

## VALORACION DE LOS EFECTOS DEL BIOFEEDBAK-EMG SOBRE MUSCULOS PARETICOS: UN DISEÑO N-1

*M.A. Simón López  
C.U. La Coruña  
Depto. Psicología General*

### RESUMEN

*Dos pacientes hemipléjicas con pie caído recibieron cinco sesiones de entrenamiento en biofeedback-EMG del músculo tibial anterior por medio de feedback visual y auditivo. Los efectos del entrenamiento se valoraron en un diseño N-1 del tipo A-B-A, utilizándose una de las pacientes como replicación intersujeto. Los resultados muestran un evidente aumento de actividad EMG en el músculo monitorizado durante la fase B, obteniéndose una reversibilidad parcial en la segunda fase de línea base.*

### SUMMARY

*Two female hemiplegic patients with foot-drop received five sessions of biofeedback-EMG training in the anterior tibialis muscle by means of visual and auditory feedback. The effects from this training were evaluated in a single-case design type A-B-A, using one of the patients as intersubject replication. Results show a large increase in the EMG-activity of the monitored muscle during the phase B, obtaining a partial reversibility in the second phase of the baseline.*

## INTRODUCCION

Ya han pasado siete años desde que en la Conferencia de Yale sobre medicina conductual se elaboraran las primeras conclusiones sobre la definición y campo de estudio de esta por entonces aún nueva rama de la ciencia de la conducta. Pero desde aquella primera reunión de los "pioneros" hasta hoy, aunque el período de tiempo transcurrido es corto, el volumen de trabajos e investigaciones realizadas es realmente sorprendente, lo cual está ocasionando la consolidación de esta disciplina.

Lo que en algunas áreas antes eran meras conjeturas e hipótesis (a menudo criticadas por fantasiosas, irreales y acientíficas), hoy son hechos probados, tanto desde el punto de vista clínico como desde el experimental.

La medicina conductual, tal y como se definió en la Conferencia de Yale, es el "campo concerniente con el desarrollo de la ciencia conductual, referente al conocimiento y técnicas para la comprensión de la salud física y la enfermedad, y la aplicación de este conocimiento y estas técnicas para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación" (Schwartz y Weiss, 1977).

Se trata de un campo centrado en la investigación de los mecanismos básicos por los cuales los fenómenos conductuales influyen en la epidemiología, etiología, patogénesis, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de trastornos físicos. De un modo más restrictivo, pero quizás más operativo al menos de cara a la intervención, podríamos afirmar que la medicina conductual consiste en la aplicación de las técnicas de terapia y modificación de conducta en particular, y de los hallazgos de la psicología del aprendizaje, en general, a la clínica médica.

La medicina conductual es un nuevo desarrollo en las ciencias conductuales y médicas, que incluye un cambio radical de la aproximación usual de la medicina de hoy en día; un movimiento que alterará significativamente el curso de la investigación de la

salud y, un cambio en la práctica y ejercicio de la medicina (Shapiro, 1979). Ejemplos específicos en los cuales los principios de la medicina conductual han sido usados en el estudio y tratamiento de trastornos físicos, pueden ser encontrados en desórdenes tales como la hipertensión, la epilepsia, los trastornos neuromusculares, y un largo etc.

De todas la técnicas utilizadas en medicina conductual, destacan muy significativamente sobre todas las demás, las técnicas de biofeedback. Como es sabido por todos, el biofeedback es una técnica de autocontrol de respuestas fisiológicas que opera a través de la realimentación o información constante que el sujeto recibe sobre la función que se desea someter a control voluntario. Dando esta información, los sujetos tienen la ocasión de controlar gradualmente los procesos acerca de los cuales esa información es proporcionada; mientras que sin la información, este control sería imposible (Gaarder y Montgomery, 1981).

El biofeedback es una técnica revolucionaria de naturaleza esencialmente bioconductual y cognitiva, que implica un cambio en el concepto de la enfermedad (como desarreglo o desequilibrio de los sistemas y subsistemas de control adaptativo homeostático) y en las conceptualizaciones de la relación terapeuta-paciente; a la vez que se subraya el papel predominantemente activo del paciente en su propia curación y cambio. Como un procedimiento diseñado para ayudar al individuo a ganar en autocontrol, el biofeedback clarifica y expone al paciente la necesidad de un papel activo en su propio tratamiento. El paciente debe ser envuelto en su propio problema y en la terapia del mismo. Este análisis sugiere que al menos son posibles dos diferentes visiones del biofeedback. Primera, el biofeedback puede ser considerado como un procedimiento de tratamiento para la alivianción de desórdenes específicos. Segundo, el biofeedback puede ser considerado como un mecanismo para el cambio general de las conceptualizaciones de la propia salud personal. En general, sitúa la responsabilidad del tratamiento en el propio sujeto mediante el cambio de sus conceptualizaciones. La aplicación clínica del biofeedback es un campo nuevo y en rápida expansión.

El principio activo del proceso es precisamente esa información que se le da al sujeto sobre la función, y en las propiedades reforzantes que la misma conlleva, acorde todo ello con el modelo explicativo del aprendizaje instrumental.

Entre las causas que posibilitan la aparición histórica del biofeedback, habría que señalar el desarrollo espectacular de la tecnología, lo cual permite acceder a las respuestas fisiológicas más importantes y con mayor precisión, y un cierto número de investigaciones fundamentales en psicofisiología que, a partir de opciones teóricas diferentes, buscan como poner bajo control

diversas respuestas fisiológicas. De entre todos los campos de aplicación de las técnicas de biofeedback destacan sobre todos los demás el de la rehabilitación neuromuscular. Es precisamente en este campo donde la utilidad clínica y la validez científica del biofeedback está fuera de toda duda, incluso para sus detractores (Fontaine, 1981).

El biofeedback-EMG se viene utilizando desde hace ya unos veinte años en el campo de la rehabilitación neuromuscular, tanto en problemas centrales como periféricos. Así, una de las primeras áreas del entrenamiento en biofeedback fue el tratamiento de pacientes hemipléjicos. Los hemipléjicos son personas con lesiones que afectan a ciertas partes del sistema vascular del cerebro, principalmente las zonas regadas por la arteria cerebral media, y muestran trastornos motores en una mitad del cuerpo. La arteria cerebral media, a través de sus ramas corticales, riega la superficie lateral del hemisferio. Esta área comprende toda la parte lateral e inferior de la corteza y sustancia blanca del lóbulo frontal, la corteza motora (áreas 4 y 6), la parte lateral e inferior de la corteza y sustancia blanca del lóbulo parietal, las partes lateral y superior del lóbulo temporal y de la ínsula. Las ramas perforantes de la arteria cerebral media se distribuyen al putamen, globo pálido en su parte externa, parte superior del brazo posterior de la cápsula interna situada por arriba del borde superior del globo pálido, porción adyacente de la corona radiante, cuerpo del núcleo caudado y, por último, a la porción superior de la cabeza del núcleo caudado.

La mayoría de los pacientes con hemiplejia que se ven en una clínica de rehabilitación son los llamados "pacientes apopléjicos", que han sufrido accidentes vasculares cerebrales como resultado de trombosis, hemorragias, embolia o aneurisma.

Un problema muy común en estos pacientes hemipléjicos es el "pie caído", causado por una parálisis de los dorsiflexores del pie, la cual puede estar además combinada con una espasticidad de los flexores plantares (en caso de que se lesionen, además de las vías piramidales, las extrapiramidales, que las acompañan en parte de su trayecto). La no contracción de los músculos dorsiflexores del pie durante la fase de desplazamiento resulta entonces en un "pie caído", que se registra como arrastre de los dedos, ocasionando una "marcha de segador" o "marcha en steppage".

Con la técnica de biofeedback-EMG, y en estos casos de pie caído, se pretende que el paciente incremente los potenciales de acción muscular en el músculo tibial anterior (siempre que la hemiplejia sea flácida, ya que sino habría que disminuir además la espasticidad de los flexores plantares). Este músculo ha sido objeto de atención preferencial, de modo que suele aceptarse que en el momento en que el talón toma contacto con el suelo en la

fase de estancia, aparece un pico de actividad EMG en él (Basmajian, 1976). En este momento el pie se dorsiflexiona. Parece que el tibial anterior es responsable en parte de la dorsiflexión durante la aceleración.

Algunos autores sugieren que el tibial anterior desacelera al pie en el momento en que el talón llega al suelo, y lo que hace descender hasta éste mediante alargamiento gradual. Es probable, tal y como afirma Basmajian, que el estado clínico de pie caído por parálisis del tibial anterior obligue a aceptar esta conclusión.

Nosotros hemos pretendido hacer una valoración de los efectos del biofeedback-EMG sobre los potenciales de acción muscular del tibial anterior de dos sujetos hemipléjicos con parálisis de los dorsiflexores del pie a consecuencia de un ataque apopléjico.

## **METODO**

### **Sujetos**

Se trataba de dos pacientes con hemiplejía izquierda, de 65 y 73 años de edad respectivamente, que habían sufrido un accidente cerebrovascular 8 y 5 meses antes de este estudio. Ambas pacientes presentaban parálisis de los dorsiflexores del pie, mostrando un cuadro de pie caído, y estaban sometidas desde el padecimiento del ataque a terapia física. Fueron seleccionadas en base a su deseo de colaborar en el estudio y en su capacidad para comprender las instrucciones del terapeuta.

### **Aparatos**

Se utilizó como sistema de biofeedback-EMG el "MIOBACK CY-300" de Letica, con lectura digital y feedback visual y auditivo. Los electrodos usados eran los tradicionales al uso de collares adhesivos, y como "gel" de transmisión el "Aquasonic" (USA).

### **Procedimiento**

El tratamiento estaba dirigido a valorar los efectos del biofeedback-EMG sobre los potenciales de acción muscular del tibial anterior. Se realizó una sesión diaria durante tres semanas a razón de cinco sesiones semanales. Cada sesión tenía una duración media aproximada de treinta minutos, y se realizaba con el paciente tumbado en una camilla.

El estudio se dividió en tres fases sucesivas de idéntica longitud, a lo largo de las cuales los sujetos eran igualmente tratados con fisioterapia.

*Fase A:* Corresponde a la línea base, y se desarrolló en cinco sesiones. Tras un período de adaptación a los electrodos (5 minutos) el paciente era instado a contraer el músculo tibial anterior, intentando el movimiento del pie hacia arriba haciendo un esfuerzo máximo, mientras el terapeuta colocaba una de sus manos sobre el muslo del paciente en el lado afectado justo encima de la rodilla, presionando ligeramente hacia abajo. Si los músculos flexores de la cadera se contraían, se incrementaba la presión. No se permitía la flexión de la cadera porque el objetivo era obtener una respuesta del tobillo lo más aislada posible.

Se realizaban doce ensayos por sesión, utilizando un intervalo interensayo de aproximadamente un minuto. No se daba biorretroalimentación de la respuesta.

*Fase B:* Corresponde a la fase de entrenamiento en biofeedback EMG, desarrollándose igualmente en cinco sesiones. El feedback proporcionado era visual y auditivo. El período de adaptación y el ejercicio a realizar eran idénticos a los de la fase A. El paciente era instado a trabajar para obtener una medida de lectura en el display mayor en cada ensayo, guiándose en sus ejecuciones por medio del feedback que recibía del monitor electrónico y del propio terapeuta. Al final de cada sesión al igual que en la fase A, se realizaba una media en base a la actividad EMG máxima que se alcanzaba en cada ensayo. Se realizó un modelamiento de la respuesta, exigiendo contracciones cada vez más fuertes.

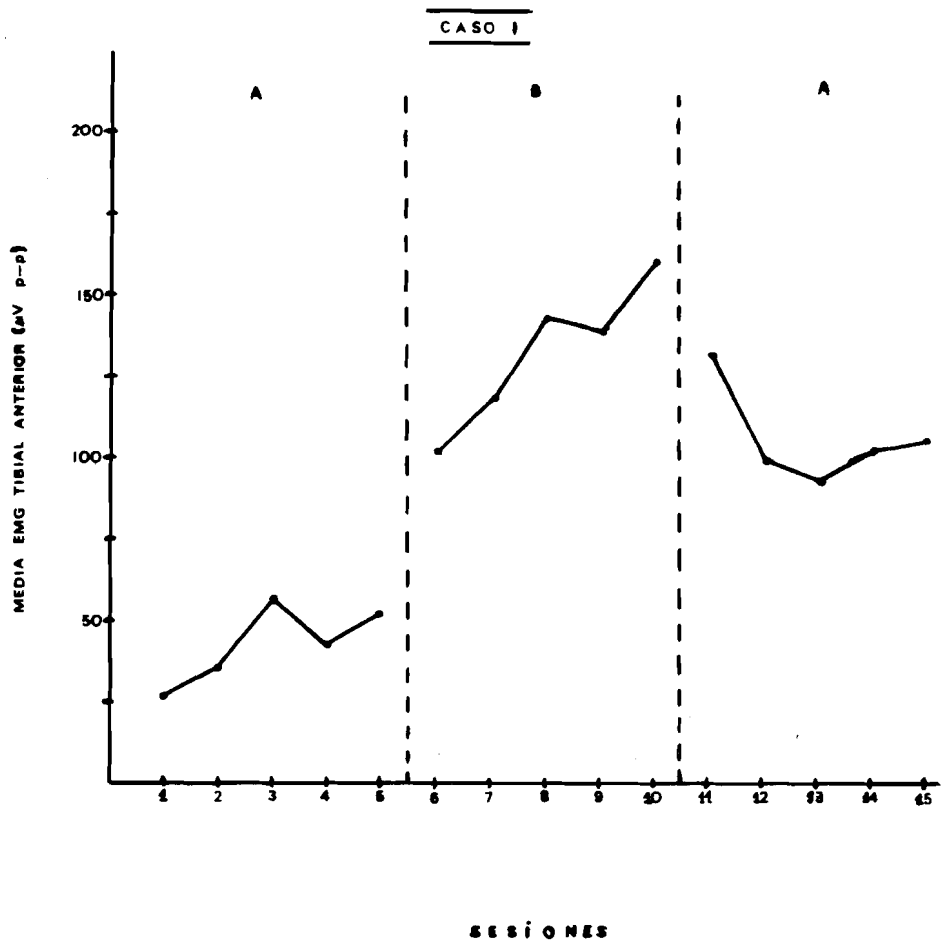
*Fase A:* Corresponde a una vuelta a la línea base para observar el efecto de la retirada del tratamiento. Las condiciones experimentales eran idénticas a las de la primera fase A.

*METODOLOGIA.* El diseño utilizado para valorar los efectos del biofeedback sobre la actividad EMG del tibial anterior fue un diseño de N-1 del tipo A-B-A, con un sujeto de replicación.

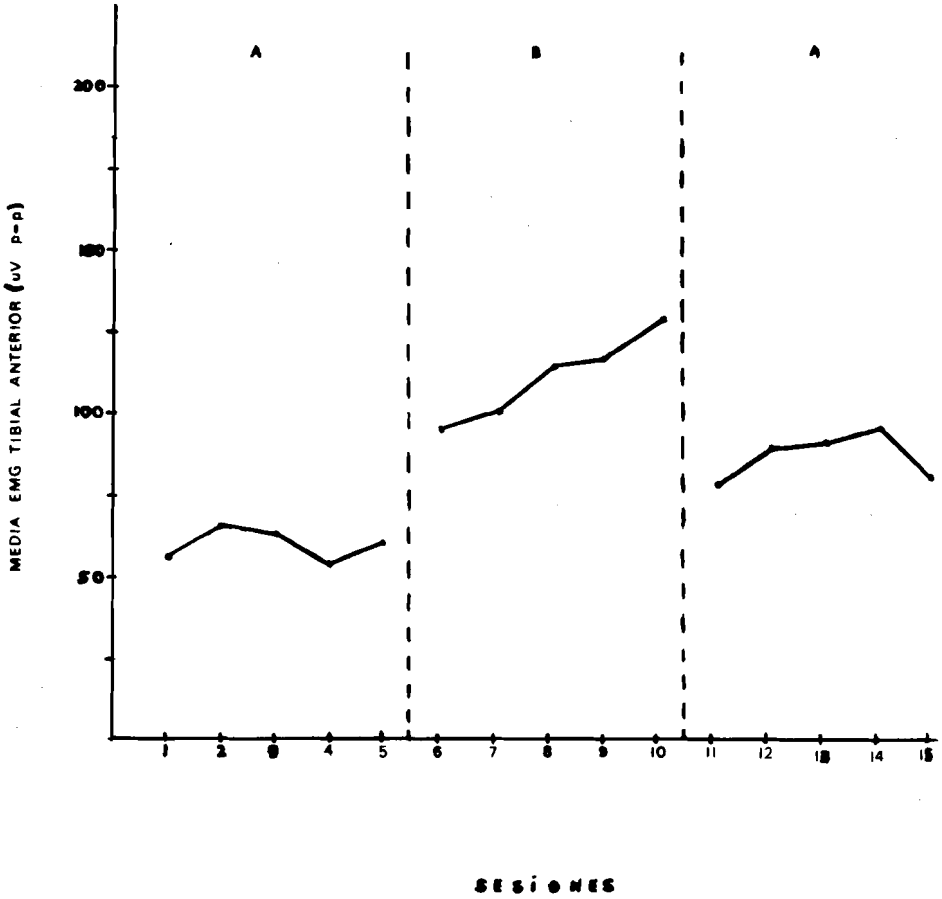
## RESULTADOS

Los resultados, que pueden apreciarse en las figuras 1 y 2, dan muestra de la eficacia del biofeedback para aumentar la actividad EMG del tibial anterior en estos dos pacientes hemipléjicos con pie caído. En ambos casos, al llegar a la fase B se produce un aumento significativo en actividad EMG valorado estadísticamente al 1% (caso 1,  $t=8.02$  / caso 2,  $t=6.95$  / la  $t$  crítica para un nivel de significación del 1% era de 3.36).

Se puede apreciar como al retirar el tratamiento se produce un descenso en actividad realmente notorio, debido posiblemente a las pocas sesiones de entrenamiento recibidas, descenso marcado pero que en ningún momento supone una baja hasta la línea ba-



CASO 2





se inicial. Este cierto grado de reversibilidad constatado garantiza que los efectos del aumento en actividad EMG son debidos a la introducción del biofeedback.

Hay que decir que indirectamente se demostró que el biofeedback era más útil en el entrenamiento de la dorsiflexión del pie que las técnicas de fisioterapia convencional, dado que las dos pacientes recibían ambas técnicas de modo diario y sucesivo.

## DISCUSION

El presente estudio, llevado a cabo con una metodología estricta de N-1 y utilizando un sujeto de replicación, no pretende más que poner de manifiesto las posibilidades que encierra el campo de la medicina conductual en su aplicación a la clínica de rehabilitación. Posibilidad que no hace más que poner de manifiesto que el control voluntario de respuestas fisiológicas que han quedado alteradas como consecuencia de un proceso patológico es posible a través de la aplicación del paradigma operante y gracias a la plasticidad del sistema nervioso y a la actuación del mismo por medio de complejos sistemas funcionales. De ahí que sea de gran importancia una mayor profundización en las bases biológicas del comportamiento y el que miremos las respuestas fisiológicas no como fenómenos aislados, sino dentro de un patrón de respuestas mucho más complejo.

Como afirmaba el ilustre neurólogo español Ramón y Cajal, "durante su vida, cada animal no posee en su cerebro todas las representaciones ni todas las asociaciones posibles..., cuando aparecen condiciones y necesidades nuevas, muy probablemente el mecanismo de las neuronas cerebrales de asociación se modifica y mejora". Hoy, con las técnicas de biofeedback, vemos que el sujeto puede aprender a regular su medio interno y a establecer nuevas conexiones, siempre y cuando su cerebro reciba una información puntual y exacta sobre lo que sucede dentro del propio cuerpo de uno en el momento inmediato en que sucede. Aquí cobra todavía más sentido la idea de Cajal sobre la posibilidad que todo ser humano tiene, si realmente se lo propone, de ser el escultor de su propio cerebro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDREWS, J.M.: Neuromuscular reeducation of the hemiplegic with the aid of the electromyograph. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1964, 45, pp. 530-532.
- BARLOW, D.H. y col.: Single-Case experimental designs. *Arch. Gen. Psychiatry*, 1972, 29, pp. 319-325.
- BARLOW, D.H. y col.: Single-Case designs and clinical biofeedback experimenta-

- tion. **Biofeedback and Self-Regulation**, 1977, 2, pp. 221-239.
- BASMAJIAN, J.V.: **Electrofisiología de la acción muscular**. Médica Panamericana, Buenos Aires, 1976.
- BASMAJIAN, J.V.: Biofeedback in rehabilitation: A Review of principles and practices. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, 1981, 62, pp. 469-475.
- BASMAJIAN, J.V. y col.: EMG Feedback treatment of Upper Limb in hemiplegic stroke patients: A pilot study. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, 1982, 63, pp. 613-616
- BASMAJIAN, J.V.: **Biofeedback: Principles and Practices for clinicians**. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
- BRUDNY, J. y col.: Electromyography in the practice of rehabilitation medicine: Therapeutic applications. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, 1974, 55, p. 564.
- BURNSIDE, I.G. y col.: Electromyographic Feedback in the remobilization of stroke patients: A controlled trial. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, 1982, 63, pp. 217-222.
- CARROBLES, J.A.I.: La biorretroalimentación en la rehabilitación neuromuscular: revisión y estudio casos. **Rev. Latinoamericana de Psicología**, 1983, 15, pp. 215-236.
- FONTAINE, O.: La clinique du biofeedback: un faux pas?. **Acta Psych. Bel.**, 1981, 81, pp. 213-225.
- GAARDER, K.R. y MONTGOMERY, P.S.: **Clinical Biofeedback: A procedural manual for behavioral medicine**. Williams & Wilkins, Baltimore, 1977.
- INGLIS, J. y col.: Electromyographic biofeedback and neuromuscular rehabilitation. **Canadian Journal of Behavioral Science**. 1976, 8, pp. 299-323.
- KAZDIN, A.E. y TUMA, A.H. (Edts.): **Single-Case research designs** Jossey-Bass Inc. Publishers Washington, 1982.
- MIDDAUGH, S.H. y MILLER, M.C.: Electromyographic Feedback: Effect on voluntary muscle contractions in paretic subjects. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, 1980, 61 pp. 24-29.
- MIDDAUGH, S.J.: Muscle Training. En, DOLEYS, D.M.; MEREDITH, R.Y. y CIMINERO, A.R.: **Behavioral Medicine, assessment and treatment strategies**. Plenum Press New York, 1982.
- RAMON Y CAJAL, S.: **Histología del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados**. CSIC, Madrid, 1952.
- REIG, A.: Medicina comportamental: desarrollo y líneas de intervención. **Anál. y Modif. de Cond.**, 14, 1981, 99-160.

- SCHWARTZ, G.E. y WEISS, S.M.: What is behavioral medicine. **Psychosomatic Medicine**, 1977, 36, pp. 377-381.
- SHAPIRO, D.: Biofeedback and behavioral medicine in perspective. **Biofeedback and Self-Regulation**, 1979, 4, pp. 371-381.
- SIMON LOPEZ, M.A.: **Biofeedback: una perspectiva integradora**. (en prensa) 1984.
- VILA, J.: Biofeedback y auto-regulación. **Anál. y Modif. de Cond.**, 1980, 11-12, pp. 367-376.
- YATES, A.J.: **Biofeedback and the modification of behavior**. Plenum Press, New York, 1980.