

## **BIOFEEDBACK Y DEPORTES: POTENCIALES LÍNEAS DE ACTUACIÓN**

Godoy, J. F.

Departamento de Personalidad, Evaluación y  
Tratamiento Psicológico  
Universidad de Granada

---

### **RESUMEN**

En este trabajo se presentan potenciales líneas de integración del biofeedback en el área de la actividad física y deportiva, revisando tres posibles áreas de actuación en el deporte utilizando procedimientos o técnicas de biofeedback: a) mejora en el entrenamiento deportivo u optimización del proceso de preparación física del deportista, b) mejora de la actuación deportiva u optimización del rendimiento del deportista y c) prevención y rehabilitación de lesiones generadas por la práctica deportiva.

PALABRAS CLAVE: Biofeedback, deporte, líneas de actuación

### **ABSTRACT**

In this paper we present potential paths for the integration of biofeedback in the field of physical and sports activities. We review three areas of performance in sports using biofeedback techniques and procedures, and these are: a) improvement of sports' training or optimization of sports' physical preparation process, b) improvement of sports' performance or optimization of sports' efficiency, and c) prevention and rehabilitation of injuries generated by sports' activities.

KEY WORDS: Biofeedback, sports, areas of performance

---

### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo resume la materia incluida en dos cursos de doctorado que bajo el título de "Aplicaciones del biofeedback a la motricidad" fueron impartidos en el INEF de Granada durante los cursos académicos 1988-89 y 1989-90. Parte de su contenido es tributaria de las ideas, comentarios y creatividad de los alumnos participantes en ambos cursos, a los que, desde aquí, quiero manifestar mi sincero agradecimiento por su motivación y aportaciones.

En el momento presente asistimos a una fructífera aproximación entre las disciplinas relacionadas con la actividad física y deportiva y la psicología, debida, de una parte, a intereses propios de las disciplinas relacionadas con el deporte y, de otra,

a intereses propios de la psicología. En efecto, de una parte observamos que, independientemente del propio crecimiento interno, generado por la intensa investigación de los especialistas de las ciencias de la actividad física y el deporte, una de las más notables características del importante desarrollo que actualmente existe en las disciplinas relacionadas con el deporte es su acercamiento a otras disciplinas menos relacionadas con la actividad física y deportiva, aunque próximas, entre ellas la psicología, y la integración al área deportiva de conocimientos útiles procedentes de estas disciplinas. Por otra parte, la psicología, en su desarrollo constante, ha generado una especialidad, la psicología del deporte, constituída por las aplicaciones al área de la actividad física y deportiva de los principios generales de la psicología.

Dentro de esta intersección entre disciplinas, entendemos que uno de los más prometedores frutos de este acercamiento entre psicología y deporte es el área de actuación generada por la aplicación de estrategias y procedimientos de biofeedback en el ámbito de la actividad física y deportiva, tema que es el objeto de este trabajo.

Presentamos, en primer lugar, los aspectos conceptuales y metodológicos básicos de las técnicas de biofeedback y, en segundo, un avance de las potenciales áreas de aplicación del biofeedback en deporte. En posteriores colaboraciones profundizaremos en cada una de estas áreas de aplicación.

## BIOFEEDBACK

Como es sabido, se incluyen dentro de la denominación de tratamientos de "biofeedback" (biorretroalimentación o bioinformación) a un conjunto cada vez más amplio y variado de técnicas que tienen como denominador común la facilitación al sujeto de información sobre sus funciones biológicas para que sea utilizada por éste en el control o modificación de las mismas (Godoy, 1990).

El objetivo final, pues, que se persigue cuando aplicamos cualquier tratamiento de biofeedback es que el sujeto o paciente aprenda a controlar voluntariamente sus funciones corporales anormales, siendo el procedimiento utilizado para ello la incorporación del sujeto en un circuito externo o artificial de feedback que, mediante el uso de aparatos más o menos sofisticados, le permite conocer el estado actual y los cambios existentes en la función biológica objetivo, normalmente transformando los cambios en la misma en cambios en otra variable (visual o auditiva, generalmente) más fácilmente procesable por éste (Godoy, 1990).

La función a controlar puede ser bien de tipo "involuntario"o autonómica (electrodermal, por ejemplo) bien de tipo voluntarioo somática (tensión muscular, por ejemplo), careciendo o habiendo perdido (por afección neural, por ejemplo) el sujeto los mecanismos normales del control de la misma.

La figura 1 esquematiza los elementos fundamentales de este proceso, que son, como es sabido, la detección, amplificación, conversión y retroalimentación (o "feedback") al sujeto de la variable biológica en cuestión con el fin de que éste realice los oportunos ajustes (o "feedforward") para el control o modificación de la misma (Godoy, 1990).

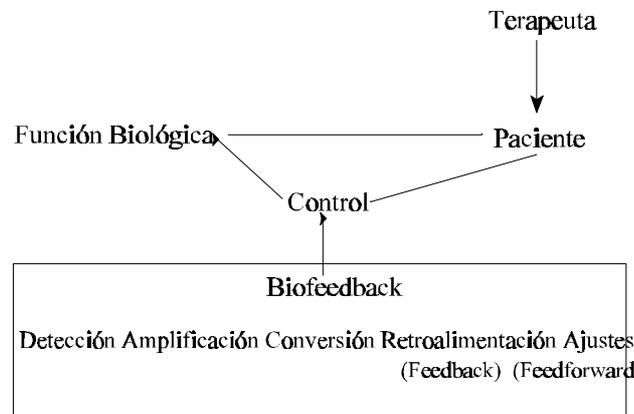


Figura 1 Esquema del proceso de biofeedback

En sus múltiples aplicaciones en psicología y en medicina conductual el biofeedback ha demostrado suficientemente una potente efectividad en el control de una amplia variedad de respuestas, que constituyen el conjunto de sus aplicaciones clínicas convencionales (tratamiento de trastornos cardiovasculares, del SNC, neuromusculares, gastrointestinales y sexuales), revisadas en Carrobbles y Godoy (1987), y que, con el impresionante desarrollo en biotecnología que caracteriza nuestros días, sus potencialidades en la regulación de muchos otros procesos biológicos son inmensas, por lo que es un campo en constante expansión.

## BIOFEEDBACK Y DEPORTE

Esta misma tecnología, que tan útil se ha mostrado en otras áreas del comportamiento humano, debe tener las mismas potencialidades en sus aplicaciones a la motricidad, aunque hasta ahora la revisión de la literatura existente sobre el tema demuestra que este potencial no se ha utilizado en el grado en que hubiese sido deseable, quizá por la ignorancia existente en el pasado entre las disciplinas del deporte y psicológicas, distanciamiento que, tal y como decíamos más arriba, afortunadamente ya no existe.

En las próximas secciones revisaremos las amplias actuaciones que desde estrategias o procedimientos de biofeedback pueden hacerse en el área deportiva.

En su clasificación seguiremos como criterio (ver figura 2) lo que la actividad física y deportiva es (actividad musculo esquelética con alto grado de precisión), lo que exige para su óptima realización (excelente preparación física y buen estado psicológico) y lo que, por su naturaleza mecánica, su ejecución comporta (riesgo de lesiones).

Niveles	Significación	Objetivos del biofeedback
EJECUCION MOTORA FINA	Entrenamiento físico	Optimización
CONTROL COGNITIVO- EMOCIONAL	Rendimiento deportivo	Optimización
ACTUACION DEPORTIVA	Riesgo de lesiones	Prevención/ Rehabilitación

Figura 2 Biofeedback y Deporte

Así, siguiendo este esquema conceptual, podemos dividir las posibles actuaciones en el deporte desde el biofeedback en tres grandes grupos:

1. Mejora en el entrenamiento deportivo o utilización del biofeedback en la preparación física o proceso de aprendizaje de las destrezas motoras finas que exige la práctica deportiva, y muy especialmente la de élite o alta competición.

2. Mejora en el rendimiento deportivo o utilización del biofeedback en la preparación psicológica del atleta a fin de conseguir el estado psicológico adecuado que le permita desarrollar todas las potencialidades que ya posee por su preparación física.

3. Prevención/rehabilitación de lesiones derivadas de la práctica deportiva.

Esta clasificación es, por otra parte, similar a la utilizada por otros autores que han revisado las aplicaciones deportivas del biofeedback (Sandweiss, 1980; Sandweiss y Wolf, 1985; Wilson, Bird y Cummings, 1985).

#### BIOFEEDBACK Y MEJORA EN EL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO.

La primera de estas potenciales aplicaciones del biofeedback en el deporte se refiere a la mejora del proceso de entrenamiento del deportista, utilizando estrategias de biofeedback en el proceso de adiestramiento de éste o adquisición o aprendizaje del patrón de respuesta motora óptimo y, además, de aquellas otras habilidades o aptitudes que contribuyen a una buena ejecución deportiva.

Así, las principales aplicaciones del biofeedback referidas al entrenamiento físico podrían dividirse en dos grandes grupos: uno, actuaciones sobre aspectos no directamente relacionados con la ejecución motora pero que son básicos cuidar porque contribuyen de una forma inespecífica al buen desarrollo de la misma, y, dos, actuaciones referidas ahora al propio proceso de aprendizaje de las finas destrezas motoras que constituyen las aptitudes deportivas (ver tabla 1).

INESPECIFICOS

- Mejora en la concentración/atención
- Niveles adecuados de alerta/activación
- Autorregulación de parámetros fisiológicos

ESPECIFICOS

- Fuerza/potencia muscular
- Ajuste fino musculatura agonista/antagonista
- Control de musculatura no actuante
- Flexibilidad
- Entrenamiento en patrón de movimiento ideal
  - Cinematografía
  - Telemetría
- Ergonomía
- Entrenamiento en percepción de esfuerzo

Tabla 1. Principales aplicaciones del biofeedback en la mejora del entrenamiento deportivo

En la primera de estas actuaciones podrían incluirse los aspectos relacionados con la mejora en los procesos de percepción, la concentración/atención a la tarea, el mantenimiento de niveles adecuados de alerta/activación o la autorregulación de ciertos parámetros fisiológicos de capital importancia en la actividad física. Los primeros son imprescindibles para una correcta ejecución. El último es de capital importancia en el mantenimiento de la actividad, estando en la base del entrenamiento en percepción del esfuerzo que se está realizando, a fin de trabajar siempre en el nivel óptimo de rendimiento, evitando sobrecargas indeseables.

En la segunda, la introducción de sistemas de feedback al sujeto de su propia ejecución motora. Las actuaciones sobre el aprendizaje de la correcta ejecución son inmensamente variadas, siendo difícil listarlas. Baste como ejemplos significativos de lo que se podría hacer en esta línea los incluidos en la tabla 1, esto es, el aumento de la fuerza/potencia muscular, el ajuste fino entre musculatura agonista y antagonista, el control de la musculatura no actuante, el aumento en la flexibilidad y el aprendizaje del gesto o patrón ideal.

Las estrategias a utilizar en el entrenamiento de fuerza/potencia, ajuste fino, control de la musculatura no actuante y flexibilidad podrían basarse en el feedback - EMG. En relación con el gesto o patrón de respuesta motora las estrategias que podrían

utilizarse varían en función del tipo de gesto que se quiere entrenar. En gestos simples, basta con dar información al sujeto de la respuesta en cuestión, como por ejemplo, el feedback EMG de la musculatura actuante, la posición o movimiento de la articulación, la tensión generada sobre el dinamómetro, etc. En gestos complejos, los avances en biotecnología y en informática están permitiendo la introducción de procedimientos cada vez más sofisticados que normalmente consisten en el registro a distancia de la actividad realizada con técnicas de filmación del gesto o patrón de movimiento o con técnicas de telemetría, el análisis computarizado del mismo y el feedback al sujeto de los resultados de su actuación.

En relación con esta última tecnología, dos son los sistemas de registro de actividad más utilizados:

1. El registro del movimiento global con procedimientos de filmación (cinematografía de alta velocidad, vídeo) para su posterior análisis y digitalización (electrónica o manual), fotograma a fotograma, y descomposición en los componentes aislados del mismo, utilizando normalmente procedimientos computarizados, comúnmente utilizados en biomecánica. En Ariel (1985) puede encontrarse una buena descripción de esta metodología. Ver también Gutiérrez, Soto y Oña (1990).
2. El registro de la actividad electromiográfica de los diferentes grupos musculares participantes, con procedimientos telemétricos, para su análisis computarizado. En Sandweiss (1985) puede encontrarse una descripción de esta metodología.

Además del uso del biofeedback en el proceso de aprendizaje, otras potencialidades del biofeedback en este apartado se refieren a aspectos que el deportista debe aprender también para su mejor rendimiento. Nos referimos a las posibilidades de introducir programas de biofeedback en el aprendizaje del control de la musculatura no participante en el gesto, para evitar derroche en el gasto energético relacionado con la actividad (ergonomía), facilitando al sujeto feedback de esta musculatura no actuante para su control, y programas destinados al entrenamiento en la percepción del esfuerzo realizado, a fin de enseñar al sujeto a trabajar en el nivel óptimo de rendimiento, evitando sobrecarga, facilitando al sujeto información, tasa cardíaca, por ejemplo, del esfuerzo realizado momento a momento.

Algunos trabajos publicados en esta primera línea de actuación del biofeedback son, por ejemplo, los relacionados con el entrenamiento en bajar tasa en cinta deslizante (Goldsstein, Ross y Grady, 1977) o los relacionados con aumentos en la

flexibilidad en gimnastas utilizando el biofeedback-EMG(Wilson y Bird, 1981; Cummings, Wilson y Bird, 1984).

## BIOFEEDBACK Y MEJORA DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO

La segunda de las posibles aplicaciones del biofeedback en el deporte se refiere al aumento o mejora del rendimiento deportivo vía la optimización del estado psicológico del deportista, entrenándole a controlar ciertos estados emocionales que pueden torpedear su rendimiento.

Así, este área de aplicación del biofeedback en el deporte se relacionará ahora con el hecho constatable de que el deportista, y muy especialmente el atleta de élite, debe estar en excelentes condiciones, fisiológicas y psicológicas, para desarrollar convenientemente todo el potencial atlético que posee.

Considerando la actuación deportiva como un producto humano más, y, como tal, capaz de ser notablemente influido por el estado psicológico de la persona actuante, la optimización del estado emocional del deportista tendrá como consecuencia la mejora de su actuación deportiva, siendo un serio problema que atletas bien entrenados, con una alta capacidad y habilidad fallen o no rindan todo lo que son capaces por razones cognitivas y/o emocionales. De ahí que para los entrenadores sea una constante preocupación el control de los aspectos emocionales, siendo hasta ahora la mayor demanda que se ha hecho, desde el deporte, a la psicología.

Aunque este nivel podría incluir diferentes líneas de actuación, relacionadas o no con algunos de los aspectos inespecíficos que comentábamos en el apartado anterior, como la mejora en los niveles de concentración/atención, la consecución de niveles adecuados de alerta/activación, la autorregulación de parámetros fisiológicos, el entrenamiento en percepción, etc., el conjunto más llamativo de los trabajos realizados se refiere al control de la ansiedad/estrés, fundamentalmente la ansiedad/estrés precompetición, aunque también debería actuarse en el control de los mismos durante la competición y postcompetición (ver tabla 2). Este control de la ansiedad ocupa buena parte de la preparación psicológica de los atletas y se ha realizado utilizando diversas técnicas de reducción de la ansiedad, como la relajación, el entrenamiento autógeno, la meditación o el yoga, o de afrontamiento del estrés, como la reestructuración cognitiva o la inoculación de estrés, ante la convicción de que niveles indeseables de ansiedad/estrés torpedearán la ejecución motora, no sólo por sus efectos directos sobre el propio control motor, sino por el variado conjunto de componentes

cognitivos (especialmente dificultades en la concentración, atención, toma de decisión) y fisiológicos de los estados ansiedad (especialmente cambios cardiovasculares, respiratorios, musculares y endocrinos).

#### OPTIMIZACION DEL DEPORTISTA

Control de ansiedad/estrés

Precompetición

Durante competición

Postcompetición

Control de otras variables psicosociales

#### PREVENCION/REHABILITACION DE LESIONES

Prevención

Rehabilitación

Lesiones

Distonías

Tabla 2. Otras aplicaciones del biofeedback en el deporte

En esta línea de actuación los procedimientos de control utilizando el biofeedback no son diferentes de los normalmente utilizados en la clínica psicológica, esto es, actuar sobre las respuestas fisiológicas implicadas, facilitando al sujeto el feedback adecuado, comúnmente de la actividad EMG, EDA, tasa cardíaca y temperatura. Algunos trabajos publicados que incluyen estrategias de biofeedback en el control de la ansiedad en el deporte son los de De Witt (1981) (en jugadores de baloncesto, utilizando feedback-EMG más relajación), Wenz y Strong (1980) (utilizando feedback-EMG y de temperatura en nadadores), Peper y Schmidt (1983) utilizando feedback-EDA en gimnastas), Costa, Bonaccorsi y Scrimali (1984) (utilizando feedback-EDA, en jugadores de balonmano), Peper y Malir (1985) (utilizando feedback-EMG y temperatura en un corredor de maratón).

En general estos trabajos informan de cierta efectividad del biofeedback, aunque los resultados indicados por los diversos autores son muy diferentes.

## BIOFEEDBACK Y PREVENCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LESIONES.

Por último, por su propia naturaleza, mecánica, la práctica deportiva suele llevar con cierta frecuencia como indeseable consecuencia el riesgo para el deportista de sufrir un amplio número de posibles lesiones.

En principio, descartando aquellas lesiones que pudiesen ser originadas de una forma azarosa, o accidentes, el riesgo de lesión se extiende a todo deportista y se maximiza muy especialmente en las poblaciones extremas (personas poco entrenadas, por su falta de experiencia y planificación adecuada de la actividad física, y personas muy entrenadas y con gran experiencia deportiva, en este caso debido a la alta exigencia autoimpuesta de incrementar el rendimiento) y en determinadas actividades o deportes, por su naturaleza más explosiva o violenta (fútbol o rugby, por ejemplo).

Así, la tercera de las posibles aplicaciones del biofeedback relacionada con la actividad física y deportiva sería la prevención y rehabilitación de lesiones neuromusculares generadas por la práctica deportiva (ver tabla 2).

Las estrategias con biofeedback en la prevención de lesiones podrían dirigirse a la consecución del control fino del ajuste muscular agonista-antagonista, eliminando, así, la posibilidad de lesiones de fibras o tirones. Ello podría hacerse facilitando al sujeto información sobre la musculatura no actuante, a fin de disminuir en ella niveles inadecuados de tensión.

Producida la lesión, podría incluirse el biofeedback en la rehabilitación de la misma, utilizándose en este caso las mismas estrategias que son comunes en la rehabilitación neuromuscular (véase Carrobles y Godoy, 1987) y que, resumidamente, son:

- Aumentar la actividad o potenciar músculos debilitados, atrofiados o paralizados.
  
- Disminuir la actividad o relajar músculos hiperactivos o espásticos.
  
- Mejorar el control o la coordinación muscular en los casos de diskinesias y, muy especialmente, de distonías.

El tipo de feedback que se suele utilizar en la rehabilitación incluye tanto el feedback electromiográfico, cuando el feedback facilitado sea el de la propia actividad mioeléctrica, como el feedback electrokinesiológico, cuando se facilite al sujeto como

feedback el producto o los resultados finales de la actividad muscular. Ejemplos de ambos tipos de tecnología pueden encontrarse en Carrobles y Godoy (1987).

Trabajos publicados que aplican el biofeedback en la rehabilitación de lesiones son, por ejemplo, los relacionados con la rehabilitación muscular tras cirugía de la rodilla, operación de menisco o meniscectomía (Krebs, 1981; Sprenger, Carlson y Wessman, 1979).

Para finalizar, en otra línea de actuaciones, no como lesiones sino como trastornos derivados de la práctica deportiva, podrían incluirse las posibles aplicaciones en la rehabilitación de distonías o "calambres profesionales", muy comunes en algunos tipos de deportes, como, por ejemplo, los existentes en los arqueros.

#### REFERENCIAS

- ARIEL, G.B. (1985). Biofeedback and biomechanics in athletic training. En J.H. Sandweiss y S.L. Wolf (Eds.), *Biofeedback and sports science*. New York: Plenum.
- CARROBLES, J.A.I. y GODOY, J.F. (1987). *Biofeedback: Principios y aplicaciones*. Barcelona: Martínez Roca.
- COSTA, A., BONACCORSI, M. y SCRIMALI, T. (1984). Biofeedback and control of anxiety preceding athletic competition. *International Journal of Sport Psychology*, 15, 98-109.
- CUMMINGS, M., WILSON, V. y BIRD, E. (1984). Flexibility development in sprinters using EMG biofeedback and relaxation training. *Biofeedback and Self-Regulation*, 9, 395-405.
- DE WITT, D.J. (1980). Cognitive and biofeedback training for stress reduction with university athletes. *Journal of Sport Psychology*, 2, 288-294.
- GODOY, J.F. (1990). *Biofeedback: Principios y aplicaciones*. En A. García, J.C. Sierra, G. Buela y V.E. Caballo (Comps.), *Perspectivas actuales en psicología clínica*. Jaén: Asociación Española de Psicología Conductual (AEPC) (pp. 8-11).
- GOLDSTEIN, D.S., ROSS, R.S. y BRADY, J.V. (1977). Biofeedback heart rate training during exercise. *Biofeedback and Self-Regulation*, 2, 107-125.

GUTIERREZ, M., SOTO, V. y OÑA, A. (1990). Sincronización computarizada de los registros psicofisiológicos directos con las técnicas cinematográficas tridimensionales. Su aplicación en el ámbito deportivo. En Colegio Oficial de Psicólogos (Ed.), II Congreso del Colegio Oficial de Psicólogos. Comunicaciones. Area 10: Psicología de la actividad física y el deporte. Madrid: Autor (pp. 35-38).

KREBS, D.E. (1981). Clinical electromyography feedback following meniscectomy: A multiple regression experimental analysis. *Physical Therapy*, 61, 194-208.

PEPER, E. y MALIR, K. (1985). Biofeedback modulated peak performance program for ultramarathoner. Proceeding of 17th Annual Meeting of Biofeedback Society of America. Wheatridge, Colorado.

PEPER, E. y SCHMIDT, A. (1983). The use of electrodermal biofeedback for peak performance training. *Somatics*, 4, 16-18.

SANDWEISS, J.H. (1980). Athletic applications of biofeedback. Denver: Biofeedback Society of America.

SANDWEISS, J.H. (1985). Biofeedback and sports science. En J.H. Sandweiss y S.L. Wolf (Eds.), *Biofeedback and sports science*. New York: Plenum.

SANDWEISS, J.H. y WOLF, S.L. (Eds.) (1985). *Biofeedback and sports science*. New York: Plenum.

SPRENGER, C.K., CARLSON, K. y WESSMAN, H.C. (1979). Application of electromyographic biofeedback following medial meniscectomy. *Physical Therapy*, 59, 167-169.

WENZ, B. y STRONG, D. (1980). An application of biofeedback and self-regulation procedure with superior athletes. In R. Swinn (Ed.), *Psychology in sports. Methods and applications*. Minneapolis: Burgess Pub. Co.

WILSON, V.E. y BIRD, E.I. (1981). Effects of relaxation and/or biofeedback training upon hip flexion in gymnasts. *Biofeedback and Self-Regulation*, 6, 25-34.

WILSON, V.E., BIRD, E.I. y CUMMINGS, M.S. (1985). Biofeedback in sport: Potential and problems. *Sports*, July.