

## La rehabilitación de la marcha a través de un programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird: estudio de un caso

Montserrat Altemir<sup>1</sup>, José León-Carrión<sup>2</sup>, Maria Rosario Domínguez-Morales<sup>1</sup>, Isabel García-Bernal<sup>1</sup> & Maria Mendaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Rehabilitación de Daño Cerebral (C.RE.CER.)

<sup>2</sup>Laboratorio de Neuropsicología Humana. Universidad de Sevilla.

**Resumen:** La rehabilitación de la marcha es una de las metas de la rehabilitación a largo plazo de pacientes con traumatismo craneoencefálico. El objetivo de este estudio es evaluar la eficacia del programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird en la reducción del tiempo de rehabilitación en un sujeto con problemas severos de equilibrio. Mujer de 30 años que sufrió un traumatismo craneoencefálico cuando tenía 19 años. El diagnóstico fue de contusión hemorrágica en el lóbulo frontal derecho con focos hemorrágicos en la capsula interna izquierda. El paciente sufre de un severo desequilibrio mientras camina. En el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, se aplican técnicas visuales, auditivas, y somatosensoriales. Este programa incluye el Sistema de biofeedback Neurobird computerizada, la cual utiliza una plataforma estática comunicada a un ordenador interactivo que permite que el paciente obtenga imágenes especiales de su cuerpo. Se ha aplicado un diseño experimental cuantitativo de caso único, (diseño ABA reverso/retirada), consistente en fase de línea base en la cual no se interviene y una fase de intervención: (A) no intervención, (B) intervención (A) no intervención. En cada fase hubo un mes de intervención, con un total de 15 sesiones en cada fase. Se analizaron los resultados de la relación entre las tres fases. El análisis de los resultados cuantitativos mostró que después de la aplicación del programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, el paciente redujo el número de desequilibrios en 18 veces en 40 metros durante 15 minutos. El paciente con severos trastornos de balanceo muestra mejoras en el acortamiento del tiempo de la rehabilitación de la marcha después de que se le aplicara un programa acelerador de la marcha especializado por ordenador. La replicación de este estudio es necesaria para comprobar si los resultados obtenidos son generalizados **Palabras Clave:** Sistema Biofeedback neurobird, rehabilitación de la marcha.

### **Rehabilitation of the Gait through Neurobird Feedback System' Accelerating Program: A Case Study**

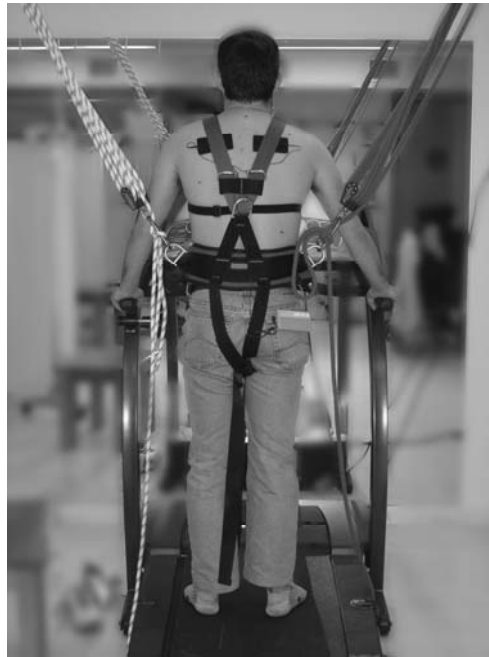
**Abstract:** The rehabilitation of gait is one of the goals of long-term rehabilitation in patients with brain injury. The aim of this study is to evaluate the effectiveness of the Neurobird Feedback System' Accelerating Gait Program in shortening the time required for gait rehabilitation in a subject with severe balance disorders. Subject: a female patient, aged thirty, who suffered a traumatic brain injury when she was nineteen years old. The diagnosis was contusion and hemorrhage in the right frontal lobe with hemorrhagic focus in the left internal capsule. The patient suffers severe imbalance while walking. In the Neurobird Feedback System' Accelerating Gait Program, visual, auditory, and somatosensory feedback techniques are applied. The material used includes a computerized biofeedback Neurobird System, which operates on an interactivity computer-communication static platform that allows the subject to have a special image of her body. A single-case, quantitative experimental design was applied (reversal/withdrawal ABA design) consisting of a non-intervention baseline phase and an intervention phase: (A) non-intervention (B) intervention (A) non-intervention. A month-long intervention was carried out in each phase, with a total of 15 sessions per phase. The results of the relationship between the three phases were analyzed. The analysis of this quantitative data showed evidence that after applying the Neurobird Feedback System' Accelerating Gait Program, the patient reduced the number of imbalances by 18 during a 40-meter 15-minute walk. The patient with severe balance disorders showed improvements in shorting the time of gait rehabilitation after a special computerized biofeedback accelerating gait program. Further replication studies should be conducted in the future, and more subjects recruited for these studies, with the aim of increasing data and subjects and generalizing the results. **Key words:** Neurobird Feedback System' Accelerating Program, Rehabilitation of the Gait

Los pacientes con Traumatismo craneoencefálico con frecuencia sufren trastornos de equilibrio y balanceo corporal (Brauer, SG. et al, 2004, Quinn, B. et al, 2000). El reaprendizaje del equilibrio mientras camina es el principal objetivo de la recuperación del paciente que ha sufrido un TCE (Mandelcorn, J. et al, 2004, Duong TT. et al, 2004, Gagnon, I. et al, 2004, Reinthal, AK. et al, 2004). Varias técnicas de rehabilitación han sido aplicadas durante la fase de la recuperación de los problemas de equilibrio. Existen diferentes técnicas de feedback las cuales sirven para el entrenamiento del equilibrio en los pacientes neurológicos (Brottes, D. et al, 2004, Barclay-Goddard, R. et al, 2004). Entre las técnicas de feedback que utilizan ordenadores, ninguna enfoca el reaprendizaje del equilibrio solamente con electroestimulación. La estimulación muscular inducida por la electroestimulación es normalmente integrada en programas para el restablecimiento del tono muscular y la capacidad de propiocepción (Amaro,

J.L. et al, 2005) Hargitai, I. A. et al, 2005, Violi, V. et al, 2005, Brocherie F. et al, 2005). Numerosos estudios experimentales están centrados en el análisis de la eficacia de la electroestimulación en diferentes grupos de pacientes con traumatismo craneal (Amiridis, I. et al 2005, Nguyen, J. P. et al, 1996).

En este estudio, el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird (Figura 1) se presenta en conjunto con electroestimulación. El objetivo es analizar la eficacia de combinar la técnica tradicional de electroestimulación con el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird donde favorece la reducción del tiempo en la rehabilitación de la marcha.

El objetivo del estudio es evaluar la eficacia del programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird en la reducción del tiempo de rehabilitación en sujetos con problemas severos de equilibrio.



*Figura 1:* El programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird en conjunto con electroestimulación.

## Método

### *Sujeto*

Mujer de 30 años que sufrió un traumatismo craneoencefálico cuando tenía 19 años. El diagnóstico fue de contusión hemorrágica en el lóbulo frontal derecho con focos hemorrágicos en la capsula interna izquierda. El paciente sufre de un severo desequilibrio mientras camina. (Figura 2)



*Figura 2:* El paciente con un severo desequilibrio mientras camina.

### *Material*

En el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird se aplican técnicas visuales, auditivas y somatosensoriales. El sistema de ordenador utiliza una plataforma estática comunicada a un ordenador interactivo que permite que el paciente obtenga imágenes especiales de su propio cuerpo (Barroso et al, 1999)

El sistema consiste en una plataforma estable donde el paciente, manteniéndose quieto, es conectado a un sistema el cual controla sus movimientos y el centro de gravedad (Figura 3). El sistema está diseñado para que el paciente aprenda la destreza del control arbitrario y no arbitrario

de las funciones de la movilidad el estado de conseguir la rehabilitación de los desórdenes de equilibrio (Barroso et al, 1999).



Figura 3-1: Plataforma de Feedback Neurobird

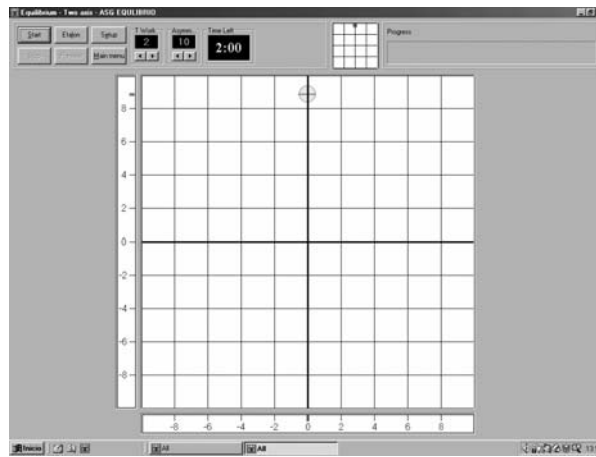


Figura 2-2: Pantalla de Feedback Neurobird



Figura 2-3: El Sistema de Feedback Neurobird

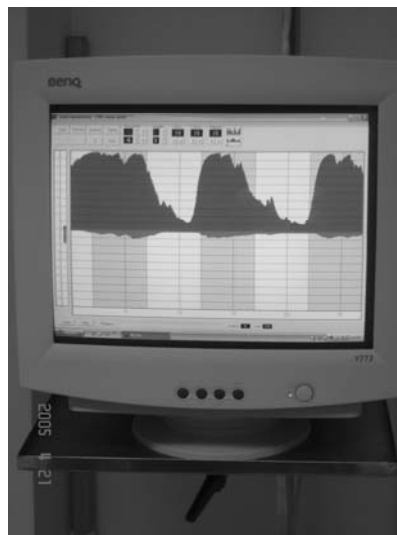
### ***Procedimiento***

El procedimiento estándar para la intervención tiene las siguientes fases:

1. La evaluación del tono muscular y los trastorno del equilibrio (Figura 4) con el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird
2. Imágenes audiovisuales de los errores del paciente y el autoanálisis de los fallos. (Figura 5)
3. Restablecimiento de la imagen corporal y espacial con el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird.



*Figura 4:* La evaluación del programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird.



*Figura 5:* Los errores del paciente y el autoanálisis de los fallos.

Durante el reaprendizaje del equilibrio, el paciente mantiene a la vista los ejercicios en la pantalla y puede verificar si lo está haciendo correctamente. Una señal permite al paciente saber si pasa cada prueba mientras que el coeficiente de asimetría o error informa sobre la posición correcta en el caso de que esta no sea adecuada. Las siguientes evaluaciones aparecen en la pantalla del ordenador: Asimetría de la permisibilidad de error, tiempo de ejecución de la tarea, el tamaño de la plataforma, el cual facilita el cambio de la amplitud en el soporte de la base. Los fisioterapeutas muestran al paciente la posición correcta en la que ellos puedan corregir sus propias posturas y evitar posturas incorrectas o compensatorias. (Figura 6)



*Figura 6:* El programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, La rehabilitación del equilibrio.



En conjunto con el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, se le aplica el Sistema de Feedback Neurobird en el área que necesita corrección mientras que el paciente esta caminando. (Figura 7)



*Figura 7:* El programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird.

Se ha aplicado un diseño experimental cuantitativo de caso único el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, consistente en fase de línea base en la cual no se interviene, una fase de intervención, una fase de retirada de no intervención: (A) no intervención, (B) intervención el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, (A) no intervención. En cada fase hubo largos meses de intervención, un total de 15 sesiones (20 horas) en cada fase. Finalmente, se analizó la relación entre las tres fases.

### **Resultados**

Los hallazgos cuantitativos encontrados confirman la eficacia de la aceleración. Los resultados muestran que después de la aplicación del programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, el paciente reduce el número de desequilibrios en 18 veces en 40 metros durante 15 minutos. (Figura 8)

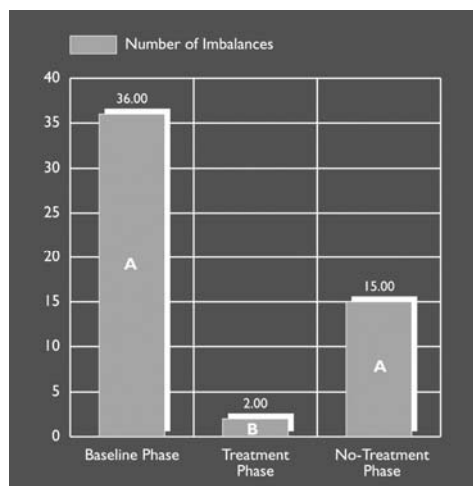


Figura 8: El número de desequilibrios.

## Discusión

Los resultados muestran que después de un periodo de 20 horas, durante largos meses de entrenamiento en equilibrio con el procedimiento estándar del programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, y con tecnología biofeedback computerizada, el sistema nervioso del paciente es capaz de organizarse y consolidar la información que recibe por los receptores sensoriales. El entrenamiento ha facilitado la llegada de más información al paciente: a través de la piel, de la propiocepción del peso, de los receptores visuales y somatosensoriales de las articulaciones, también como del sistema vestibular (Barroso et al, 1999) El paciente es capaz de reaprender por si mismo el equilibrio frontal-posterior-basal, de ese modo permite la activación del tronco flexor y extensor ante la reacción de la situación según viene dada. En esta línea, el paciente puede controlar la alineación de su tronco más rápidamente y, sucesivamente, le permite caminar más velozmente con menos balanceo.

Este es el equivalente a la actividad del piloto. El paciente debería hacer volar un avión sin información de la situación del avión. Sin esta información, el paciente no sabe que palanca utilizar para dirigir el avión al sitio exacto. El Sistema de Feedback Neurobird es el control para situarse y los electrodos mueven la palanca que el piloto debe continuar moviendo. Sin el programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird, el paciente no sería consciente de su situación física. (Figura 9)

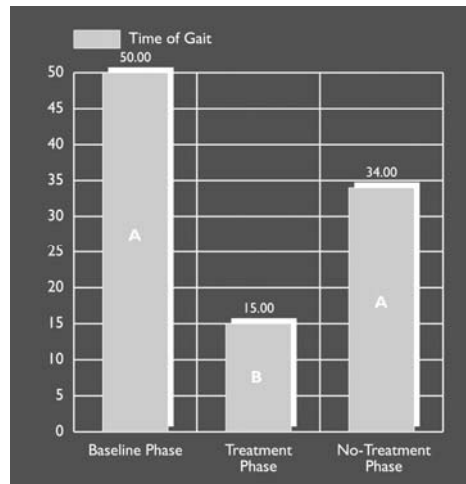


Figura 9: Duración de la marcha.

### Conclusión

Después de la aplicación del Sistema de Feedback Neurobird con pacientes que han sufrido un traumatismo craneoencefálico, los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

Una distribución igual de peso, incremento de los movimientos pélvicos frontal y posterior, control del tronco en extensión. Incremento de la estabilidad del balanceo del tronco, mejora de la postura del tronco mientras camina.

Incremento de la velocidad y la resistencia mientras camina, el cual permite al paciente ser más independiente.

El programa acelerador de la marcha mediante el Sistema de Feedback Neurobird se podría utilizar como método terapéutico procurando resolver problemas neuromusculares específicos o como terapia en conjunto con tratamientos de fisioterapia.

El trabajo con el Sistema de Feedback Neurobird ofrece las siguientes ventajas:

Individualización de los programas de tratamiento, mejora de los programas específicos que son diseñados para cada paciente de acuerdo con las necesidades musculares y tener en cuenta sus

propias limitaciones, adaptándose el entrenamiento a las necesidades reales del paciente.

Trabajando el incremento de la precisión, más que con las tecnologías tradicionales desde que tu puedes seleccionar aisladamente un músculo por separado.

Las características del sistema te permiten hacer evaluaciones del trabajo instantáneamente y en tiempo real. La observación de los resultados permite hacer las modificaciones y correcciones pertinentes para una ejecución total mejor del trabajo de los músculos durante el programa de rehabilitación.

El sistema permite para la modificación de diferentes parámetros de la respuesta muscular por debajo del entrenamiento, tales como resistencia, intensidad, umbral de trabajo, repeticiones, etc. Esto permite una mayor precisión in el trabajo muscular y los consiguientes resultados.

Nuestros pacientes con TCE de este estudio pueden tener mejoras, pero nosotros no nos basamos en la espera de otros pacientes para obtener beneficios de tratamientos similares. Donde hay que tomar decisiones rápidamente, es con frecuencia más útil confiar en encontrar conclusiones obtenidas por grupos de personas que de forma individual. Los pacientes con severos trastornos de balanceo muestran mejoras en el acortamiento del tiempo de la rehabilitación de la marcha., pero otros estudios duplicados con más sujetos pueden ser dirigidos en el futuro con el objetivo general de la mejora de resultados.

#### Referencias

Amaro, J.L., Gameiro, M.O.& Padovani, C.R. (2005). Effect of intravaginal electrical stimulation on pelvic floor muscle strength. *Int Urogynecol J Pelvis Floor Dysfunct*, Jan, 13.

Amiridis, I., Arabatzi, F., Violaris, P., Stavropoulos, E., Hatzitaki, V. (2005). Static balance improvement in elderly after dorsiflexors electrostimulation training. *Eur J Appl Physiol*. Apr. 21

Barroso y Martin, J.M., Garcia Bernal, M.I., Dominguez-Morales, M.R., Mikhailenok, E. & Voronina, O. (1999). Total funcional recovery in hemiparetic left post-brain injury patients through a neuromuscular bio-feedback computerized program Remiocor-2. *Revista Española de Neuropsicología*, (1), 2-3.

- Barclay-Goddard, R., Stevenson, T., Poluta, W., Moffatt, M.E. & Tabaco, S.P. (2004) Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*, 18 (4).
- Brauer, S.G., Broome, A., Stone, C., Clewett, S., Herzig, P. (2004). Simplest tasks have greatest dual task interference with balance in brain injured adults. *Hum Mov Sci*. 23 (3-4): 489-502.
- Bocherie, F; Babault, N; Cometti, G; Maffiuletti, N; Chatard, J.C. (2005). Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Med Sci Sports Exerc*, 37 (3): 455-60.
- Brotes, D; Johannsen, L; Karnath, H.O. (2004) Time course of 'pusher syndrome' under visual feedback treatment. *Physiother Res Int*, 9 (3): 138-43.
- Duong, T.T; Englander, J; Cifu, D.X; Greenwald, B.D; Brown, A.W. (2004) Relationship between strength, balance, and swallowing deficits and outcome after traumatic brain injury: a multicenter analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 85 (8): 1291-7.
- Ferrante, S; Pedrocchi, A; Ianno, M; De Momi, E; Ferrarin, M; Ferrigno, G. (2004). Functional electrical stimulation controlled by artificial neural networks: pilot experiments with simple movements are promising for rehabilitation applications. *Funct Neurol*, 19 (4): 243-52.
- Gagnon, I, Swaine, B; Friedman, D; Forget, R; (2004) Children show decreased dynamic balance after mild traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 85 (3): 444-52.
- Hargitai, I. A; Sherman, R.G; Strother, J.M. (2005). The effects of electrostimulation on parotid saliva flow: a pilot study. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 99(3): 316-20.
- Mandelcorn, J; Cullen, N.K; Bayley, M.T. (2004) A preliminary study of the efficacy of ondansetron in the treatment of ataxia, poor balance and incoordination from brain injury. *Brain Inj*, 18 (10) 1025-1039.
- Nguyen, J.P; Feve, A; Keravel, Y. (1996). Is electrostimulation preferable to surgery for upper limb ataxia? *Curr Opin Neurol*, 9 (6): 445-50.
- Paillard, T; Lafont, C; Peres, C; Costes-Salon, M.C; Soulant, J.M; Montoya, R. Dupui, P. (2005). Is electrical stimulation with voluntary muscle contraction of physiologic interest in aging women? *Ann Readapt Med Phys*, 48(1): 20-8.
- Quinn, B; Sullivan, S. J. (2000). The identification by physiotherapists of the physical problems resulting from a mild traumatic brain injury. *Brain Inj*, 14 (12): 1063-76.

Recibido, 28 de Marzo del 2006

Aceptado , 30 de Junio del 2006