

## Investigación

# LAS TÉCNICAS DE BIOFEEDBACK APLICADAS A LA ACTIVIDAD FÍSICA

*Joan Palmi, Alex Gordillo*

Toda la adaptabilidad de nuestro organismo como conjunto de sistemas reactivos se basa en el equilibrio (homeostasis) que se establece a partir de la información que llega al cerebro procedente de las diferentes, partes del cuerpo (ambiente externo e interno). Esta estructura superior se aloja en el cráneo y es sensible a inputs que provienen de todo el organismo. Algunas veces este equilibrio entre necesidades del exterior y niveles de activación biológica se desequilibra, como es evidente en el caso del exceso de activación que alcanza el deportista antes de la competición. Con nuestro trabajo pretendemos que se conozcan y se valoren dentro del mundo del deporte y de la rehabilitación física las posibilidades del BIOFEEDBACK (BFB) como instrumento de trabajo que facilita esta homeostasis.

### ¿Qué es el BFB?

La palabra *biofeedback* se utiliza desde principios de los años setenta y responde a un neologismo de origen inglés compuesto de los siguientes elementos:

- BIO, del griego *bios*: vida
- FEED, del inglés *to feed*: alimentar
- BACK, del inglés *to back*: retroceder.

Si intentásemos traducir este término deberíamos hablar de "retroalimentación biológica", "biorrealimentación", términos todos ellos que resultan sinónimos. Nosotros creemos que es mejor utilizar el término inglés original *biofeedback*. El BFB se comporta como un mecanismo fisiológico artificial mediante el cual un organismo, como consecuencia de su actividad, recibe de parte de las diferentes variables fisiológicas informaciones que le permiten ajustar o modificar su actividad, es decir, proporciona al organismo información amplificada, mediante aparatos sensibles, que podrá utilizar para controlar su propia activación, mientras que en condiciones normales esta información no la utiliza o bien la utiliza de forma errónea.

Estas técnicas conocieron un amplio desarrollo, ya que se planteó el hecho, subrayado por algunas investigaciones, de que ciertas respuestas autonómicas aparentemente involuntarias pueden ser modificadas o moldeadas de forma

operante -intencional-- a través de episodios ambientales o por medio de la información que el organismo recibe sobre ellas.

Todo sistema de autoregulación se basa en el principio de Ashby, según el cual ninguna variable puede ser correctamente controlada si el controlador no dispone de información. El BFB se orienta de acuerdo con este principio, y podríamos definirlo como "un conjunto de técnicas creadas a partir del condicionamiento operante para controlar variables fisiológicas que generalmente se escapan al control voluntario, efectuando la amplificación de información mediante el uso de aparatos que transforman estas variables en señales perceptibles por el sujeto de forma visual y/o auditiva".

Por ejemplo, una persona puede regular su tono muscular si se le facilita información sobre el nivel del mismo, aumentándolo o disminuyéndolo de forma voluntaria. Es importante señalar que todas las técnicas de BFB aplicadas a humanos requieren la cooperación voluntaria del sujeto al que se le aplican.

Además, hay que señalar que lo que hace el BFB es desarrollar el control latente existente en el sujeto, a fin de que posteriormente lo generalice y lo aplique en las situaciones reales sin la ayuda del aparato.

### Antecedentes

Si hablamos de los antecedentes de estas técnicas de autocontrol, deberíamos de hacer referencia a la yoga y a las técnicas de autoconcentración y meditación orientales. Los primeros escritos sobre BFB hacen mención de estas técnicas como la forma occidental de conseguir -por medio de aparatos sensibles- lo que los orientales venían practicando desde hacía mucho tiempo.

Las técnicas de BFB aparecen con una cierta sistematización hacia la década de los sesenta, y surgieron directamente de las investigaciones de laboratorio sobre el condicionamiento instrumental de respuestas autonómicas en animales (Miller y cols., 1967) y posteriormente en humanos, así como de los estudios sobre autocontrol de variables fisiológicas automáticas (Basmajian, 1963; Kamiya, 1968).

Estas técnicas se han desarrollado muchísimo en los últimos diez años y específicamente en el mundo del deporte en los últimos cinco años, según puede comprobarse por la cantidad de bibliografía técnica sobre el tema. (Blais, 1979; Pancheri, 1980; Antonelli; Caldaroni; Gatti, 1981; Palmi, 1983; Peper, 1985; Oña, 1986; Palmi, 1986).

### Técnica

Todo mecanismo de BFB se basa en el esquema siguiente:

1. Detección y transformación de la respuesta biológica en una señal eléctrica
2. Amplificación de la señal
3. Procesamiento y simplificación de la señal
4. Conversión de la señal eléctrica en auditiva y/o visual
5. Información al sujeto. (Saldarria, 1981)

El biofeedback consiste en un procedimiento terapéutico de autocontrol muy diferenciado del modelo médico clásico, en que la responsabilidad del tratamiento recae sobre el médico/psicólogo (terapeuta) ante el sujeto (paciente) completamente pasivo.

Han surgido fuertes controversias bibliográficas por lo que respecta al proceso explicativo de este posible control voluntario de respuestas automáticas (Miller, 1967), pero -como bien dice Labrador, 1984- hacen hincapié en el hecho de que el objetivo no es producir un aprendizaje operante estricto que pueda transferirse del jugar del aprendizaje de la técnica (laboratorio/gimnasio) a la situación provocadora (cotidiana).

Podemos afirmar que se trata de una técnica en la que lo más importante es la motivación del sujeto y la confianza en la técnica; así resultan de mucha importancia las instrucciones y las informaciones previas que se den al sujeto, ya que se convierten en un fuerte factor motivacional.

### Validación de esta técnica en la disminución de ansiedad en deportistas

Esta experiencia se ha desarrollado en el laboratorio de comportamiento motor del Centro del INEF en Lleida por parte de un equipo de trabajo.

Nuestro propósito es reforzar el BFB como técnica útil en la práctica de la psicología deportiva en un intento de mostrar su eficacia práctica, y pretendemos que la comparación entre la primera fase sin bioinformación y la tercera fase sin bioinformación muestre diferencias significativas como consecuencia del aprendizaje con bioinformación en la segunda fase.

### Hipótesis

Si un sujeto aprende a autocontrolarse ante la información del aparato de biofeedback, posteriormente podrá hacerlo sin la ayuda de éste.

### Variables

*Variable independiente*; la retroalimentación biológica suministrada al sujeto (EMG/FC)

*Variable dependiente*; respuesta fisiológica registrada (EMG/FC)

*Variable inespecífica*; remitimos al trabajo de J. Palmi (1983)

En nuestra experiencia hemos empleado dos tipos de bioinformación para el sujeto:

1. Electromiograma (EMG)
2. Frecuencia cardíaca (FC)

### 1. Electromiograma (EMG)

Hemos registrado señales directas detectadas como diferencia de potencial entre dos puntos en el músculo frontal.

(Potenciales de acción muscular de las fibras de este músculo).

Esta variable se registra como microvoltios y se considera un buen nivel de relajación cuando oscila entre 2-3.

Hemos utilizado un tercer electrodo de referencia situado entre los otros dos y que sirve para conectar el sujeto con la masa reduciendo además interferencias extrañas. Los electrodos son de tipo superficial y van colocados sobre la piel en forma flotante, manteniéndose el contacto con aquella por medio de un gel salino conductor.

Podemos afirmar que el EMG es la variable de uso más amplio en los estudios de biofeedback.

### 2. Frecuencia cardíaca

La señal registrada y de feedback es el propio ritmo cardíaco, expresado en latidos por minuto (dilatación arterial). El electrodo se sitúa en el extremo del dedo central de la mano.

Los estudios sobre la disminución de esta FC con biofeedback no son muy esperanzadores, ya que no se ha hallado bibliografía sobre disminuciones superiores a cinco latidos por minuto en esta situación.

### Aparatos

- 2 aparatos biofeedback: CY-300 EMG
- CY-400 CARDIOBAC FC
- 1 aparato multiplexador
- 1 convertidor A/D H.P-59313 A
- 1 ordenador H.P-83
- 1 unidad de Disk 3.5" H.P-9121
- 1 impresora gráfica EPSON FX 80+

### Diseño

Tipo intrasujeto A-B-A

### Sujetos

1 estudiante del INEF de Lleida

### Procedimiento

El sujeto elegido ha de presentarse en el laboratorio, donde se le indicarán los horarios y días del experimento cumpliendo las tres fases siguientes:

- Fase A: (la semana) 3 sesiones en días alternos con tres ensayos

por sesión de 5 min., en la que no se le dará ningún tipo de bioinformación. Hemos elegido 5 min. por cuestiones de capacidad de registro del ordenador y porque es el intervalo que algunos autores recomendamos cuando se utiliza más de una variable fisiológica. (Vila, 1984).

— *Fase B:* (2ª y 3ª semanas) 6 sesiones en días alternos con 3 ensayos por sesión de 5 min., en la que se le suministrará bioinformación (EMG/FC) y se le sugerirá que procure rebajar al máximo estos niveles. Hay autores que recomiendan un mínimo de 8-10 sesiones para que el aprendizaje surta efecto, pero consideramos que es posible empezar a hallar diferencias con las 6 sesiones propuestas.

*Características del feedback que se presenta (fase B)*

1. Hemos utilizado información visual (valor numérico), ya que resulta menos distorsionadora que la auditiva y parece que no hay diferencias significativas por lo que se refiere a un tipo u otro de señal. (Blanchard Young, 1972)

2. Hemos utilizado información proporcional y no binaria en las dos variables registradas, puesto que esta primera facilita más información y de forma más precisa.

3. Hemos utilizado señal de tipo continuo y no discontinua (presente a intervalos), ya que se ha visto que ésta es más eficaz que la discontinua, según Gatchel (1974). Al acabar cada sesión con bioinformación se efectúa una entrevista con el sujeto en la que se refleja el grado subjetivo de relajación conseguido y las estrategias utilizadas a lo largo de la sesión. Luego se observan los resultados obtenidos en cada una de ellas, así como los problemas que hayan podido presentarse.

*Resultados*

Los datos correspondientes a las dos variables fisiológicas registradas en cada ensayo son analizados por medio del ordenador, previa creación de los archivos correspondientes.

Se obtiene la representación gráfica de los datos, así como el análisis estadístico de éstos (mediana y desviación).

### **Conclusiones**

Ante estos resultados iniciales hay que hallar un diseño intragrupos con unos 25-30 sujetos, a fin de confirmar la hipótesis.

Sin embargo, creemos Poder indicar las ventajas y utilidades del BFB, pese a que faltan todavía datos experimentales.

### *Ventajas del biofeedback*

1. Coste no excesivo de los aparatos para un gimnasio, club, centro deportivo.

2. Material ligero y poco voluminoso, lo cual permite trasladarse fuera del laboratorio.

3. Se trata de una técnica fácil y sencilla en su utilización, tanto para el psicólogo como para el no especialista.

Aplicaciones del biofeedback en el deporte

Wilson, Bird y Cummings (1985) destacan entre otras las siguientes áreas de aplicación:

1. La técnica del BFB ayuda a la disminución de respuestas fisiológicas ante la competición o el esfuerzo deportivo (disminución de las respuestas que se correlacionan con la ansiedad). Es éste quizás el aspecto en que cabe hallar trabajos aplicados al deporte. Podemos destacar entre ellos:

Dorely (1976) consiguió la mejora del rendimiento en gimnastas masculinos mediante el control EMG. Daniels y Landers (1981) hallaron mejores resultados en tiradores de precisión utilizando el BFB en FC (frecuencia cardíaca).

Wenz y Strong (1980) utilizaron con buenos resultados el BFB en las variables EMG y temperatura en nadadores sincronizados

Peper y Schmid (1983), para conseguir el control de ansiedad en gimnastas de ritmo, aplica el BFB en la medición electrodermográfica (EDA).

Costa y cols. (1984), en el entreno del stress precompetitivo en jugadores de handbol, utiliza técnicas de relajación y "stressorreducer" (aparato que, mediante unos electrodos colocados en los dedos, da una señal auditiva directa del nivel de activación emocional del sujeto).

Peper (1985) aplica el BFB en EMG y temperatura de la piel a maratonianos para conseguir el relajamiento precompetitivo y mejorar la resistencia en carreras de 100 millas.

2. La rehabilitación de lesiones musculares mediante el aumento o la disminución de respuestas fisiológicas (tono muscular) y otras técnicas constituyen otra aplicación del BFB.

Basmajian (1978) afirma que, con bioinformación, se acelera mucho más la regeneración muscular consecutiva a lesión que con técnicas convencionales de rehabilitación. En nadadores con lesión muscular en la espalda se ha comprobado que utilizando termistors (medidores de temperatura) se ayuda a una adecuada relajación muscular que facilita la circulación sanguínea favoreciendo así su recuperación (Wilson, Bird y Cummings, 1985).

El EMG se utiliza también para controlar los espasmos musculares en corredores de velocidad, consiguiéndose buenos resultados en laboratorio, pero todavía sin efectividad significativa en competición.

3. La técnica del BFB ayuda a controlar y percibir mejor la actividad de un músculo, así como el movimiento de ciertas articulaciones (control de la musculatura en movimientos de precisión, momento óptimo de ejecución, etc.).

Para el perfeccionamiento de ciertos movimientos técnicos se utiliza el JLT "Joint Limb Trainer", aparato aplicado para la rehabilitación, que permite determinar el punto límite en una articulación emitiendo una señal auditiva. Se ha utilizado en jóvenes corredores para favorecer el aprendizaje de la flexión correcta de las piernas y también en atletas más experimentados para obtener una marcha más fluida y rítmica. Sugar (1985) adaptó un modelo de JLT a patinadores artísticos para la mejor ejecución de ciertos ejercicios. También se ha utilizado en tenistas para conseguir la flexión adecuada del codo en diversos golpes y en jugadores de básquet para obtener la máxima altura en salto explosivo.

Gatti y Cei (1984) mejoraron la tensión muscular en esgrimistas utilizando el BFB en el registro EMG. En la actualidad existen aparatos de fácil aplicación que permiten una lectura directa de EMG, la cual facilita la medida de la tensión muscular antes de la competición; se pueden determinar así, en función de los resultados obtenidos, los niveles óptimos para cada atleta.

El BFB ha demostrado asimismo su efectividad en la mejora de la flexibilidad de ciertos músculos de las piernas, tal como se consiguió en gimnastas femeninas (Wilson, Bird, 1981).

4. Los diferentes aparatos de feedback resultan útiles a los entrenadores, psicólogos, etcétera, en diferentes trabajos, como el grado de relajación que se consigue con una técnica de relajación específica, nivel elevado de tensión ante el entreno mental (Wilson, Bird y Cummings, 1985), etcétera.

Resulta una técnica de intervención directa del psicólogo en la problemática deportiva (Riera, 1985), en la que el sujeto (deportista) es el verdadero motor del tratamiento.