

EVALUACION DEL BIOFEEDBACK EMG INVERSO COMO ESTRATEGIA DE CONTROL EXPERIMENTAL: IMPLICACIONES SOBRE EL USO TERAPEUTICO DEL BF EMG FRONTAL(*)

**Francisco Villamarín
Toni Sanz
Olga Palacio**

Area de Psicología Básica. Facultat de Psicologia
UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA

RESUMEN

En el presente trabajo intentamos estudiar la validez del procedimiento de biofeedback (BF) EMG invertido como condición de control experimental de los factores accidentales, en aquellas investigaciones en las que se emplea como tratamiento un procedimiento de BF EMG directo. Para ello, comparamos los patrones de ejecución de dos grupos de sujetos sometidos a dos condiciones diferentes de BF EMG de los músculos frontales: BF EMG directo (n = 6) y BF EMG inverso (n = 8). Además, estudiamos la posible generalización de los cambios en el EMG frontal a la variable frecuencia cardíaca. Los resultados obtenidos parecen indicar que (a) los valores del EMG frontal en el estado de reposo posterior al entrenamiento en BF son similares en los sujetos que han recibido BF directo y los que han recibido BF inverso; (b) durante la fase de auto-control ambos grupos de sujetos disminuyeron su

(*) Este trabajo ha sido posible, en parte, gracias a la ayuda PB89-0312 de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia.

EMG frontal respecto del nivel basal previo; (c) en el estado de reposo posterior a la fase de auto-control, los sujetos que recibieron BF inverso mostraron valores de EMG inferiores a los de BF directo; y (d) no se encontró un efecto claro de generalización del entrenamiento en BF EMG a la frecuencia cardíaca.

Palabras clave: biorretroalimentación EMG, cefalea tensional, factores accidentales, frecuencia cardíaca, generalización.

SUMMARY

In the present study, we attempted to examine the validity of an inversed EMG biofeedback procedure as experimental control strategy of accidental factors in researchs in wich frontal EMG biofeedback is used as treatment. To accomplish that goal, we compared frontal EMG performance patterns among subjects assigned to two experimental conditions: direct EMG biofeedback (n=6) and inversed EMG biofeedback (n=8). We also examined the possible generalization effect of frontal EMG changes to heart rate. Main results of this research suggest that (a) frontal EMG levels in the rest phase after BF training were similar in both experimental groups; (b) during self-control phase, subjects in direct EMG BF condition and subjects in inversed EMG BF condition decreased their frontal EMG; (c) during the rest period after self-control phase, subjects of inversed EMG BF condition showed lower levels than subjects trained with direct EMG BF; and (d) a clear generalization effect of frontal EMG changes to heart rate was not found.

Key words: accidental factors, EMG biofeedback, generalization, heart rate, tensional headache

El planteamiento del presente trabajo se basa en los resultados de una investigación anterior realizada en nuestro laboratorio (Villamarín y Bayés, 1990), en la cual intentamos validar algunos aspectos de la teoría de la auto-eficacia de Bandura (1977) mediante un procedimiento de biofeedback electromiográfico (BF EMG) como tratamiento de la cefalea tensional.

En dicha investigación utilizamos un diseño experimental en el cual manipulamos, mediante falsa información de la ejecución, la habilidad percibida de los sujetos para reducir la tensión muscular (auto-eficacia), pero no su habili-

dad real. De hecho, todos los sujetos tuvieron igual posibilidad de aprender a disminuir la actividad de los músculos frontales mediante BF EMG directo, mecanismo terapéutico en el que se basa tradicionalmente el empleo de esta técnica como tratamiento de la cefalea tensional.

Los resultados obtenidos por Villamarín y Bayés (1.990) parecen indicar que, si bien la habilidad para disminuir la actividad EMG (medida en porcentaje de reducción de EMG durante el biofeedback respecto de un nivel basal previo) es el factor que más contribuye a la mejoría de la cefalea, no obstante, aquéllos que poseen una alta auto-eficacia mejoran más que los de auto-eficacia baja.

Estos resultados, por una parte, concuerdan con los aportados por Cruzado y Labrador (1988), quienes encontraron, en un diseño experimental de caso único, que es la reducción del nivel de EMG frontal, y no la inducción de una alta auto-eficacia, lo que más contribuye a la mejoría de la cefalea. Pero, por otra parte, discrepan de los obtenidos por Holroyd, Penzien, Hursey et al. (1984). En la investigación realizada por estos autores, a un grupo de sujetos (feedback directo) se les entrenó a disminuir su tensión muscular, mientras que a otro grupo (feedback invertido) se le enseñó a aumentarla, aunque se les hizo creer que la estaban disminuyendo. Dentro de cada uno de estos dos grupos, en la mitad de los sujetos se indujo una auto-eficacia moderada y en la otra mitad una auto-eficacia alta. No se encontraron diferencias en la reducción de la cefalea (medida en índices promedio semanales) entre los sujetos que recibieron feedback directo y los que recibieron feedback invertido, pero sí entre los de auto-eficacia moderada y alta.

En el marco de la discusión que existe actualmente por identificar las variables relevantes del éxito terapéutico conseguido con la aplicación del BF EMG en las cefaleas tensionales, los resultados obtenidos por Holroyd et al. (1984) y los obtenidos por Villamarín y Bayés (1990) sugieren mecanismos terapéuticos un tanto diferentes, entre sí y también respecto de la concepción tradicional. Mientras que los primeros parecen indicar que la auto-eficacia es la única variable que contribuye a la mejoría del dolor de cabeza, los segundos sugieren que tanto la habilidad como la auto-eficacia son variables relevantes en la acción del BF EMG sobre la cefalea tensional.

En nuestra opinión, la discrepancia entre los resultados obtenidos por Holroyd et al. (1984) y los nuestros podría explicarse, en parte, del modo siguiente. Es posible que el procedimiento empleado por estos autores para controlar los "factores accidentales"(1) del procedimiento de BF EMG - enseñar a tensar los músculos mediante feedback invertido- sea poco apropiado. A nuestro parecer, no sería nada extraño que en los sujetos a los que se enseñó a tensar sus músculos se produjese, después de la fase de biofeedback, un efecto rebote de relajación. Este es, de hecho, el mecanismo teórico en que se basan algunas de las versiones (Berstein y Borkovec, 1973) del

procedimiento de relajación diseñado originalmente por Jacobson (1938), y que ha sido confirmado empíricamente en algunas investigaciones recientes (Lehrer, Batey, Woolfolk et al., 1988). Los datos sobre la evolución del EMG frontal aportados por Holroyd et al. (1984) no permiten descartar esta posibilidad, dado que, al igual que en una investigación anterior realizada por Andrasik y Holroyd (1980), no se evaluó el EMG en estado de reposo después de la fase de biofeedback invertido.

En el tratamiento de las cefaleas tensionales mediante BF EMG se intenta adiestrar a las personas a disminuir la tensión de los músculos de la cabeza y del cuello, de manera que posteriormente puedan utilizar esa habilidad como un medio para prevenir o eliminar el dolor de cabeza en aquellas situaciones de la vida diaria en que suelen padecerlo. Teniendo en cuenta este planteamiento resulta especialmente importante medir la actividad EMG, tanto cuando el sujeto intenta controlar su tensión muscular sin ayuda de feedback externo (fase de auto-control), como en el momento inmediatamente posterior a este intento.

Si el EMG en estado de reposo después del biofeedback invertido fuese semejante o inferior al que se observa después del biofeedback directo, los resultados en cuanto a la reducción del dolor de cabeza obtenidos por Holroyd y cols. (1984) podrían deberse, en parte, a que el procedimiento de control que emplearon es incorrecto. En otras palabras: si existe realmente una relación entre el grado de tensión muscular y la experiencia de dolor, en el caso de que los sujetos que han aprendido a tensar alcancen posteriormente niveles de EMG similares a los de aquéllos que han aprendido a relajar, es previsible que ambos experimenten una intensidad de dolor similar.

El entrenamiento en BF EMG de los músculos frontales se utiliza, no sólo como un procedimiento terapéutico específico -tal es el caso de las cefaleas tensionales-, sino también como una técnica de relajación general para el tratamiento de diferentes trastornos (Carrobes y Godoy, 1987). La utilización del BF EMG frontal como una técnica de relajación general descansa en el supuesto de que la disminución de la tensión de los músculos frontales conlleva cambios similares tanto en otros grupos musculares como en otras variables fisiológicas indicadoras de activación autonómica simpática, tales como la frecuencia cardíaca, la conductancia de la piel o la temperatura periférica.

Este planteamiento teórico se conoce como modelo "ergotrópico-ergotrófico" del BF EMG (Gellhorn y Kiely, 1972), y suele contraponerse al modelo de "habilidades motoras" (Lang, 1975), que subyace a la utilización de este procedimiento como técnica terapéutica específica. Los resultados de las investigaciones relativas a ambos modelos, aunque contradictorios, parecen ser ligeramente favorables al supuesto de la especificidad (Puente y Labrador, 1988).

Partiendo de este marco teórico, en nuestro trabajo nos propusimos estudiar la posible generalización de los patrones de ejecución en el EMG frontal (que se intenta controlar mediante entrenamiento en biofeedback) a la variable frecuencia cardíaca.

En este estudio, pues, nos planteamos los siguientes objetivos:

- a) Comparar los patrones de ejecución de los sujetos que reciben feedback directo con los que reciben feedback invertido, especialmente en lo que respecta al EMG frontal en estado de reposo después de las fases de biofeedback y auto-control.
- b) Estudiar la posible generalización de los cambios obtenidos en EMG a la variable frecuencia cardíaca.

METODO

Sujetos

Participaron en este estudio un total de 14 sujetos, todos ellos alumnos universitarios sin ninguna experiencia previa en la utilización de procedimientos de biofeedback o técnicas de relajación. La edad promedio de estos 14 sujetos era de 20 años, 10 de ellos eran mujeres y 4 varones. La participación en la investigación fue totalmente voluntaria.

Laboratorio y aparatos

El entrenamiento en BF y el registro de las variables fisiológicas se realizó en una sala experimental compuesta por dos cámaras adyacentes comunicadas entre sí. En una de ellas, insonorizada y con iluminación tenue, se situaba el sujeto recostado en un sillón reclinable. En la otra se situaba el experimentador, quien controlaba el desarrollo de la sesión experimental a través de un espejo unidireccional que le permitía observar al sujeto, y a través de la monitorización en la pantalla del ordenador de la evolución de las variables fisiológicas registradas.

Para el registro de variables y el entrenamiento en BF utilizamos un equipo modular, compuesto, entre otros elementos, por un amplificador CAR 300 de frecuencia cardíaca, un amplificador EMG 905 y un canal de retroalimentación BIOFEEDBACK LE 1100 (Letica, Instrumentos Científicos, Barcelona).

Mediante el BIOFEEDBACK LE 1100 se proporcionó a los sujetos feedback auditivo continuo, consistente en un tono (que escuchaban a través de unos auriculares), de frecuencia constante, y de intensidad directamente proporcio-

nal (sujetos de feedback directo) o inversamente proporcional (sujetos de feedback inverso) a la actividad EMG. El investigador disponía de información del feedback recibido por el sujeto a través de una pantalla de pilotos luminosos sincronizados con la intensidad del sonido.

Para registrar la actividad muscular se utilizaron electrodos de superficie planos, de 12 mm. de diámetro y de latón niquelado. Se colocaban sobre la frente ajustándolos mediante discos adhesivos y siguiendo la posición estándar en estos casos: los dos electrodos activos 2.5 cm. sobre cada ceja, perpendiculares a las pupilas cuando el sujeto mira de frente, y el electrodo de tierra en medio de ambos. La frecuencia cardíaca se registró mediante un pletismógrafo de pulso colocado en el dedo índice de la mano derecha. Este transductor es sensible a la señal mecánica producida por el pulso sanguíneo en la yema del dedo y la transforma en una señal eléctrica.

Los valores de EMG y FC captados por sus respectivos amplificadores eran enviados, a través de un dispositivo interfase de conversión analógica digital a un ordenador Bondwell AT, que disponía de un programa de almacenamiento y exhibición de datos por pantalla (NOTEBOOK, de Labtech. Inc.).

Procedimiento

En una primera sesión de laboratorio, se explicó a los sujetos el funcionamiento de los aparatos y se realizó una evaluación del EMG frontal en estado de reposo durante 5 minutos.

Los 14 sujetos fueron asignados a una de las dos condiciones de feedback ya comentadas, siendo 8 los sometidos a feedback inverso y 6 a feedback directo. La asignación se realizó en función de los resultados obtenidos en el registro antes citado, de forma que los grupos resultantes fueran homogéneos respecto al nivel basal promedio de EMG.

Posteriormente, cada sujeto recibió 6 sesiones de biofeedback EMG, dos por semana. Todas las sesiones estaban divididas, como mínimo, en las siguientes fases: adaptación, línea de base 1, biofeedback y línea de base 2. En las sesiones 3ª y 6ª se añadieron, además, otras dos fases, denominadas auto-control y línea de base 3 (ver figura 1). A continuación describimos las diferentes fases de las sesiones.

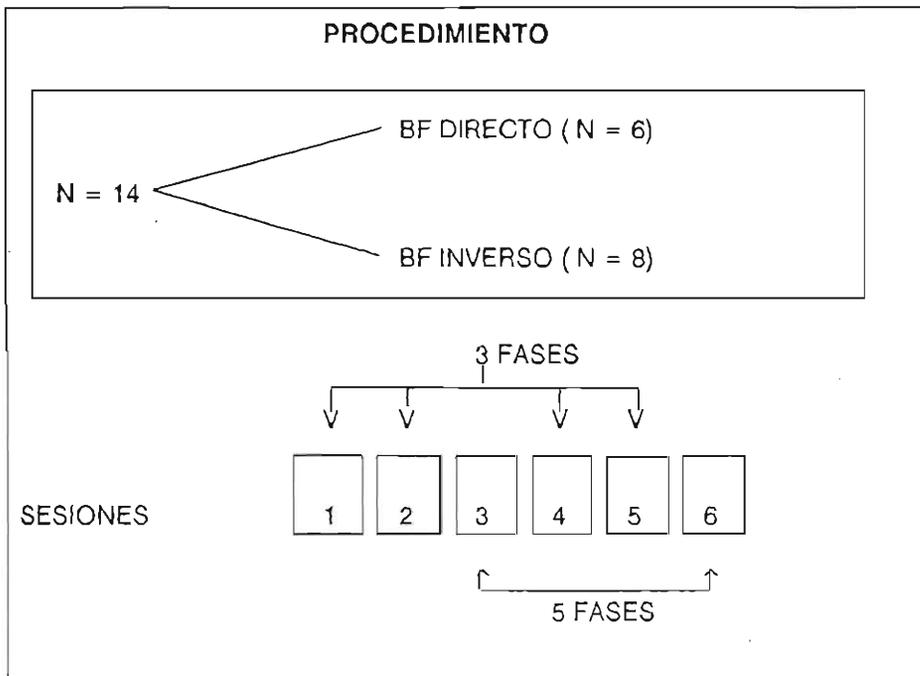
a) *Adaptación*. Esta fase, de unos 12 minutos de duración, comprendía: limpieza de la frente, preparación y colocación de los electrodos, impartición de las instrucciones para toda la sesión y estabilización de EMG.

b) *Línea de base 1*. Durante esta etapa, de 5 minutos de duración, se registraba la tensión muscular frontal en estado de reposo. El sujeto estaba

recostado, con los ojos cerrados, y procurando evitar movimientos bruscos, aunque sin intentar relajarse.

c) *Biofeedback*. Durante esta fase, de 15 minutos de duración (6 minutos en las sesiones 3ª y 6ª), los sujetos escuchaban un sonido de intensidad directa o inversamente proporcional (según el grupo al que pertenecía cada sujeto) a la actividad EMG. El objetivo durante esta fase, tanto para los sujetos del grupo de feedback directo como para los de feedback inverso, consistía en intentar disminuir la intensidad del sonido hasta hacerlo desaparecer. De este modo a los primeros se les entrenaba para reducir el EMG del músculo frontal, y a los segundos para incrementarlo. En ninguno de los grupos se dieron instrucciones explícitas de relajación. En ambas condiciones se utilizó un procedimiento de moldeamiento o aproximaciones sucesivas, para facilitar el aprendizaje.

Figura 1.



A los sujetos que recibían feedback inverso, para evitar que apagasen el sonido de forma repentina mediante movimientos bruscos de cabeza y cuello y que, de esta forma, identificasen el verdadero sentido de la relación de proporcionalidad entre EMG e intensidad de sonido, se les proporcionaron las

siguientes instrucciones complementarias: "Es importante que recuerdes que el módulo de biofeedback, además de convertir la señal eléctrica en un tono y una señal visual, realiza un filtraje de las señales producidas por movimientos bruscos. Es decir, no procesa este tipo de señales. Por ello podrás comprobar que, si mueves de forma brusca los músculos de la frente o cualquier otro músculo de la cara, de repente, dejarás de oír el sonido. En este caso no desaparece el tono porque hayas disminuido la tensión muscular, sino porque el aparato de biofeedback no procesa la señal de entrada (es como si quedase desconectado). Se trata de un sistema de protección para impedir la interferencia de movimientos extraños de otros músculos de la cabeza y permitir así un control más específico de los músculos frontales. Recuerda, pues, y esto es muy importante, que debes modificar la tensión del músculo frontal muy poco a poco, evitando cualquier movimiento brusco de éste y otros músculos".

d) *Línea de base 2*. Fase de 7 minutos de duración (5 en las sesiones 3ª y 6ª), idéntica a la línea de base 2.

e) *Auto- Control*. Durante esta etapa, de 6 minutos de duración, el sujeto debe intentar controlar la tensión del músculo frontal, pero en este caso sin recibir ningún tipo de feedback sobre su actividad EMG.

f) *Línea de base 3*. De 5 minutos de duración, idéntica a las anteriores líneas de base 1 y 2.

Diseño experimental

En esta investigación se utilizó un diseño intergrupo con dos condiciones experimentales, definidas por el tipo de feedback proporcionado a los sujetos: BF directo ($n=6$) y BF inverso ($n=8$). Se intentaron equilibrar los dos grupos experimentales en la variable EMG frontal en estado de reposo previo al entrenamiento en BF.

Tanto el tipo de diseño utilizado (intergrupo) como el número de sesiones de entrenamiento en biofeedback (6) se deben a que nuestra investigación está planteada, en gran medida, como una replicación del trabajo experimental de Holroyd et al. (1984), que reunía ambas características.

RESULTADOS

Patrones de ejecución

En el análisis de los perfiles de ejecución por sesión, que estructuramos en varios apartados, se realizaron 2 pruebas estadísticas diferentes, la prueba U

de Mann-Whitney y la prueba T de comparación de medias, para comparar los sujetos sometidos a feedback inverso y directo, en 2 parámetros diferentes:

1. Valores absolutos de EMG dentro de cada fase (en microvoltios).
2. Variabilidad entre fases, siendo calculada ésta como $V = (FASE1 - FASE2) / MAX(fase1, fase2)$, y expresada en porcentajes de variación entre fases.

La prueba U de Mann-Whitney es la que aparece citada, en este análisis, en aquellos casos en que no se cumplieron las condiciones de aplicación de la prueba T (homogeneidad de variancias).

Dado que se emplearon pocos sujetos en esta investigación (6 en el grupo de feedback directo y 8 en el de feedback inverso), y con el fin de que las pruebas fueran más sensibles ante pequeñas diferencias entre los dos grupos, se integraron todas las sesiones en una sola, de forma que, por ejemplo, la variable "línea base 1" contiene las líneas de base 1 registradas para todos los sujetos (14) por cada una de las 6 sesiones realizadas. Este tipo de análisis ha quedado justificado empíricamente, dado que, al realizar un tratamiento estadístico por sesiones, los resultados significativos se corresponden (sin ninguna excepción) con los encontrados en el análisis conjunto, y los no significativos, siguen, en casi todos los casos, la tendencia puesta de manifiesto en el análisis general.

Comprobación de la equivalencia de los dos grupos en los valores iniciales de EMG

Para comprobar que la homogeneización respecto a niveles basales de EMG, realizada en el momento de la asignación de los sujetos a los grupos experimentales, se mantenía a lo largo de todas las sesiones, se realizó una prueba U de Mann-Whitney. No se encontraron diferencias significativas en las líneas de base 1 de ambos grupos ($U = 854$; $p = 0.93$).

Comprobación de la efectividad del entrenamiento en BF EMG frontal (Directo versus Inverso)

Para determinar si la ejecución durante la fase de biofeedback fue tal como se pretendía (es decir, un incremento del EMG respecto de la línea de base 1 en sujetos sometidos a feedback inverso y una disminución respecto el nivel basal 1 en sujetos del grupo de feedback directo), se comparó la variabilidad de la fase de biofeedback a la línea de base 1 entre las dos condiciones experimentales. Del análisis efectuado mediante la prueba T, se desprende que se ha conseguido, en conjunto, una ejecución en la fase de biofeedback tal como era de esperar *a priori*: en el grupo directo, una reducción promedio del

19% (respecto a la línea de base 1); en el grupo inverso un incremento promedio del 8.5% ($T=3.67$; $p<0.0005$).

Efecto del entrenamiento con BF sobre el EMG en el estado de reposo posterior

Realizamos 3 tipos de análisis que revelan el estado de la actividad EMG tras la fase de entrenamiento en biofeedback:

a) Comparación de los niveles EMG durante la línea de base 2 entre los dos grupos experimentales. La prueba T realizada no mostró diferencias significativas entre los sujetos que previamente recibieron feedback directo y los que recibieron feedback inverso (EMG = 4.67 microvoltios; $T=0.11$; $p=0.91$).

b) Comparación de la variabilidad de línea de base 1 (previa al biofeedback) a la línea de base 2 (posterior al biofeedback). No hay diferencias en la evolución de línea de base 1 a línea de base 2 entre los sujetos sometidos a feedback inverso y los sometidos a feedback directo (12% y 10% porcentajes de reducción de EMG, respectivamente; $T=-0.35$; $p=0.717$).

c) Comparación de la variabilidad de la fase de biofeedback a la línea de base 2. Del análisis estadístico se desprende que en el grupo inverso hay una disminución de un 17%, mientras que en el grupo directo se produce un incremento en la línea de base 2 respecto del entrenamiento en biofeedback de un 8% ($T=-2.9$; $p=0.005$).

Capacidad de control de la actividad EMG frontal en ausencia de feedback

Esta capacidad se analizó mediante 3 pruebas estadísticas diferentes:

a) Comparación de la variabilidad entre la línea de base 2 y la fase de auto-control. Si existe una transferencia del control de la actividad EMG realizado con feedback, sería de esperar un incremento de EMG en el grupo de feedback inverso en la fase de autocontrol respecto de la línea de base 2, y una disminución en el grupo de feedback directo. Sin embargo, la fase de autocontrol supone, en los dos grupos, una disminución de actividad EMG respecto a la fase anterior, de línea de base, sin que haya diferencias significativas entre ambos (24% de reducción; $T=0.13$; $p=0.89$).

b) Comparación de la variabilidad entre la fase de entrenamiento con biofeedback y la fase de auto-control. El análisis mediante la prueba T revela que, en ambos casos, existe una disminución de la actividad EMG en el auto-control respecto a la fase de biofeedback, siendo significativamente mayor ($T=-1.99$; $p=0.05$) en el grupo de feedback inverso (un 37% de promedio) que en el grupo de feedback directo (un 12% de promedio).

c) Comparación de los niveles EMG durante la fase de auto-control entre los sujetos sometidos a feedback directo y los sometidos a feedback inverso. No se encontraron diferencias significativas en la fase de auto-control entre los dos grupos ($T = -0.46$; $p = 0.612$).

Efecto del auto-control sobre el EMG en el estado de reposo posterior

Realizamos dos análisis estadísticos para examinar este efecto:

a) Comparación de los niveles de EMG entre los dos grupos experimentales en la línea de base 3. El resultado de la prueba T mostró una diferencia estadísticamente significativa en los niveles de EMG ($T = 2.45$; $p = 0.02$), siendo de 4.7 microvoltios (de promedio) en el grupo de feedback directo y de 3.1 microvoltios en el grupo de feedback inverso.

b) Comparación de la variabilidad entre la fase de auto-control y la línea de base 3. En el grupo de feedback directo, la actividad EMG en la fase de autocontrol es un 21% inferior a la línea de base 3, mientras que en el grupo de feedback inverso el EMG en la línea de base 3 es un 10% inferior al de la fase de auto-control ($T = -2.3$; $p = 0.03$).

Todos estos resultados dibujan un patrón promedio para cada uno de los dos grupos experimentales, del siguiente tipo:

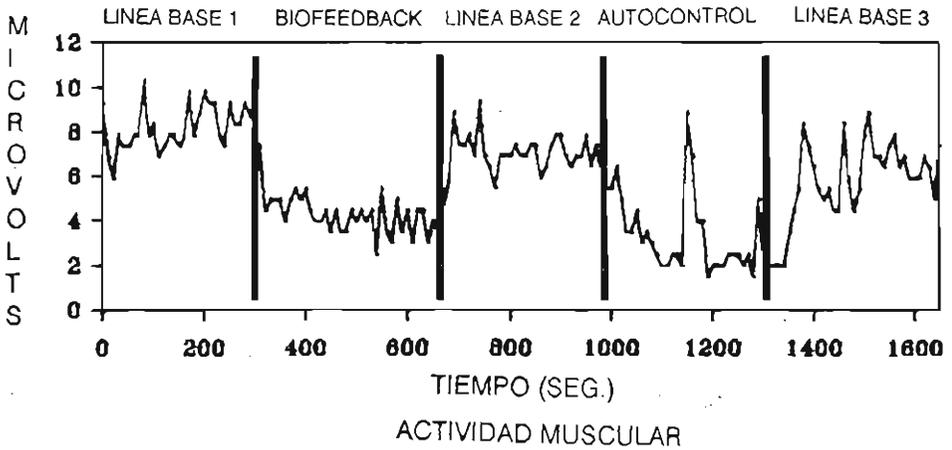
1. En el grupo de feedback directo, las fases de biofeedback y autocontrol suponen una disminución de actividad EMG respecto las líneas de base, que tienden progresivamente a tener valores inferiores (ver figura 2).

2. En el grupo de feedback inverso, la fase de biofeedback supone un incremento respecto a la primera línea de base; no sucede lo mismo con la fase de auto-control, que parece seguir la tendencia a la disminución de la actividad que se observa desde la línea de base 2 (ver figura 2).

A pesar de que es posible determinar un patrón promedio para cada una de las condiciones experimentales, no obstante, las ejecuciones individuales no se ajustan necesariamente a dichos perfiles. Así, se encuentran, dentro del grupo de feedback directo, sujetos que tienen patrones de ejecución opuestos: tal como se aprecia en la figura 3, la gráfica superior muestra un incremento de actividad EMG en la fase de feedback, mientras que la inferior muestra lo contrario. Lo mismo ocurre entre los sujetos que reciben feedback inverso. La variabilidad en las ejecuciones individuales es especialmente destacable en este grupo. A pesar de que, globalmente, se consiguió el objetivo de incrementar la actividad EMG durante la fase de biofeedback, a nivel individual pueden observarse ejecuciones de lo más variado (ver figura 4). Así, algunos sujetos han aprendido a tensar sus músculos frontales durante la fase de biofeedback en algunas de sus sesiones, y tensan también durante el auto-control (patrón A).

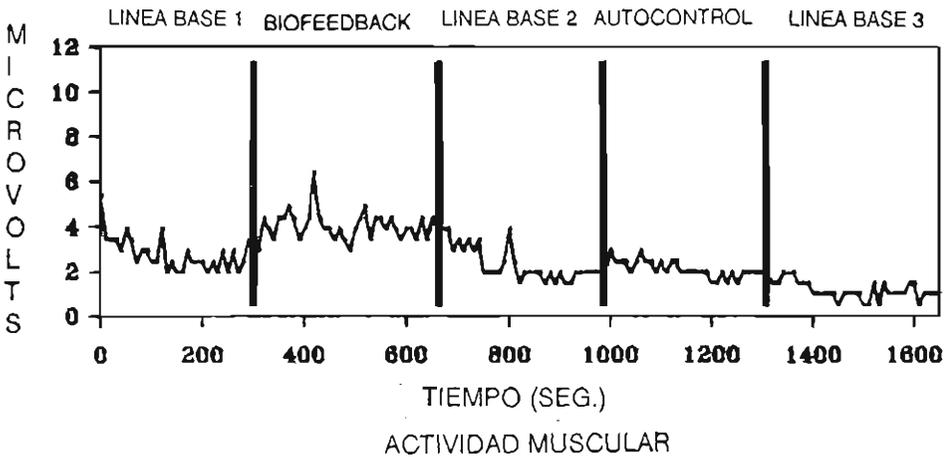
Figura 2.- Registros reales de dos sesiones que se aproximan al patrón promedio para feedback directo e inverso, respectivamente.

BIOFEEDBACK
E. M. G.



PATRON PROMEDIO BIOFEEDBACK DIRECTO

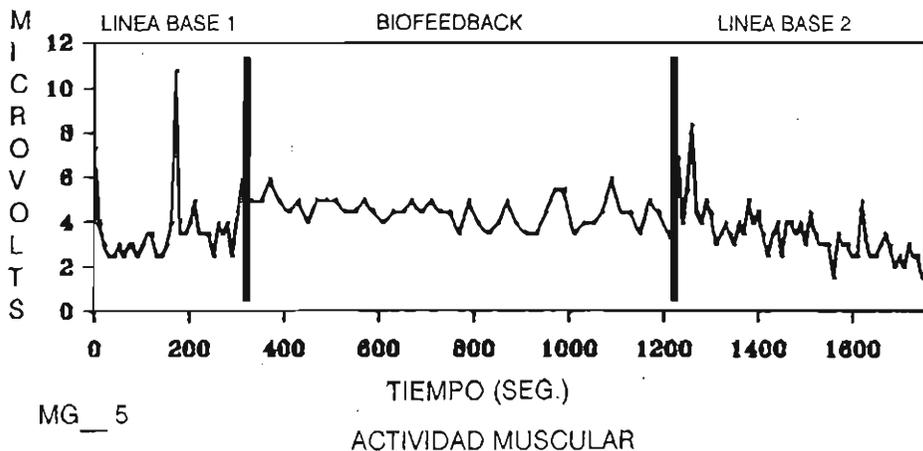
BIOFEEDBACK
E. M. G.



PATRON PROMEDIO BIOFEEDBACK INVERSO

Figura 3.- Dos patrones de ejecución para sujetos de feedback directo.

BIOFEEDBACK
E. M. G.



BIOFEEDBACK
E. M. G.

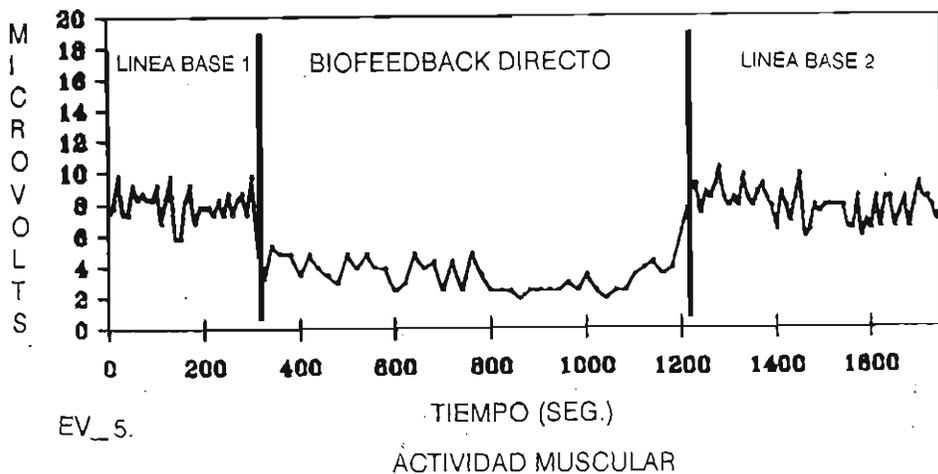


Figura 4.- Tres patrones de ejecución en el grupo de biofeedback inverso (descripción en el texto).

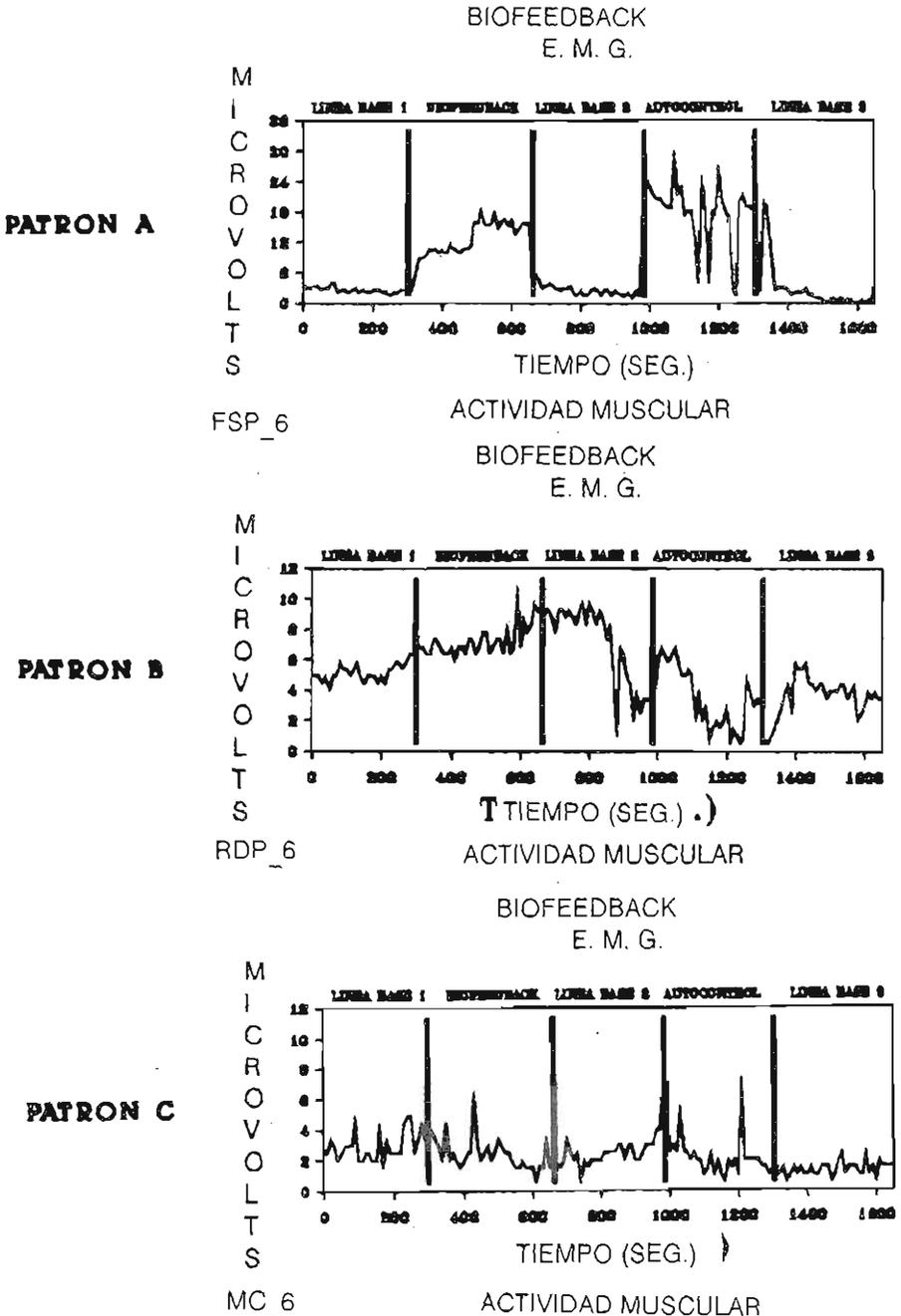
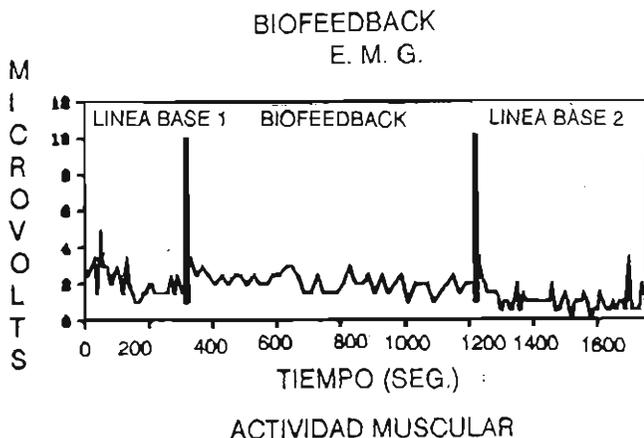
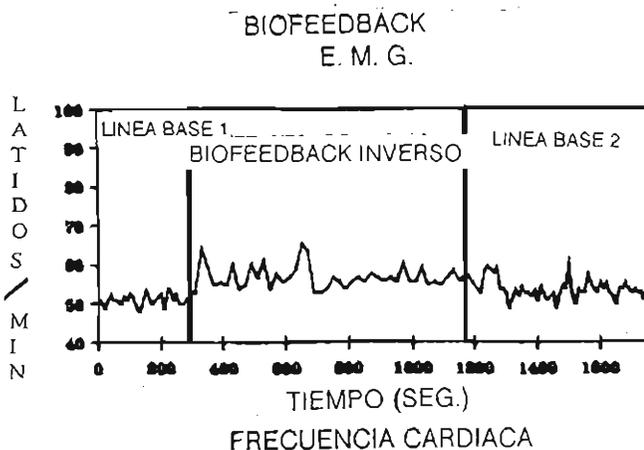


Figura 5.- Patrones de EMG y frecuencia cardíaca en sujetos que reciben feedback inverso. A la izquierda, una sesión en la que no existe correlación significativa entre ambas variables; a la derecha, una sesión de alta correlación



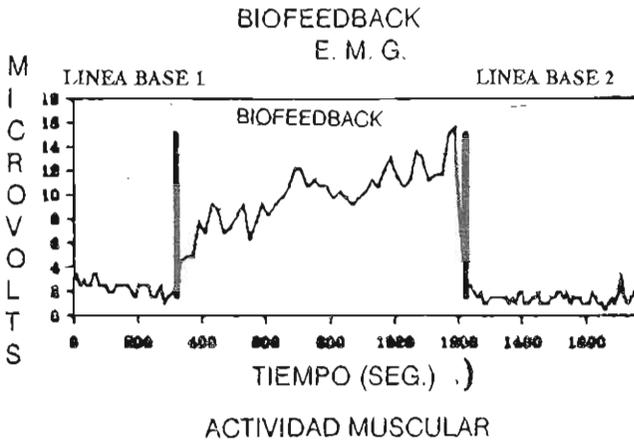
Sesión 2. FSP

$r = 0.2$ (n.s)



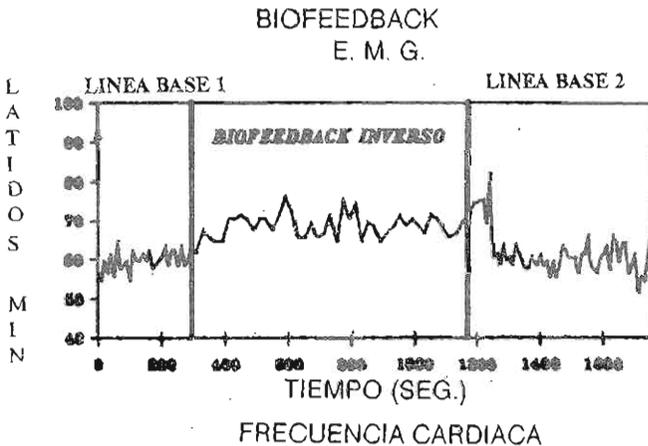
Sesión 2. FSP

(continuación Figura 5. Parte derecha de la figura)



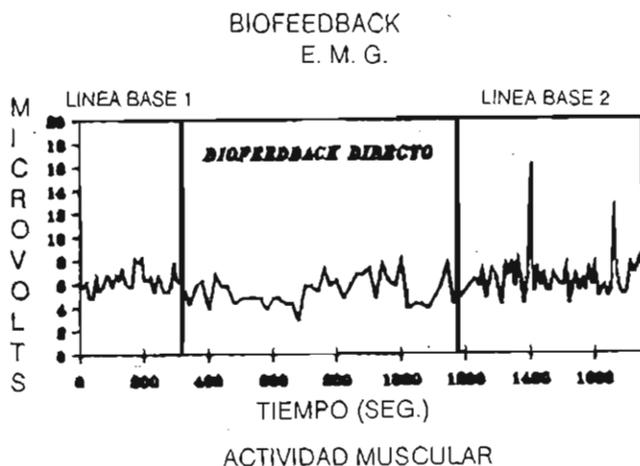
Sesión 4. FSP

$r = 0.68$ ($p (0.01)$)



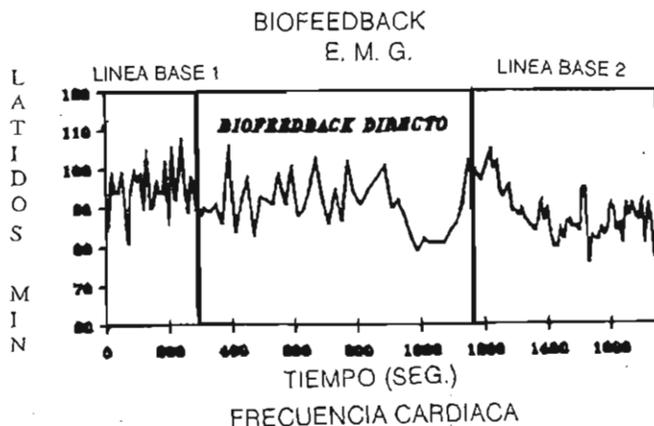
Sesión 4. FSP

Figura 6.- Patrones de EMG y frecuencia cardíaca en sujetos que reciben feedback directo. A la izquierda, una sesión en la que no existe correlación significativa entre ambas variables. A la derecha, una sesión de correlación negativa.



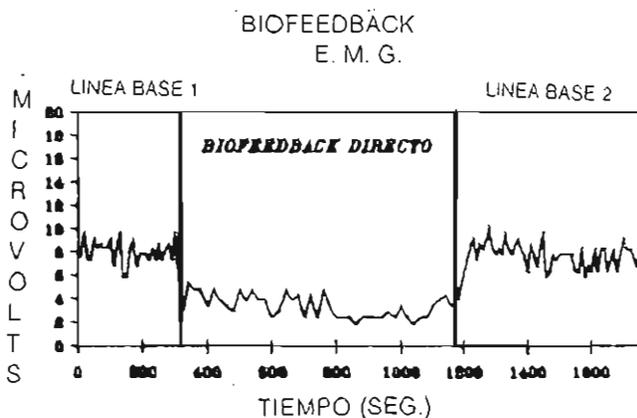
Sesión 1. EV

$r = 0.2$ (n.s)



Sesión 1. EV

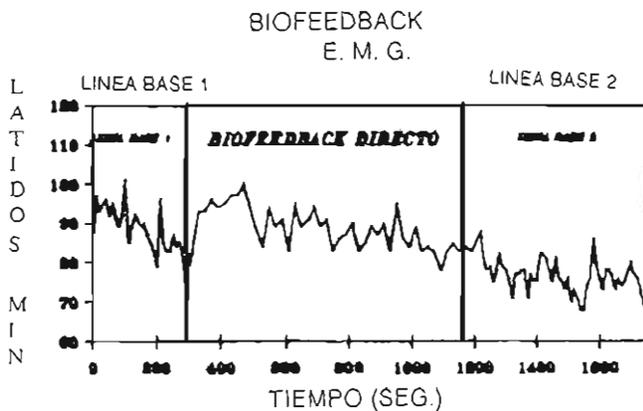
(Continuación Figura 6. Parte derecha de la figura)



Sesión 5. EV

ACTIVIDAD MUSCULAR

$$r = -0.35 \text{ (p (0.01))}$$



Sesión 5. EV

ACTIVIDAD MUSCULAR

Otros tensan cuando disponen de feedback, pero relajan cuando intentan controlar la actividad EMG durante el auto-control (patrón B). Algunos, no aprenden a tensar incluso ni cuando reciben feedback (patrón C).

No existe tampoco un patrón bien definido y estable para cada sujeto, que se mantenga durante todas las sesiones realizadas.

Generalización de los cambios inducidos en el EMG frontal a la frecuencia cardíaca.

Para estudiar la posible generalización de los cambios de la actividad EMG a la frecuencia cardíaca, se realizaron correlaciones, en cada una de las sesiones para cada uno de los sujetos, entre los valores de actividad muscular frontal (variable sujeta a feedback) y los de frecuencia cardíaca. Los resultados obtenidos dan una correlación promedio $r = 0.23$ ($p < 0.01$). Las correlaciones muestran una gran dispersión, siendo algunas superiores a 0.6 ($r = 0.66$ en una sesión de un sujeto), otras no significativas, y otras incluso negativas ($r = -0.54$ en un caso). Dichas correlaciones son, por otra parte, difíciles de interpretar, pues se distribuyen de forma aleatoria. Es decir, no hemos podido identificar ninguna variable relacionada con el entrenamiento, tal como el nivel basal de EMG, el número de orden de la sesión, el número de fase de la sesión, el experimentador o el tipo de feedback recibido, que justifique esa diferencia entre correlaciones. En este sentido, pueden ser ilustrativas las gráficas de las figuras 5 y 6, en las que se puede apreciar como, tanto en el grupo de feedback inverso como en el de feedback directo, es posible encontrar sesiones de alta correlación (positiva o negativa) entre las dos variables, o bien sesiones con evolución independiente de los dos registros fisiológicos.

En todo caso, parece existir cierta tendencia de estabilidad intra-sujeto en la generalización de los cambios del EMG frontal; así, por ejemplo, un individuo concentra 4 de las 6 sesiones en las que se han hallado correlaciones negativas significativas; las 6 sesiones de mayor correlación positiva se concentran en dos sujetos; otros sujetos, en cambio, no muestran ninguna sesión con correlación significativa.

DISCUSION

Patrones de ejecución durante las sesiones de BF EMG

Del análisis de los perfiles de ejecución durante las sesiones de entrenamiento en BF se desprende que: a) los valores de EMG frontal en estado de

reposo son similares en los sujetos que han recibido BF directo y los que han recibido BF inverso; b) durante la fase de auto-control ambos grupos de sujetos disminuyen su EMG frontal respecto del nivel basal previo; y c) después de intentar controlar el EMG frontal en el sentido previamente entrenado, pero sin feedback, los sujetos que recibieron BF inverso mostraron valores de EMG inferiores a los de BF directo.

Como veremos a continuación, estos resultados, considerados conjuntamente, parecen indicar que el BF EMG frontal inverso no constituye, probablemente, la estrategia más adecuada para controlar los factores accidentales implícitos en el uso del BF EMG directo como tratamiento de las cefaleas tensionales.

El BF EMG inverso fue presentado en su día por Holroyd et al. (1984) como la estrategia más sofisticada para controlar los factores terapéuticos accidentales. Hasta ese momento, el procedimiento más extensamente utilizado con esa finalidad consistía en proporcionar a un grupo de sujetos feedback falso previamente grabado. El entrenamiento con feedback falso suele producir una mejora terapéutica inferior a la que se consigue con BF EMG directo, lo cual parece avalar, en principio, una cierta acción terapéutica específica de este último procedimiento. Sin embargo, como han señalado acertadamente algunos autores (Bayés, 1.983) es muy difícil discernir si la inferioridad terapéutica del feedback falso se debe a que a) los sujetos no logran aprender a disminuir su EMG frontal, o a que b) experimentan una sensación de falta de control debido a la no contingencia tensión muscular-sígnal de feedback. Frente a este procedimiento, el entrenamiento con BF EMG inverso poseería la ventaja, según Holroyd et al. (1.984), de que, al tiempo que genera una sensación de control similar a la del BF EMG directo, produce, teóricamente, cambios en EMG contrarios a aquéllos que tienen efectos terapéuticos. En otras palabras, carece del factor terapéutico específico más importante, enseñar a disminuir la actividad EMG frontal, y posee un factor terapéutico accidental igualmente importante: la sensación de control sobre la tensión muscular.

Sin embargo, tal como parecen mostrar los resultados obtenidos en nuestra investigación, el procedimiento de BF EMG inverso, más que carecer de los efectos específicos de BF EMG directo, parece ser un método indirecto de conseguir tales efectos. Si es así, no es nada extraño que ambos procedimientos produzcan reducciones similares en el dolor de cabeza, sobre todo teniendo en cuenta que para la evaluación del dolor de cabeza se emplean índices promedio semanales, y no medidas puntuales estrechamente ligadas a los cambios en la tensión muscular frontal. En definitiva, los resultados sobre la evolución del EMG frontal obtenidos en la presente investigación ponen de relieve, una vez más, la dificultad para desarrollar estrategias de control adecuadas de los factores accidentales.

Quisiéramos comentar, finalmente, la gran variabilidad observada en las ejecuciones individuales, especialmente en el grupo de BF inverso. Se nos ocurre que podría deberse, en parte, a la contradicción entre las instrucciones verbales y la señal de feedback, pues se dice implícitamente a los sujetos que se les entrenará para relajar sus músculos y se les pide que intenten disminuir la señal, con lo cual están tensando. De hecho, hemos encontrado algunos sujetos que siguen la señal durante la fase de BF -tensan su frente durante esta fase- y las instrucciones cuando no disponen de la señal -relajan durante la fase de autocontrol-. Para contrastar esta hipótesis podría plantearse una investigación en la que se proporcionase feedback inverso sin engañar a los sujetos, eliminando así la contradicción entre la señal de feedback y las instrucciones.

Generalización de los cambios en el EMG frontal a la frecuencia cardíaca.

Los resultados obtenidos en la presente investigación parecen indicar que los cambios producidos en el EMG frontal mediante el entrenamiento en BF no han afectado de forma consistente a la evolución de la frecuencia cardíaca. Si bien se ha encontrado, en algunas sesiones, una evolución paralela de ambas variables, en otras ha podido observarse una total independencia, e incluso, en algunas, un evolución en sentido opuesto.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por otros autores españoles en algunos trabajos recientes (Aznar, León y Gómez, 1990; Puente y Labrador, 1989) y con otros estudios de la literatura anglosajona (Alexander, White y Wallace, 1977; Davis, 1980; Carlson, Basilio y Heaukulani, 1.983).

La falta de un claro efecto de generalización del entrenamiento en BF EMG parece apoyar el modelo de habilidades motoras, frente al modelo "ergotrópico-ergotrófico", y pone en cuestión, una vez más, la validez de la utilización del BF EMG frontal como técnica de relajación general.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, A.B.; WHITE, P.D.; WALLACE, H.M. (1977). Training and transfer of training effects in EMG biofeedback assisted muscular relaxation. *Psychophysiology*, **14**, 551-558.
- ANDRASIK, F.; HOLROYD, K.A. (1980). A test of specific and non specific effects in the biofeedback treatment of tensional headache. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, **48**, 575-586.
- AZNAR, R.; LEÓN, J.M.; GÓMEZ, T. (1990). Una evaluación experimental de la generalización de los efectos del biofeedback del electromiograma frontal. *Comunicaciones al II Congreso del Colegio Oficial de Psicólogos. Area 5: Psicología y Salud: Psicología de la Salud*,

- 123-126.
- BANDURA, A. (1977). Self-Efficacy: Toward a unifying theory of behavior change. **Psychological Review**, **84**, 191-216.
- BAYÉS, R. (1983). Biorretroalimentación y efecto placebo. **Revista Latinoamericana de Psicología**, **15**, 63-85.
- BERNSTEIN, D.A.; BORKOVEK, T.D. (1973). **Progressive Relaxation Training: A Manual for the Helping Professions**. Champaign, Il.: Research Press.
- CARLSON, J.G.; BASILIO, C.E.; HEAUKULANI, I.D. (1983). Transfer of EMG training: another look of the general relaxation issue. **Psychophysiology**, **20**, 530-536.
- CARROBLES, J.A.; GODOY, J. (1987). **Biofeedback: Principios y Aplicaciones**. Barcelona: Martínez Roca.
- CRUZADO, J.A.; LABRADOR, F.J. (1988). Tratamiento con biofeedback E.M.G. de las cefaleas tensionales: evaluación de las variables cognitivas y reducción de la tensión muscular en un caso único. En J. Santacreu (Ed.). **Modificación de Conducta y Psicología de la Salud**. Valencia: Promolibro.
- DAVIS, P.J. (1980). Electromiograph biofeedback: generalization and the relative effects of feedback, instructions and adaptation. **Psychophysiology**, **17**, 604-612.
- GELLHORN, E.; KIELLY, W.F. (1972). Mystical states of consciousness: neuropsychological and clinical aspects. **Journal of Nervous and Mental Disease**, **154**, 399-405.
- GRÜNBAUM, A. (1981). The placebo concept. **Behavior Research and Therapy**, **19**, 157-167.
- JACOBSON, E. (1938). **Progressive Relaxation**. Chicago: University of Chicago Press.
- HOLROYD, K.A.; PENZIEN, D.B.; HURSEY, K.G.; TOBIN, D.L.; ROGERS, L.; HOLM, J.E.; MARCILLE, P.J.; HALL, J.R.; CHILA, A.G. (1984). Change mechanisms in EMG biofeedback: cognitive changes underlying improvements in tension headache. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, **52**, 1.039-1.053.
- LANG, P.J. (1975). Acquisition of heart rate control: method, theory and clinical implications. En D.D. Fowles (Ed.) **Clinical Applications of psychophysiology**. Nueva York: Columbia University Press.
- LEHRER, P.M.; BATEY, D.M.; WOOLFOLK, R.L.; REMDE, A.; GARLIK, (1988). The effects of tense-release sequences on EMG and self-report of muscle tension: an evaluation of jacobsonian and post-jacobsonian assumptions about progressive relaxation. **Psychophysiology**, **25**, 562-569.
- PUENTE, M.L.; LABRADOR, F.J. (1988). ¿Se generalizan los efectos del entrenamiento en biofeedback EMG frontal? **Revista Española de Terapia del Comportamiento**, **6**, 139-152.
- VILLAMARÍN, F.; BAYÉS, R. (1990). Papel de las variables cognitivas en el tratamiento mediante biofeedback de las cefaleas tensionales. **Análisis y Modificación de Conducta**, **16**, 165-192.