- Tras programa estándar de rehabilitación:
 - 50-60% de los pacientes: cierto grado de déficit motor
 - 50% dependientes para las ABVD



Hemiplejia:

- Una de las discapacidades más comunes tras ictus.
- Influye en el rendimiento de la marcha.

- Movilidad afectada negativamente debido a invalidez residual tras el ictus y discapacidad incluyen desorientación, problemas del equilibrio y disminución del control motor

Pohl et al. 2004

- Tres meses post-ictus, un 20% de los supervivientes al ictus necesitarán silla de ruedas; un 60% marcha limitada.

Hesse et al. (2003)

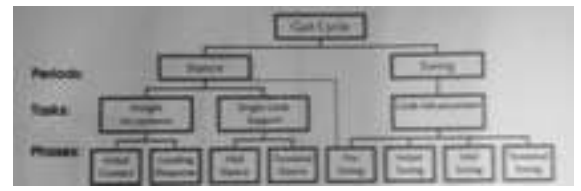
Uno de los objetivos principales en tto RHB post-ictus: recuperación de la marcha.



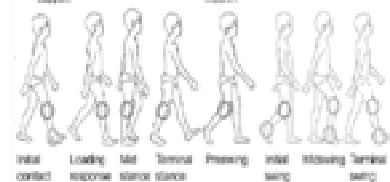
Marcha normal



FIG. 8.6. The eight phases of the gait cycle include initial contact, loading response, midstance, terminal stance, preswing, initial swing, midswing, and terminal swing. The gait cycle is represented by a bell-like curve with an arrow. The stance reactions are shown during each phase of the gait cycle. The gait cycle is shown as a dotted line.



Stance phase: Initial double support, Single foot stance, Second double support



Initial contact, Loading response, Mid stance, Terminal stance, Preswing, Initial swing, Midswing, Terminal swing

Marcha hemiparética

- La paresia de la extremidad inferior reduce la velocidad y la resistencia de la marcha.

- Knutsson E, Richards C: Different types of disturbed motor control in gait of hemiplegic patients. Brain 1979; 102:405-430

- Sobre extremidad pléjica:

- Disminución de los parámetros longitud del paso y la duración de la fase de apoyo

- Hsu AL, Tang PF, Jan MG: Analysis of impalments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. Arch Phys Med Rehabil 2003; 84:1185-1193

- Alteración en iniciación fase de balanceo.

- Reducción en la carga

- Disminución de la flexión de cadera, flexión de rodilla y aumento de la flexión plantar del tobillo.

- Chen G, Patten C, Kothari DH, Zajac FE: Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speeds. Gait Posture 2005; 22:51-56

- Boussoissan L, Mesure S, Vilton JM, Delarque A: Kinematic and Kinetic Asymmetries in Hemiplegic Patients' Gait Initiation Patterns. J Rehabil Med 2006; 38:287-294



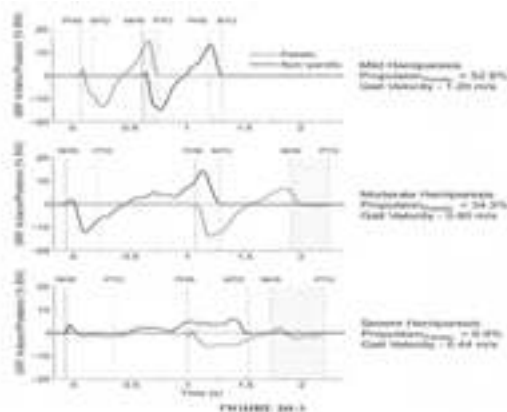
- Manifestación más característica en pacientes con lesión cerebral leve-moderada:

asimetría en la marcha

- Mayor duración de la fase de apoyo en la extremidad no parética (mayor fase de oscilación en extremidad parética).

- Diferencias en la longitud del paso de la extremidad parética (más largo) respecto de la no parética; parece estar relacionado con la fuerza de propulsión durante la marcha. Influenciada por el grado de espasticidad de los flexores plantares de tobillo.

- La velocidad se altera por debilidad de los flexores de cadera y extensores de rodilla.



En los últimos años : enfoque rehabilitador centrado en la **teoría de la neuroplasticidad** y el **entrenamiento orientado a tareas**.

Neuroplasticidad: habilidad del SNC para adaptarse a los cambios en respuesta a múltiples señales. Base del aprendizaje tanto cerebro sano como lesionado.

- Hincapié en :
 - inicio precoz
 - entrenamiento específico a tareas
 - combinación terapias restauradoras y compensadoras
 - aportación de suficiente intensidad a tratamiento



Eficacia demostrada

Introducción de terapia robótica adaptada a las premisas de la neuroplasticidad...



Técnicas clásicas facilitación neuromuscular

OBJETIVO: mejorar la calidad del movimiento en el lado afectado.

- Bobath

"Permitir movimientos anormales patológicos significa reforzar patrones patológicos"

técnicas de inhibición: disminuir espasticidad, sinergias y los patrones anormales de movimiento mediante cambios posturales, estiramientos y movilización.

Técnicas de facilitación: Facilitar reacciones automáticas desarrollando patrones normales de postura y movimiento. Incorporar lado hemipléjico en todas las actividades terapéuticas

- Método de Brunnström

"El control de las sinergias preceden a la recuperación del movimiento normal"

- **Facilitar control voluntario de sinergias: mezclar componentes de diferentes patrones de movimiento e introducir actividades cada vez más complejas.**

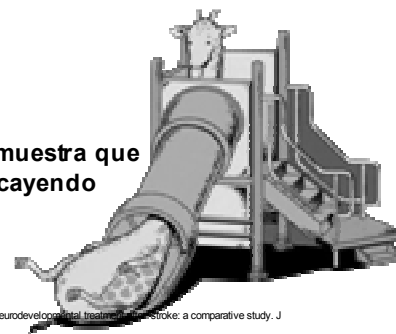
- Facilitación propioceptiva neuromuscular

"El uso de estímulos periféricos para estimular el SN aumenta la fuerza y la coordinación muscular"

- **Uso de patrones de movimiento diagonal y en espiral. Solicitando esfuerzo voluntario.**

A pesar de la aceptación del entrenamiento del neurodesarrollo y otras técnicas de RHB convencional...

... la evidencia demuestra que su eficacia está decayendo



- Hafsteinsdóttir T, Algra A, Kappelle L, Gyrodonck M: Neurodevelopmental treatment in stroke: a comparative study. J Neurology, Neurosurgery & Psychiatry 2005; 76(6):788.

- Kollen B, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Bourke J, Halfens J, Geurts A, Kwakkel G: The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence?. Stroke 2009; 40(4):e69-697.

- Lennon S, Ashburn A, Baxter D: Gait outcome following outpatient physiotherapy based on the Bobath concept in people post stroke. Disability & Rehabilitation 2006; 28(13-14):873-881.

- Van Peppen R, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks H, Van der Wees P, Dekker J: The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?. Clin Rehabilitation 2004; 18(8):833-862.

Aprendizaje motor orientado a tareas

Objetivo: Entrenar al paciente en estrategias para conseguir realizar movimientos activos útiles funcionalmente sin obviar el lado parético. Inicio precoz.

Instrucciones verbales simples y claras /comunicación no verbal si precisa
 Demostraciones visuales de cómo realizar la tarea
 Guía manual evitando ayudas innecesarias con disminución progresiva de la supervisión hasta lograr la práctica independiente
 Práctica repetitiva
 Refuerzo y feedback positivo si acción correcta
 Modificar el ambiente para que el paciente pueda entrenar la tarea

- Los programas de ejercicios en los que se entrena el movimiento relacionado con una tarea funcional (**task-related training**) han mostrado **mejores resultados que los programas centrados en el tratamiento del déficit** (paresia, espasticidad,...).

Van Peppen RPS, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJM, van der Wees P-J, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil* 2004; 18: 833-862.

Revisión de Cochrane 2007 (French et al.) evaluaron el efecto del entrenamiento repetitivo de tareas, (repetitive task training, RTT) en ambas extremidades sup e inf.

RTT está asociado a la **mejora de la distancia recorrida**, de la **velocidad** y de la **ejecución al sentarse y levantarse**, por lo que se concluye que se produce una **mejoría en la función del miembro inferior**.

Primer paso en esta dirección...

Marcha sobre cinta rodante con suspensión parcial del peso corporal (SPPC)



Ventajas:

- Inicio precoz de la reeducación de la marcha.
- Abordaje dinámico; integra el soporte de peso, el equilibrio y se fuerza la alterancia del paso asegurando la extensión de cadera durante la fase de apoyo.
- Descarga simétrica del peso sobre los MMII evita marcha asimétrica por compensación.
- Marcha rítmica, repetitiva e intensiva.



Dispositivos robóticos

- Proporcionan
 - Seguridad
 - RHB intensiva
 - RHB orientada a tareas específicas

El entrenamiento de la marcha con robots...

-permite entrenamiento precoz de pacientes con mayor grado de afectación del control motor y equilibrio y de mayor envergadura física.

¡¡No es un sustituto del terapeuta!!

Lokomat

- Ortesis exoesquelética electromecánica de marcha impulsada sobre cinta rodante.
- Asistencia guiada de las articulaciones de cadera y rodilla en el plano sagital en ambas fases del ciclo de la marcha.
- No actuación sobre el apoyo del pie
- Trayectorias consistentes con patrón de marcha fisiológico normal.

AutoAmbulator

- Sujeción del paciente mientras los brazos del dispositivo mueven las piernas del paciente sobre la cinta rodante.
- El paciente contribuye en el movimiento pero es ella la que proporciona la fuerza para generarlo.
- Las piernas sincronizadas, utilizando patrones de marcha normales.
- Cantidad de peso que sujeta ajustable en función del plan de RHB del paciente.
- Modificación de la velocidad según tolerancia al ejercicio progresiva: reproducción de patrones de marcha que estimulan la marcha normal.
- Si se produce algún problema (espasmo, mala pisada...): desconexión de la máquina



ALEX (Active Leg EXoskeleton)

- Unilateral.
 - Sobre tapiz rodante
 - Control de fuerzas: Aplica fuerzas al pie para ayudar a la pierna a moverse en trayectoria deseada
 - Permite movimientos en plano sagital: (flexión/extensión) de la cadera, rodilla y tobillo
- En plano frontal: adducción y ABD de la cadera



HAL (Hybrid assistive limb)

Traje exoesqueleto que expande potencia y amplifica las funciones motrices del cuerpo humano.

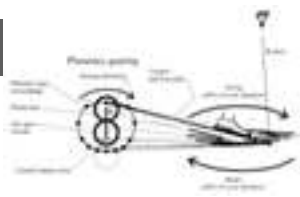
- HAL 3: Para miembro inferior
- HAL 5: traje exoesquelético completo para brazos, piernas y torso.



- Equipado con sensores que captan las señales nerviosas que el cerebro envía a las extremidades: capaz de copiar los movimientos que hacen los brazos y las piernas en tiempo real.

Gait trainer

- Basado en el principio end-effector: Se mueven los pies, articulaciones proximales libres.
- Sistema de sujeción peso corporal.
- Los pies se posicionan en dos reposapiés que se mueven de manera controlada por un sistema de engranajes, simulando la movilidad del pie durante la fase de apoyo y balanceo.
- Rodillas libres: permite acceso a TP.



- Posibilidad de realizar estimulación eléctrica funcional durante realización del ejercicio y asistencia manual del TP en tiempo real.

- Interacción plantar: Mal control de la típica inestabilidad articular, imposibilidad de desviar trayectoria impuesta en el espacio.



Novedades...

Haptic Walker

- mayor velocidad km/h, aceleración y nº de pasos
- primero que permite de forma adicional la práctica de subir y bajar escaleras de forma segura.



G-EO System rehabilitation robot

- Control inteligente: reacciona a tiempo real atendiendo a las discapacidades del paciente. Si el paciente puede andar de forma independiente, reducción del apoyo del dispositivo, sólo dirige un correcto patrón de marcha.

- Funciones y patrones de marcha: andar, subir y bajar escaleras, modo adaptado, movimiento parcial.



Ventajas

- asistencia controlada con precisión o resistencia durante movimientos
- mejoran la fuerza muscular y coordinación motora
- buena repetibilidad
- medidas objetivas y cuantificables del rendimiento del sujeto
- aumento de la motivación e interés por el tratamiento: máxima participación del paciente
- menor personal de asistencia física requerida: reducción de costes sanitarios
- menor esfuerzo del terapeuta
- programación múltiples modalidades de ejercicios
- adaptación a diferentes grados de control motor de la extremidad
- base de datos cinemática y cinética: control y cuantificación de la intensidad de la práctica, de los cambios en las medidas y evaluación del deterioro motor con mayor precisión y fiabilidad que las escalas clínicas estándares; cuantificación del grado de espasticidad de la extremidad

Estimulación funcional eléctrica

Descarga de una corriente eléctrica sobre los músculos a través de electrodos.

Corriente → PA en el nervio periférico → Contracción muscular

Estimulación del n. peroneo común: elevación del antepié en fase dinámica de balanceo

Mejoría de la marcha

- Merletti R, Andina A, Gilante M, Furlan I. Clinical experience of electronic peroneal stimulators in 50 hemiparetic patients. Scand J Rehab Med 1979; 11: 111-121.

- Burridge JH, Taylor PN, Hagan SA, Wood DE, Swain ID. The effects of common peroneal stimulation on the effort and speed of walking: a randomised controlled trial with chronic hemiplegic patients. Clin Rehabil 1997; 11: 201-210.

Ensayo controlado randomizado: mejoría del 23% en la velocidad de la marcha en pacientes post-ictus que recibieron tratamiento con estimulación del n. peroneal; mejoría con el tratamiento convencional AFO (Ankle Foot Orthosis) fue del 3%.

- Kottink AJ, Hemens HJ, Nene AV, Teniglo MJ, van der Aa HE, Buschman HP, et al. A randomized controlled trial of an implanted 2-channel peroneal nerve stimulator on walking speed and activity in poststroke hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 2007; 88:971-978.

Intensidad y duración del tratamiento: no existen guías uniformes

Biofeedback- based training

- Dispositivos que reconocen procesos fisiológicos traduciéndolos en señales auditivas o acústicas para el entrenamiento muscular.

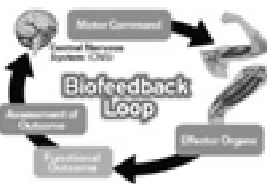
- Modelo más usado: **Biofeedback-Electromiográfico (BF-EMG)**

- Detecta actividad mioeléctrica mediante electrodos de superficie.

- Fin: aumentar o inhibir actividad muscular para conseguir coordinación agonistas-antagonistas.

Uso para mejorar el equilibrio y actividades que requieren movimiento. Proporción de información sensitiva adicional o señales visuales: manera efectiva de mejorar el rendimiento motor.

- **Limitaciones:** nivel cognitivo insuficiente, déficits propioceptivos, espasticidad intensa y los que no son capaces de iniciar movimientos exploratorios.



- Otros Modelos:

- Plataforma sensible a la presión para reentrenar la simetría en el apoyo y el equilibrio (estático y dinámico) durante la bipedestación.

Rehabilitación virtual



Representación de las cosas a través de medios electrónicos. Sensación entorno real donde podemos interactuar.

Evidencia y conclusiones

- Tras el ictus, la recuperación de la marcha es el mayor objetivo en un programa de rehabilitación

amplio abanico de estrategias y dispositivos asistenciales se han desarrollado para este objetivo.

No necesita entrenamiento, y se refiere a E. (Más típico entre 4-6 sem tras ictus)
En un periodo corto, tras ictus, mejora la recuperación del tiempo de penumbra (regiones que rodean la lesión)

- Los efectos estimados de la RHB en la recuperación motora es compleja

- recuperación espontánea - terapia

- Recuperación aproximadamente en 6 meses desde el incidente, mayor ganancia en los 3 primeros.

Andrews K, Brockhurst J, Richards B, Laycock P. The rate of recovery from stroke and its measurement. Disability & Rehabilitation 1981, 3(3): 155-161

- Evidencia que las ganancias funcionales pueden continuar en la fase crónica del ictus

Teasell R, Bilenesky J, Satter K, Bayona N. The role of timing and intensity of rehabilitation therapies. Top stroke rehabilitation 2005, 2 (3)46-56

De Jong y cols. destacan la importancia de la "intervención precoz" y la "intensidad" como factores que afectan de forma importante el resultado funcional.

DeJong G, Horn SD, Conroy B, Nichols D, Helton EB. Opening the black box of post-stroke rehabilitation: stroke rehabilitation patients, processes, and outcomes. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(12 Suppl 2):S1-7.
Horn SD, DeJong G, Smout RJ, Qassaway J, James R, Conroy B. Stroke rehabilitation patients, practice, and outcomes: Is earlier and more aggressive therapy better? Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(12 Suppl 2):S11-14.

La precocidad del inicio del tratamiento además, ayuda a reducir la severidad de las complicaciones secundarias en pacientes post-ictus como enfermedades cardiovasculares y la osteoporosis.

Penicoff et al. Towards more effective robotic gait training for stroke rehabilitation: a review. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2012, 9:65

Terapias neurofisiológicas y técnicas de aprendizaje motor: insuficiente evidencia para afirmar que un enfoque es más efectivo en obtener recuperación de la marcha tras un ictus que cualquier otro.

Pollock A, Baer G, Pomaoy VM, Langhorne P. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. status and date: Edited (no changes to conclusions), published in 2007, 21:395-410.

Hesse S, Belfelt C, Jahnke MT, Schaffin A, Baake P, Malozic M, Mantz RH. Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. Stroke 1985, 26:976-981

Cinta rodante y soporte del peso corporal

Cochrane Database Syst Rev. 2005 Oct 19;(4):CD002840.
Treadmill training and body weight support for walking after stroke.
Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Pollock A.

- Se incluyeron 15 ensayos (622 participantes).
- No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre el entrenamiento en cinta de marcha, con o sin soporte del peso corporal y entrenamiento de la marcha sobre suelo, en relación a la restauración de la marcha

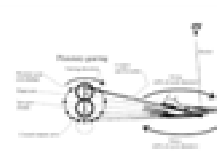


CONCLUSIÓN:

Terapia orientada a la función sobre cinta de marcha no es superior a tratamiento convencional.

Dispositivos robóticos

- Los sistemas electromecánicos de la marcha (Lokomat® o Gait Trainer® GT I) permiten **entrenamiento precoz e intensidad**.
- Muchas variables en este entrenamiento: peso corporal soportado, la velocidad de la marcha, los ángulos articulares, etc., que están relacionados con la prescripción del ejercicio, pueden influir en el resultado final cuyo **efecto todavía es desconocido**



Iosa M, Marone G, Bragoni M, De Angelis D, Venturiero V, Girol P, Petesi L, Paducci S. Driving electromechanically assisted Gait Trainer for people with stroke. Journal of Rehabilitation Research and Development 2011; 48:135-146.

Author	Year	Level	Quality	Comments
Moseley et al. 2005	2005	4	1	Review of treadmill training with body weight support
Teasell et al. 2005	2005	4	1	Review of robotic gait training
Lindquist et al. 2007	2007	4	1	Review of functional electrical stimulation

Evidencia contradictoria (nivel 4) que los dispositivos robóticos sean superiores al entrenamiento de la marcha convencional en la mejora del rendimiento de la marcha funcional.

No existe evidencia científica en que los dispositivos robóticos sean mejores que la terapia convencional.

FES estimulación funcional eléctrica

El uso de FES combinado con diferentes estrategias en la RHB de la marcha ha demostrado mejoría en la marcha hemiparética de los pacientes.

Teasell RW, Foley ND, Bhogal SK, Speechley MR. An evidence-based review of stroke rehabilitation. Topics in stroke Rehabilitation 2002; 10:29-58.

www.ebrs.com 9.8.2 Functional Electrical Stimulation pages 105-115

Lindquist et al compararon los efectos del entrenamiento en tapiz rodante con SPPC, sólo y en combinación con FES durante la marcha en los miembros inferiores de 8 voluntarios que sufrieron ictus.

La combinación de ambas técnicas mostró mejoría de la recuperación motora y mejoró el patrón de marcha (duración fase de apoyo, cadencia y simetría en la longitud del ciclo).

Lindquist AR, Prado CL, Barros RM, Mattioli R, de Costa PH, Salvini TP. Gait training combining partial body-weight support, a treadmill, and functional electrical stimulation: effects on poststroke gait Physical Therapy 2007, 87:1144-1154.



Biofeedback

Zijlstra et al. (2010). Realizaron una revisión incluyendo 21 ensayos demostrando la efectividad del biofeedback en pacientes ancianos que sufrieron un ictus y en personas mayores intervenidas quirúrgicamente en miembro inferior.

Resultado: El entrenamiento del equilibrio y de las transferencias sentar-levantarse mediante el uso del biofeedback en pacientes post ictus fue efectivo.

Existe fuerte evidencia nivel 1 a que la variedad de métodos de biofeedback que emplean feedback visual o auditivo pueden mejorar las medidas del equilibrio y la marcha.

www.ebsr.com Chapter 9 Mobility and the Lower Extremity pág 53-58

Rehabilitación v irtual

Virtual reality for stroke rehabilitation (Review)

Lee HJ, Peng J, Zhou C, Hou B, Guo JF



- 3 estudios con un total de 58 pacientes con ictus en fase crónica.
- No hay evidencia suficiente concluir que una rehabilitación de la marcha incluyendo sistemas de realidad virtual es más efectivo que la terapia convencional.

Bibliografía

Othmar Schunfried, MD, PhD, Richard Crevenna, MD, PhD, Veronika Fialka-moser, mD, PhD and Tatjana Patenostro -Sluga, MD, PhD. Non-invasive neuromuscular electrical stimulation in patients with central nervous system lesions: an educational review. *J Rehabil Med* 2012; 44: 99-105

Sale P, Franceschini M, Waldner A, Hesse S. Use of the robot assisted gait therapy in rehabilitation of patients with stroke and spinal cord injury. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2012;Mar;48(1):111-21.

Juan-Manuel Belda-Lois, Silvia Mena-del-Horno, Ignacio Bermejo-Bosch, Juan C Moreno, José L Pons, Dario Farina4, Marco Iosa, Marco Molinari, Federica Tamburella, Ander Ramos6, Andrea Caria, Teodoro Solis-Escalante, Clemens Brunner and Massimiliano Rea . Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2011, 8:66

Alberto Esquerazi, MD Stella Lee, MPA, Andrew T Packel, PT, NCS, Leonard Brattman, PhD A Randomized Comparative Study of Manually Assisted Versus Robotic-Assisted Body Weight Supported Tread mill Training in Persons With a Traumatic Brain Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Journal* Vol xx, xxx, month 2013

Lucas Conesa, Úrsula Costa, Eva Morales, Dylan J Edwards, Mar Cortes, Daniel León, Montserrat Bernabeu and Josep Medina. An observational report of intensive robotic and manual gait training in subacute stroke *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2012, 9:13

Andrew Pennycook, Dario Wyss, Heike Valley, Verena Klaroth-Marganska, Robert Riener. Towards more effective robotic gain training for stroke rehabilitation: a review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2012, 9:65

Shelilah Pereira, PT, MSc et al. Functional Electrical Stimulation for improving gait in persons with chronic stroke. *Top Stroke Rehabilitation* 2012;19(6): 491-498.

Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física. Capítulo 48. Rehabilitación del déficit motor y de la discapacidad física de causa neurológica. I. Sanchez Blanco, L. López de Munain Marqués. Págs. 557-567

Joan Montaner. Neur reparación y r rehabilitación tras el ictus. 2010 Capitulo 11. Nuevas tecnologías para la evaluación y el tratamiento de l ictus: análisis del movimiento en 3D, robótica y realidad virtual pág 188-188.

Schunfried, Othmar, Crevenna, Richard, Fialka-Moser, Veronika, Patenostro-Sluga, Tatjana. Non-Invasive Neuromuscular Electrical Stimulation in Patients with Central Nervous System Lesions: An Educational Review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, Volume 44, Number 2, February 2012, pp. 99-105(7)

www.ebsr.com Norine Foley MSc, Shelilah Pereira MSc, PT, Robert Teassel MD, SanjitBhogal MSc. Chapter 9. Mobility and the Lower Extremity