

Recuperación de las Alteraciones del Equilibrio y del Control Postural mediante el Sistema de Biofeedback NeuroCrecer

Maria del Rosario Domínguez-Morales, Trinidad Martínez Florindo, Maria Isabel García Bernal y María Mendaro Elío.

Centro de Rehabilitación de Daño Cerebral (C.RE.CER) Sevilla.

La mayoría de los pacientes cerebrovasculares graves presentan severos trastornos del equilibrio y del control postural. La rehabilitación de estos trastornos es una necesidad si se persigue que el paciente recupere en parte o totalmente su independencia funcional para el movimiento voluntario. Se presenta un caso de un paciente de 24 años con una severa ataxia cerebelosa por trastorno cerebrovascular de 9 años de evolución con tratamiento fisioterapéutico tradicional. Se le aplica el programa de rehabilitación computerizado NEUROCRECER. Los resultados muestran que después de meses de tratamiento intensivo con este método el paciente consigue un reparto simétrico de la carga corporal, la disminución del balanceo anteroposterior, el control de la pelvis y del tronco, y una mejora general de la postura y de su control. El paciente realiza la marcha, cada vez con trayectos más largos con bastones de forma independiente, algo que no se pudo obtener después de los años de tratamiento convencional. *Palabras clave:* biofeedback, equilibrio, postura, balance, trastorno cerebrovascular

Recovery of equilibrium and postural control after stroke using the NeuroCrecer bio-feedback computerized program

Most severe stroke patients present severe equilibrium and postural control disorders. Rehabilitation of these disorders is necessary when aiming for a complete or partial recovery of the patient's functional independence in voluntary movement. The case of a 24 year-old patient who had a stroke nine years before, with post-stroke

Parte de este trabajo, el Caso Clínico, fue presentado en un Symposium en el I Congreso Hispano-Portugués de Psicología celebrado en Septiembre de 2000 en Santiago de Compostela por T. Martínez Florindo, M. I. García Bernal, M. Mendaro Elío y J. M. Barroso.

RECUPERACIÓN DE LAS ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO

severe cerebellar ataxia is described here. The patient is treated according to the computerized NEUROCRECER rehabilitation program. Results show that after six months of intensive treatment, the patient achieves symmetrical distribution of body weight, a decrease in anteropostural balance, pelvic and trunk control, and a general improvement of posture and its control. The patient can independently control his gait for increasingly long distances with the help of a cane, which had not been achieved after years of conventional treatment. *Keywords:* Biofeedback, equilibrium, gait, postural control, balance control, stroke.

La mayoría de los pacientes con traumatismos craneoencefálicos y con trastornos cerebrovasculares graves presentan trastornos del equilibrio y de la postura que limitan gravemente sus posibilidades de recuperación hacia la movilidad independiente y autónoma. El reentrenamiento del equilibrio es una faceta fundamental en la recuperación de numerosas patologías del SNC.

La estabilidad y la orientación son dos condiciones fundamentales para que una persona pueda controlar su cuerpo en el espacio. Se trata de restablecer la orientación postural, es decir el paciente debe conseguir una correcta relación entre los distintos segmentos del cuerpo y el ambiente en que se desenvuelve para realizar una determinada acción. Para el restablecimiento de estas funciones no debemos olvidar que se requieren la participación de distintos sistemas corporales, como el vestibular para la gravedad sensorial, el somatosensorial para el apoyo de superficie, y el sistema visual para obtener el adecuado feedback sobre la eficacia de nuestros movimientos, y la corteza cerebral, especialmente el lóbulo frontal para la realización un correcto y organizado movimiento complejo.

Restablecer la estabilidad postural es adiestrar al paciente en la recuperación de la habilidad para mantener la posición del cuerpo, especialmente el centro de la masa corporal dentro de unos límites de estabilidad específicos. En esos límites el paciente debe mantener su posición sin cambiar la base de apoyo. El equilibrio, pues, es mantenerse dentro de esos límites, sin olvidar que la estabilidad postural está también muy relacionada con la orientación hacia la tarea.

En el proceso de recuperación de los problemas de equilibrio, entran en juego numerosas técnicas, que hasta hoy han sido utilizadas de una forma sistemática, o por lo menos, lo más adecuada posible con resultados aceptables (Barroso y Martín, García-Bernal, Dominguez-Morales, et al., 1999); Dominguez-Morales, Mikhaelenok, Voronina, y García-Bernal, 2000). El biofeedback, como forma de entrenamiento del equilibrio,

representa hoy en día, uno de los sistemas más eficaces en la recuperación de los paciente neurológicos. Este tipo de entrenamiento consiste en recuperar la habilidad para controlar la proyección del propio centro de gravedad en la posición vertical del cuerpo, automatizando los mecanismos de control, mediante retroalimentación y explicándose éstos tanto en la postura de forma estática como de forma dinámica en la marcha.

Método

Sujeto

Paciente de 24 años que presenta un cuadro grave de ataxia cerebelosa a consecuencia de una hemorragia provocada por una anomalía congénita hace nueve años. El paciente es explorado antes de comenzar el programa de rehabilitación con los siguientes resultados:

- Grave deterioro del equilibrio tanto en sedestación como en bipedestación que le impedía mantenerse de pie (lo hacía con una base de sustentación extraordinariamente amplia) y caminar de forma independiente. La marcha, por tanto, era asistida y únicamente posible con el uso del andador.
- Una importante alteración postural cuyos componentes más característicos eran:
 - Precario control de tronco (en sedestación y bipedestación).
 - Hipotonía generalizada (más marcada en el hemicuerpo derecho).
 - Distonía muscular con grupos hipertónicos (psoas ilíaco, adductores, isquiotibiales, gemelos, pectoral, ECM) e hipotónicos (debilidad en estabilizadores de la pelvis y en la zona proximal de MMSS en general).
 - Otras alteraciones.

Material

Se utilizó el sistema computerizado de rehabilitación del equilibrio y del control postural NEUROCRECER. El sistema consiste en una plataforma estabiloforme, en la que el paciente debe permanecer, conectada a un sofisticado sistema de control de los movimientos del paciente y de su centro de gravedad. El sistema está diseñado para enseñar al paciente las destrezas tanto del control arbitrario como no arbitrario sobre las funciones de contracción muscular con el objetivo de lograr la rehabilitación motora.

Procedimiento

Se diseñó un programa de reentrenamiento del equilibrio y se establecieron una serie de objetivos a corto y largo plazo (a cumplir durante un programa de seis meses).

Objetivos a corto plazo

Conseguir un mayor control postural en sedestación sin apoyos.

Mantenerse en bipedestación con una base de sustentación disminuída (en este caso la plataforma del equipo Neurocrecer servía de referencia) sin ayuda y durante más tiempo. (Es necesario especificar que el paciente al comienzo del tratamiento era incapaz de mantenerse solo sobre la plataforma).

Realizar una marcha funcional, no asistida, con el andador.

Objetivos a largo plazo

Conseguir que la bipedestación se realice con un buen control postural.

Aumentar la coordinación y la velocidad en la marcha con el andador.

Usar bastones en los desplazamientos, de forma autónoma y en trayectos cada vez más largos.

Subir y bajar escaleras con un bastón.

Existe la posibilidad de ampliar el programa una vez cumplidos dichos objetivos proponiéndose en ese caso nuevas metas que en el caso de este paciente se dirigirían a la mejora de la marcha cada vez con menos soporte (un bastón, ninguno), como fin fundamental.

Tras realizar una primera evaluación, y una vez propuestos dichos objetivos en el programa se comienza el tratamiento.

Las primeras sesiones se dedican a enseñarle al paciente en que consisten los ejercicios a realizar y a evaluar su estado inicial, con el objeto de utilizar durante las sesiones sucesivas un grado de dificultad suficiente para conseguir el objetivo deseado sin que el modo de realización, o los resultados al fin, lleguen a frustrar al paciente. Durante la realización del ejercicio influyen factores externos e internos al paciente que influyen directamente en la ejecución de las tareas a realizar:

Factores externos al paciente

Son factores dependientes del sistema NEUROCRECER:

- Visualización del ejercicio en la pantalla (el paciente comprueba así la ejecución correcta de la tarea).
- Un sonido (pitido) que avisa que ha superado el coeficiente de asimetría o error y le advierte de este modo para que corrija su posición.
- La asimetría o permisibilidad de error.
- El tiempo de ejecución de la tarea.
- El tamaño de la plataforma, que facilita el aumentar o disminuir la amplitud de la base de sustentación.
- La voz del fisioterapeuta le enseña y asiste en el modo correcto para autocorregir su postura, de no ser así el paciente lo haría de forma incorrecta y adoptaría posturas viciosas para mantenerse estable de forma permanente.

Factores propios del paciente

- Mecanismos de corrección aprendidos.
- Cansancio.
- Estado de ánimo.
- Motivación

Automatización de los resultados

A medida que el paciente evoluciona es capaz de reproducir voluntariamente éstos mecanismos de corrección aprendidos tras varias sesiones y ejecutar correctamente el ejercicio, recibiendo así la respuesta esperada en el feed-back, es decir, entonces se mantiene dentro del margen permitido en la imagen (coeficiente de asimetría) y no escucha el sonido (pitido) que le advierte de un posible error. El verdadero éxito del tratamiento reside en que el paciente va automatizando y por lo tanto presentando reacciones de equilibrio espontáneas que le permitan conseguir tanto un buen equilibrio estático (bipedestación), como dinámico (marcha,etc).

En función de los estímulos externos e internos al paciente se regula la dificultad del ejercicio, aumentándola cuando es posible:

- Se disminuye la posibilidad de error, aminorando el coeficiente de asimetría.
- El fisioterapeuta asiste cada vez menos al paciente tanto físicamente como en las correcciones posturales, de manera que éstas sean cada vez más espontáneas.
- Se aumenta moderadamente el tiempo del ejercicio.
- En casos menos afectados se altera la postura voluntariamente, provocando así un desequilibrio a recuperar:
 - manteniendo apoyo monopodal.
 - agachándose.
 - con presiones alternantes, etc.

Resultados

Cada sesión dedicada a la recuperación del paciente está dividida en varias partes donde el reentrenamiento del equilibrio ocupa aproximadamente, en este caso, una hora y media. La estrategia de actuación se divide en dos partes fundamentales:

- el reentrenamiento del equilibrio en sedestación.
- el reentrenamiento del equilibrio en bipedestación.

Reentrenamiento del equilibrio en sedestación

La recuperación del equilibrio sentado suponía para este paciente un mayor control de tronco y una mejora de la postura muy deficiente hasta entonces.

Durante este reentrenamiento la plataforma se coloca sobre una silla de madera y el paciente sentado sobre ella colocado frente a la pantalla.

Las condiciones en las que se realizaba el ejercicio variaron en dificultad sobre todo en cuanto a la postura de manera que al principio se ayudaba con sus manos y el respaldo hasta llegar a hacer el ejercicio en la actualidad sin ayuda de éstos.

Reentrenamiento del equilibrio en bipedestación

Tanto en reentrenamiento del equilibrio sentado como en bipedestación cada sesión comienza con un análisis inicial o evaluación que nos ayuda a comprobar con cada dato donde existe un mejor apoyo, si hay oscilaciones y en que plano, y , sobre todo, para comparar con análisis de días anteriores.

Una vez hecho el análisis, tras un descanso (cada vez menos necesario) se comienza el reentrenamiento en plano horizontal.

El paciente rehusaba el apoyo sobre su extremidad derecha. Esto demuestra un valor un valor horizontal asimétrico y porcentaje bastante bajo de trabajo realizado correctamente (51% con 20 de Asimetría), tal como se muestra en la figura 1.

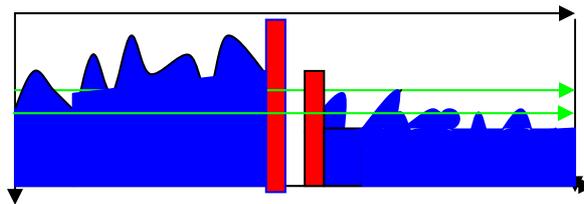


Figura 1. Análisis de asimetría horizontal.

Tras las sesiones necesarias con la corrección postural indicada en este caso: extensión de rodilla derecha, apoyo sobre talón derecho, extensión de cadera, etc. (al principio asistida y después voluntaria) aumentó el apoyo sobre el MI derecho, contribuyendo esto a un reparto más igual sobre ambos MMII, mejorando la postura en general (% de trabajo correcto 85% con 15 de asimetría). Ver Figura 2.

El procedimiento en cuanto al aumento de la dificultad se utilizó también para el resto de los entrenamientos: vertical, centro e hipercinética. La diferencia radica en el tipo de correcciones realizadas en cada uno de ellos por el paciente para superar el ejercicio.

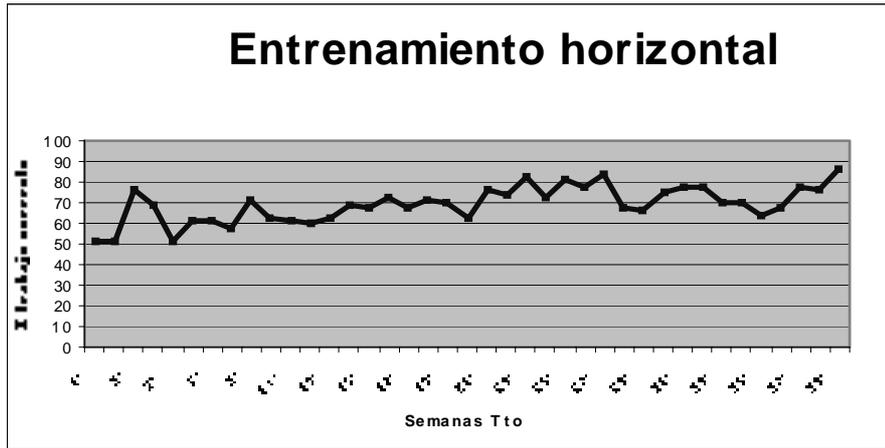


Figura 2. Evolución del control postural horizontal a lo largo del tratamiento.

En el reentrenamiento vertical el objetivo es disminuir las asimetrías en el plano anteroposterior. El paciente oscilaba continuamente sobre sus pies de delante a atrás y viceversa presentando unos valores de porcentaje de trabajo realizado correctamente de un 41% con Asimetría 20. Ver Figura 3.

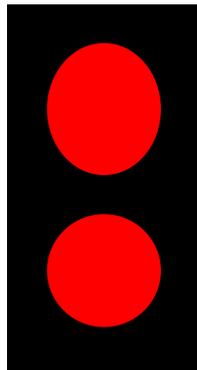


Figura 3. Asimetría en el plano anterioposterior.

La corrección fundamental en este caso era la extensión de cadera y tronco mientras mantenía la carga repartida en ambos MMII, entre otras. Los resultados progresivamente mejoraron hasta llegar a un porcentaje de trabajo de un 62% con Asimetría 15. Ver Figura 4.

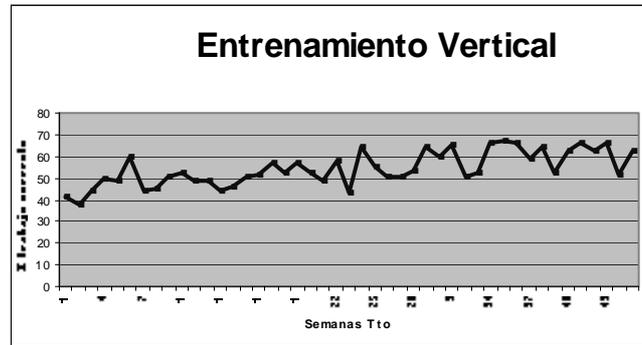


Figura 4. Evolución del control postural vertical a lo largo del tiempo.

El ejercicio que exige un correcto apoyo en los cuatro puntos de los ejes (S:-S, H:-H) es el reentrenamiento del centro en él, el paciente debe controlar lo anteriormente expuesto en el reentrenamiento horizontal y vertical, de manera que mantenga su centro de gravedad dentro de un espacio cuya magnitud está prevista por la asimetría. Ver Figuras 5 y 6.

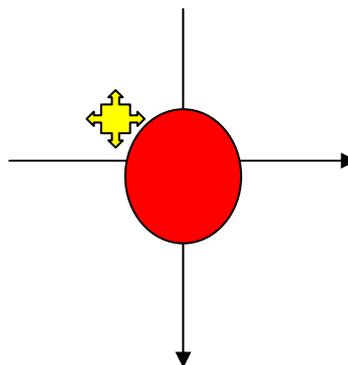


Figura 5. Reentrenamiento postural del centro de gravedad.

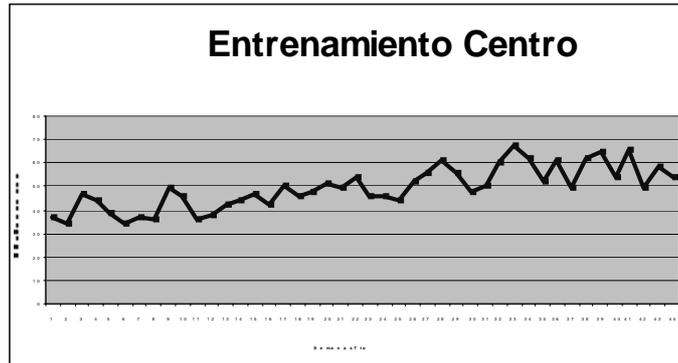


Figura 6. Evolución de entrenamiento del centro de gravedad a lo largo de las semanas de tratamiento.

El paciente evolucionó de un porcentaje de trabajo del 36.5% a un 54%.

Por último, en el reentrenamiento de la hipercinética, el paciente necesitaba controlar el balanceo propiamente dicho, característico de su patología, la ataxia.

En este ejercicio, era necesario recordar al paciente la necesidad de permanecer estable, aún cuando su centro de gravedad no estuviera situado totalmente en el centro del eje de coordenadas. Por tanto, el objetivo, era frenar los vaivenes continuo, haciéndolos cada vez menos visibles y más controlados.

El paciente evolucionó favorablemente desde un 41% a un 54.5%. Ver Figuras 7 y 8.

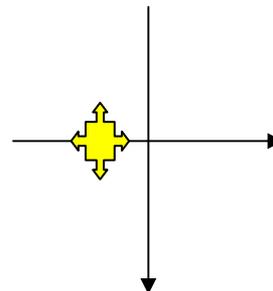
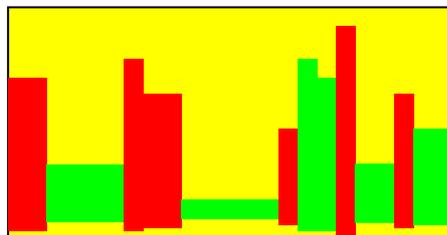


Figura 7. Reentrenamiento en balanceo.

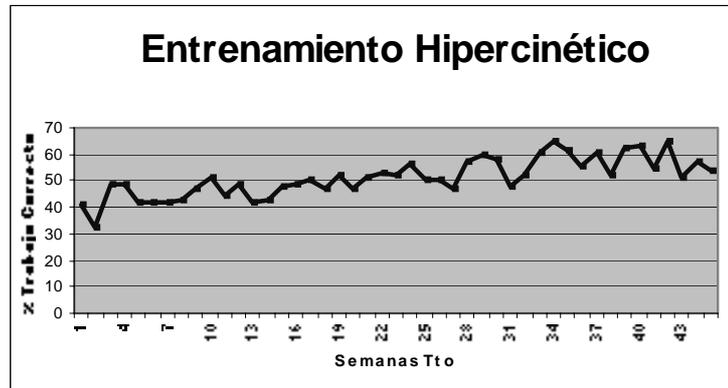


Figura 8. Evolución del entrenamiento de balanceo a lo largo de las semanas de tratamiento.

Discusión

Los resultados muestran que a lo largo de 6 meses de tratamiento con un protocolo basado en el sistema Neurorecreer, con tecnología computarizada de biofeedback, se ha conseguido que el sistema nervioso central del paciente sea capaz de comenzar a organizar y mantener, desde la información que recibe desde los receptores sensoriales, la posición del cuerpo en el espacio.

El entrenamiento ha facilitado que la información propioceptiva, cutánea y de los receptores de las articulaciones (sistema visual y somatosensorial) así como del sistema vestibular esté disponible de nuevo y pueda ser utilizada por el paciente para localizarse en el espacio con respecto a la fuerza de la gravedad y a su entorno físico.

El paciente ha conseguido repartir simétricamente su carga corporal y disminuir el balanceo antero-posterior, por lo que comienza a poder cambiar con más rapidez de un movimiento postural a otro. Ha conseguido un mejor alineamiento del cuerpo y de la carga postural que hace que disminuyan las fuerzas de la gravedad, al igual que ha mejorado el tono muscular y el tono postural.

Así mismo, el paciente ha logrado un buen control de la pelvis y del tronco. Las estrategias para los movimientos de la pelvis, así como, los del tronco son fundamentales para controlar el balanceo corporal natural.

En definitiva, el protocolo de control del equilibrio y de control de la postura aplicado a través de tecnología de biofeedback electromiográfico ha demostrado su efectividad en este paciente. Este trabajo pone de manifiesto la necesidad de seguir aportando datos que aclaren qué aspectos del entrenamiento y de la rehabilitación del equilibrio y de la postura son los más eficaces para facilitar la marcha y los movimientos voluntarios coordinados de los pacientes cerebrovasculares.

Conclusiones

Los resultados muestran que después de la aplicación del programa de reentrenamiento del equilibrio con el sistema computerizado NEUROCRECER el paciente ha presentado una notable mejoría.

Se han conseguido los siguientes logros:

- Un simétrico reparto de la carga.
- Disminución del balanceo anteroposterior.
- Control de la pelvis y tronco.
- Mejora de la postura en general.

Estos logros han hecho posible que un paciente que tras ocho años de tratamiento convencional, solo podía caminar con un andador y mientras le sostenía una tercera persona, sea capaz hoy (tras seis meses de tratamiento) de realizar la marcha (cada vez en trayectos más largos) con bastones, de forma independiente, y , que aún, actualmente, siga avanzando en la lucha por la independencia funcional.

Referencias

- Barroso y Martín, J.M., García-Bernal, M.I., Dominguez-Morales, R., Mikhailenok, E. y Voronina, O. (1999). Recuperación funcional total en paciente hemiparético izquierdo postraumatismo craneal mediante programa de biofeedback neuromuscular Remioco-2 computerizado. *Revista Española de Neuropsicología*. 1, (2-3), 69-88.

Domínguez-Morales, R., Mikhailenok, E., Voronina, O y García- Bernal, M.I. (2000). Higher funcional recovery through computerized neuromuscular biofeedback program Remiocor-2. *Brain Injury Source*. 4, (2), 22-25.

Received 24 october, 2000
Revision received 4 December, 2000
Accepted 22 December, 2000