

investigació

LES TÈCNIQUES DE BIOFEEDBACK APLICADES A L'ACTIVITAT FÍSICA

Joan Palmi, Professor Psicologia a l'INEFC de Lleida

Àlex Gordillo, Professor Aprenentatge i Desenvolupament Motor a l'INEFC de Lleida

Tota l'adaptabilitat del nostre organisme com a conjunt de sistemes reactius es basa en equilibri (homeòstasi) que s'estableix a partir de la informació que arriba al cervell procedent de les diferents parts del cos (ambient extern i intern). Aquesta estructura superior es troba encapsulada dins el crani i és sensible a inputs que arriben de tot l'organisme. De vegades aquest equilibri entre necessitats de l'exterior i nivells d'activació biològica del cos es desregula, com és evident en el cas de l'excés d'activació aconseguit per l'esportista abans de la competició. Pretenem amb el nostre treball que es coneguin i valorin dins el món de l'esport i de la rehabilitació física les possibilitats del BIOFEEDBACK (BFB) com a eina de treball facilitadora d'aquesta homeòstasi.

Qué és el BFB?

La paraula *biofeedback* s'utilitza des de principis dels anys setanta i correspon a un neologisme d'origen anglès compost dels següents elements:

- BIO, del grec *bios*: vida
- FEED, de l'anglès *to feed*: alimentar
- BACK, de l'anglès *to back*: retrocedir.

Intentant traduir aquest terme hauríem de parlar de "retroalimentació biològica", "biorealimentació", termes que tots ells resulten sinònims. Nosaltres creiem que és millor utilitzar el terme anglès original BIOFEEDBACK.

El BFB es comporta com un mecanisme fisiològic artificial mitjançant

el qual un organisme, com a conseqüència de la seva activitat, rep, de les diferents variables fisiològiques informacions que li permeten ajustar o modificar la seva activitat, és a dir, proporciona a l'organisme informació amplificada, per mitjà d'aparells sensibles, que pot utilitzar per controlar la seva pròpia activació, mentre que en condicions ordinàries aquesta informació no la utilitza o bé la utilitza de forma errònia.

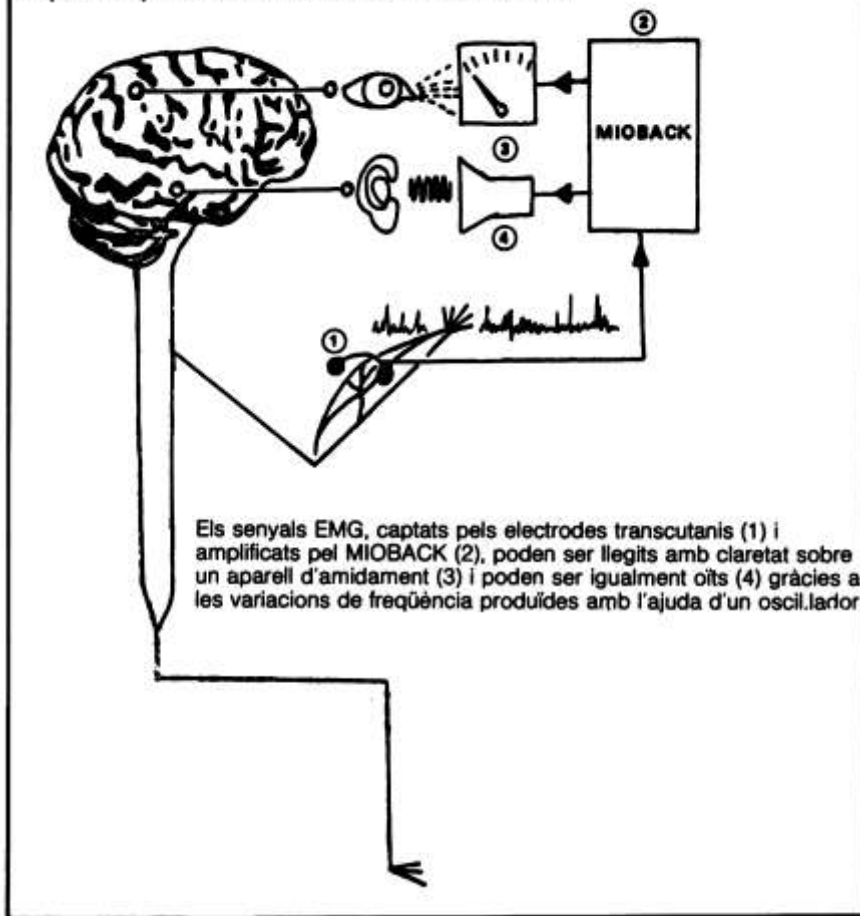
Aquestes tècniques es van desenvolupar molt, ja que es va plantejar el fet, remarcat per algunes investigacions, que certes respostes autònomes aparentment involuntàries poden ser modificades o moldejades de forma operant —intencional— a

través de successos ambientals o per mitjà de la informació que l'organisme en tingui.

Tot sistema d'autoregulació es basa en el principi d'Ashby, segons el qual cap variable no pot ser correctament controlada si el controlador no en disposa d'informació. El BFB s'orienta d'acord amb aquest principi, i el podríem definir com:

"Un conjunt de tècniques creades a partir del condicionament operant per controlar variables fisiològiques que generalment s'escapen al control voluntari, efectuant l'amplificació d'informació mitjançant l'ús d'aparells que transformen aquestes variables en senyals perceptibles pel subjecte de forma visual i/o auditiva".

Esquema explicatiu del funcionament del biofeedback



Per exemple, una persona pot regular el seu to muscular si se li facilita informació sobre el nivell d'aquest, augmentant-lo o disminuint-lo de forma voluntària. És important assenyalar que totes les tècniques de BFB aplicades a humans requereixen la cooperació voluntària del subjecte o esportista al qual se apliquin.

A més a més, cal indicar que el que fa el BFB és desenvolupar el control latent existent en el subjecte, per tal que posteriorment al generalitzi i l'apliqui en les situacions reals sense l'ajuda de l'aparell.

Antecedents

Si parlem dels antecedents d'aquestes tècniques d'autocontrol, hauríem de fer referència al Ioga i a les tècniques d'autoconcentració i meditació orientals. Els primers escrits sobre BFB parlen d'aquestes tècniques com la forma occidental d'aconseguir —per mitjà d'aparells sensibles— el que els orientals anaven practicant des de feia molt de temps.

Aquestes tècniques del BFB apareixen amb una certa sistematització cap a la dècada dels seixanta i van sorgir directament de les investigacions de laboratori sobre el condicionament instrumental de respostes autòniques en animals (Miller i Col·ls, 1967) i posteriorment en humans, així com dels estuvis sobre autocontrol de variables fisiològiques automàtiques (Basmajian, 1963; Kamiya, 1968).

Aquestes tècniques s'han desenvolupat moltíssim en els darrers deu anys i específicament en el món de l'esport en els darrers cinc anys, com es pot veure en la quantitat de bibliografia tècnica sobre el tema. (Blais, 1979; Pancheri, 1980; Antonelli; Caldaroni; Gatti, 1981; Palmi, 1983; Peper, 1985; Ofia, 1986; Palmi, 1986.)

Tècnica

Tot mecanisme de BFB es basa en l'esquema següent:

1. Detecció i transformació de la resposta biològica en un senyal elèctric

2. Amplificació del senyal
3. Processament i simplificació del senyal
4. Conversió del senyal elèctric en auditiu i/o visual
5. Informació al subjecte. (Saldaria, 1981)

El biofeedback consisteix en un procediment terapèutic d'autocontrol molt diferenciat del model mèdic clàssic, on la responsabilitat del tractament recau sobre el metge/psicòleg (terapeuta) davant el subjecte (pacient) completament passiu.

Existeixen fortes controvèrsies bibliogràfiques quant al procés explicatiu d'aquest possible control voluntari de respostes autòniques, sinó produir un efecte ampli i permanent que pugui transferir-se del lloc d'aprenentatge de la tècnica (laboratori/gimnàs) a la situació provocadora (quotidiana).

Podem dir que és una tècnica on el més important és la motivació del subjecte i la confiança en la tècnica; així resulten de molta importància les instruccions i informacions prèvies que es donin al subjecte, ja que esdevenen un fort factor motivacional.

Validació d'aquesta tècnica en la disminució d'ansietat

Aquesta experiència ha estat desenvolupada en el laboratori de comportament motor del Centre de Lleida de l'INEFC per un equip de treball.

Pretenem reforçar el BFB com a tècnica útil dins la pràctica de la psicologia esportiva en un intent de mostrar la seva eficàcia pràctica, i pretenem que la comparació entre la primera fase sense bioinformació i la tercera fase sense bioinformació mostri diferències significatives com a conseqüència de l'aprenentatge amb bioinformació a la segona fase.

Hipòtesi

Si un subjecte aprèn a autocontrol·lar-se davant la informació de l'aparell de biofeedback, podrà fer-ho posteriorment sense l'ajut d'aquest.

Variables

Variable independent: La retroalimentació biològica subministrada al subjecte (EMG/FC)

Variable dependent: resposta fisiològica enregistrada (EMG/FC)

Variable inespecífica: remetem al treball de J. Palmi (1983).

En la nostra experiència hem emprat dos tipus de bioinformació per al subjecte:

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

I. *Electrotniograma (EMG)*

Hem enregistrat senyals directes detectals com a diferència de potencial entre dos punts en el múscul fronta I.

(Potencials d'acció muscular de les fibres d'aquest múscul.)

Aquesta variable s'enregistra com a microvolts i es considera un bon nivell de relaxació quan oscil·la entre 2-3.

Hem emprat un tercer elèctrode de referència situat entre els altres dos i que serveix per connectar el subjecte a la massa reduint a més a més interferències estranyes.

Els elèctrodes són de tipus superficial i col·locats sobre la pell de forma flotant, mantenint-se el contacte amb aquella per mitjà d'un gel salí conductor.

Podem dir que l'EMG és la variable més emprada en els estudis de biofeedback.

2. *Freqüència cardíaca (FC)*

El senyal enregistrat i de feedback és el mateix ritme cardíac, expressat en batecs per minut (dilatació arterial). L'elèctrode se situa en la punta del dit central de la mà.

Els estudis sobre la disminució d'aquesta FC amb biofeedback no són molt esperançadors, ja que no s'ha trobat bibliografia sobre disminucions superiors a cinc batecs per minut en aquesta situació.

Aparells

— 2 aparells biofeedback:

Aparells de biofeedback emprats en la nostra experiència



CY300: Bioretroalimentació de to muscular

Deriva tèrmica
Sensibilitat
Soroll (CMRR)
Soroll amplificació
Estabilitat
Freqüència
Alimentació

Menor de 0,5 microvolts
0,5 microvolts
millor de 120 dB
menor de 0,3 microvolts
superior a 1 microvolt
des de 30 Hz a 300 Hz
2 piles de 9 volts d'alta càrrega

CY-300 EMG.

CY-400 CARDIOBAC FC

- 1 aparell multiplexador
- 1 convertidor A/D H.P-59313 A
- 1 ordinador H.P-83
- 1 unitat de Disk 3.5" H.P-9121
- 1 impressora gràfica EPSON FX 80+.

Disseny

Tipus intrasubjecte A-B-A

Subjects

I estudiant de l'INEFC a Lleida

Procediment

El subjecte elegit ha de presentar-se en el laboratori, on se li indicaran els horaris i els dies de l'experiment complint les tres fases següents:

- *Fase A:* (1 a setmana) 3 sessions en dies alterns amb tres assaigs per sessió de 5 min. on no se li donarà cap tipus de bioinformació. Hem elegit 5 min. per qüestions de capacitat de registre de l'ordinador i perquè és l'interval de temps que reco-

manem alguns autors quan s'utilitza més d'una variable fisiològica. (Vila, 1984)

— *Fase B:* (2" i 3' setmanes) 6 sessions en dies alterns amb 3 assaigs per sessió de 5 min., on se li donarà bioinformació (EMG/FC) i se li suggerirà que procuri de fer abaixar al màxim aquests nivells. Hi ha autors que recomanen un mínim de 8-10 sessions perquè l'aprenentatge tingui efecte, però creiem que es poden començar a trobar diferències amb les 6 sessions proposades.

Característiques del Feedback que es presenta (fase B)

1. Hem utilitzat *informació visual* (valor numèric), ja que ens resultarà menys distorsionadora que l'auditiva i sembla que no hi ha diferències significatives quant a l'eficàcia d'un tipus o altre de senyal. (BLANCHARD YOUNG, 1972)

2. Hem utilitzat *informació proporcional* i no binària en les dues variables enregistrades, ja que aquesta primera facilita més informació i de forma més precisa.

3. Hem utilitzat *senyal de tipus continu* i no discontinu (present a intervals), ja que s'ha trobat que aquest és més eficaç que el discontinu, segons GATCHEL (1974).

En acabar cada sessió amb bioinformació es fa una entrevista al subjecte on es reflecteix el grau subjectiu de relaxació aconseguit i les estratègies utilitzades al llarg de la sessió. Després s'observen els resultats obtinguts amb cadascuna, així com els problemes que s'hagin presentat.

Resultats

Les dades corresponents a les dues variables fisiològiques enregistrades en cada assaig són analitzades per mitjà de l'ordinador, prèvia creació dels arxius corresponents.

Detecció
Deriva tèrmica
Estabilitat
Constant de temps
Rang
Resolució

mitjançant pletismògraf de dit
menor a 0,5 microvolts
Superior a 1 microvolt
0,5 seg
des d'1 a 999 batecs/min
220 v 50 Hz



•CY400: Bioretroalimentació de freqüència cardíaca

S'obté la representació gràfica de les dades, així com l'anàlisi estadística d'aquestes (mitjana i desviació).

Conclusions

Davant aquests resultats inicials cal treballar amb un disseny intragrup amb uns 25-30 subjectes per a confirmar la hipòtesi.

Però creiem poder indicar els avantatges i utilitats del BFB malgrat que manquen encara dades experimentals.

Avantatges del biofeedback

1. Cost dels aparells no excessiu per a un gimnàs, club, centre esportiu.
2. Material lleuger i poc voluminós, la qual cosa permet de traslladar-se fora del laboratori.
3. És una tècnica fàcil i senzilla en la seva utilització, tant per al psicòleg com per al no especialista.

Aplicacions del biofeedback en l'esport

Wilson, Bird i Cummings (1985) destaquen entre d'altres les següents àrees d'aplicació:

1. La tècnica del BFB ajuda a la disminució de respostes fisiològiques davant la competició o l'esforç esportiu (disminució de les respostes que es correlacionen amb l'ansietat). Aquest és potser l'aspecte on més treballs es poden trobar aplicats a l'esport. Entre ells podem destacar:

Doresy (1976) va aconseguir la millora del rendiment en gimnastes masculins mitjançant el control EMG.

Daniels i Landers (1981) van trobar millors resultats en tiradors de precisió utilitzant el BFB en FC (freqüència cardíaca).

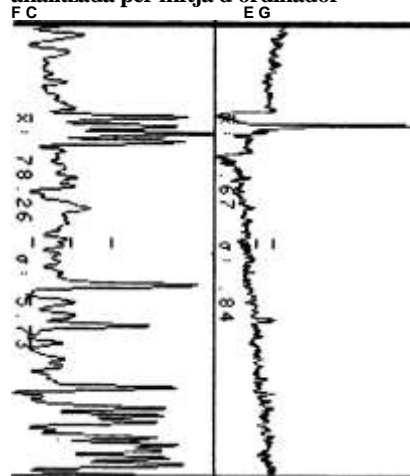
Wenz i Strong (1980) utilitzaren amb bons resultats el BFB en les variables EMG i temperatura en nadadors sincronitzats.

Peper i Schmid (1983), per aconseguir el control d'ansietat en gimnastes de ritme, aplica el BFB en la mesura electrodermogràfica (EDA).

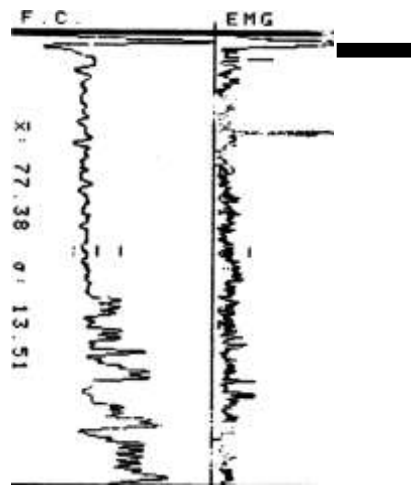
Costa i Col.ls. (1984), en l'entrenament del control de l'stress precompetitiu en jugadors de handbol, utilitza tècniques de relaxació i "stressorreducer" (aparell que, mitjançant uns electrodes col·locats als dits, dona un senyal auditiu directe del nivell d'activació emocional del subjecte).

Peper (1985) aplica el BFB en EMG i temperatura de la pell en maratonians per aconseguir el rela-

Representació gràfica d'una aeesió analitzada per mftjà d'ordinador



FASE A: Sense bioinformació
Fitxer: 1DAVDATO3
No de segons: 282



2a FASE A: Sense bioinformació
Fitxes: 3DAVDATO2
No de segons: 282

xament precompetitiu i millorar la resistència en curses de 100 milles.

2. Una altra aplicació del BFB és la rehabilitació de lesions musculars mitjançant l'augment o disminució de respostes fisiològiques (to muscular) i altres tècniques.

Basmajian (1978) afirma que, amb bioinformació, s'accelera molt més la regeneració muscular postlesió que amb tècniques de rehabilitació convencionals.

En nadadors amb lesió muscular a l'espatlla s'ha comprovat que utilitzant termistors (medidors de temperatura) s'ajuda a una adequada relaxació muscular que facilita la circulació sanguínia afavorint així la seva recuperació (Wilson, Bird i Cummings, 1985).

També s'utilitza l'EMG per controlar els espasmes musculars en corredors de velocitat, aconseguint-se bons resultats en laboratori, però encara sense efectivitat significativa en competició.

3. La tècnica del BFB ajuda a controlar i percebre millor l'activació d'un múscul, així com el moviment de certes articulacions (control de la musculatura en moviments de precisió, moment òptim d'execució, etc.).

Per al perfeccionament de certs moviments tècnics s'utilitza el JLT "Joint Limb Trainer", aparell aplicat per a la rehabilitació, que permet determinar el punt límit en una articulació emetent un senyal auditiu. Ha estat utilitzat en joves marxadors per afavorir l'aprenentatge de la flexió correcta de les cames i també en atletes més experimentats per obtenir una marxa més fluïda i rítmica.

Sugar (1985) adaptà un model de JLT a patinadors artístics per a la millor execució de certs exercicis. També s'ha utilitzat en tennistes per aconseguir la flexió adequada del colze en diversos cops i en jugadors de basquet per obtenir la màxima alçada en salt explosiu.

Gatti i Cei (1984) va millorar la tensió muscular en esgrimistes utilitzant el BFB en el registre EMG. Actualment existeixen aparells de fàcil aplicació que permeten una lectura directa d'EMG, que facilita la mesura de la tensió muscular abans de la competició; es poden determinar així, en funció dels resultats obtinguts, els nivells òptims per a cada atleta.

El BFB ha demostrat també la seva efectivitat en la millora de la flexibilitat de certs músculs de les cames, tal com s'aconseguí en gimnastes femenines (Wilson, Bird, 1981).

4. Els diferents aparells de feedback resulten útils als entrenadors, els psicòlegs, etcètera, en diferents treballs, com el grau de relaxament que s'aconsegueix amb una tècnica de relaxació específica, nivell de tensió davant l'entrenament mental (Wilson, Bird i Cummings, 1985), etcètera.

Resulta una tècnica d'intervenció directa del psicòleg en la problemàtica esportiva (Riera, 1985) on el subjecte (esportista) és el veritable motor d'acció del tractament.

Bibliografia

- ANTONELLI, F.; CALDARONE, G.; GATTI, M.: "Aplicazione dell'EMG/BFB training nello sport". *"Revista di Psichiatria"* 1981. 1, 84-101.
- BASMAJIAN, J.V.: "Control and training of individual motor units". *Science*, 1963. 20, 662-664.
- BLAIS: *Electromyographic biofeedback for control over precompetitive anxiety* University of Ottawa. Ontario Canada, 1979.
- BLANCHARD, E.B. i YOUNG, L.D.: "Relative efficacy of visual and auditory feedback for self-control of Heart rate". *J. GENER PSYCHOLO*, 1972. 87, 195-202.
- BROWN, B.: *Stress and the art of biofeedback* Nova York: Harper & Row. 1977.
- COSTA, A.: "BFB and control anxiety preceding athletic competition" *Journal Sport Psychology*, 1984. 15, 989-109.
- DANIELS, F.S. i LANDERS, D.M.: Biofeedback and shooting performance: a test of dysregulation and systems theory. *Journal of Sport Psychology*. 1981. 3, 271-282.
- DORSEY, J.: *The effects of biofeedback assisted desensitization training on state anxiety and performance of college age male gymnasts*. Unpublished doctoral dissertation, 1976. Universitat de Boston.
- GATCHEL, R.J.: "Frequency of feedback and learned heart rate control". *J. EXPER. psychol.* 1974. 103, 224-283.
- GATTI, M. i CEI, A.: "Esperienza di biofeedback EMG realizzata su due schermatrici nazionali" *Medicina dello Sport*, 1984. 37, 403-406.
- KAMIYA, J.: "Conscious control of brain waves". *Psychology today*, 1968. 1, 57-60.
- LABRADOR, J.: *"Manual de Modificación de conducta"* Madrid: Alhambra Universidad, 1984.
- MILLER, N.E. i CARMONA, A.: "Modification of a visceral response, salivation in thirsty dogs, by instrumental training with water reward" *J. Comparative physiological psychology*, 1967. 63, 1-6.
- MILLER, J.: Effects of learning on visceral functions-biofeedback. *N. Engi. J. Med.* 1977. 296, 1274-1278.
- PALMI, J.: "Una experiència amb bioinformació dins la pràctica esportiva" dins de les *1 rs Jornades de Psicologia de l'activitat física i l'esport de Catalunya*, INEF Barcelona, 1983.
- PALMI, J.: *Psicologia aplicada a l'activitat física*. Documents INEF núm 2. Esplugues de Llobregat: INEFC, 1984.
- PALMI, J.: "La bioinformació com a tècnica d'intervenció directa en el camp de la psicologia de l'esport". Presentat al *1 r Congrés Nacional de psicologia de l'activitat física i l'esport*. INEFC Esplugues de Llobregat. Març, 1986.
- PANCHERI, P; et al.: "11 BFB nella terapia dell'annia". *Rivista psych.*, 1980.
- PEPER, E. et MALIR, K.: Biofeedback modulated peak performance program for ultramarathoner. *Proceedings of 17th Annual Meeting of Biofeedback Society of America*. 1985. Wheatridge, Colorado.
- PEPER, E. et SCHMID, A.: The use of electrodermal biofeedback for peak performance training. *Somatics*, 1983. 4, 16-18.
- RIERA, J.: *Introducción a la psicología del deporte*. Barcelona Martínez Roca. 1985.
- SUGAR, S. Personal Communication. *Newmarket Figure Skating Club*. Maig, 1985.
- VILA, J.: "Técnicas de Reducción de ansiedad" dins de LABRADOR J.: *Manual de modificación de Conducta*. Madrid: Alhambra Universidad, 1984.
- WENZ, B. et D. STRONG: An application of biofeedback and self-regulating procedures with superior athletes in R. Swin (Ed). *Psychology in Sports: Methods and Applications*. Minneapolis: Burgess. Pub. Co., 1980, 328-333.
- WILSON, V.E. et E.I. BIRD 1981. Effects of relaxation and/or biofeedback training upon hip flexion in gymnasts. *Biofeedback and Self-Regulation*. 6, 25-34.
- WILSON; EVELYN; BIRD; CUMMINGS: "La Bio-Retroaction et le sport". dins de *Science du Sport*". Juliol, 1985. Bu-1.

Bibliografia específica sobre biofeedback:

- AGNOLI, A.; ANCHISI, R.; TAMBURELLO, A.: *"Il biofeedback in neuropsichiatria e medicina psicosomatica"*. Roma: Gruppo Editoriale Medico, 1979.
- BASMAJIAN, J.: *Biofeedback: Principles and practice for clinicians*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1979.
- CHIARI, G.: *"BFB emozionale e malattia"*. Milà: Franco Angeli, 1982.
- CHIAE, R. i CRISI, A.: Tecniche di autocontrollo psicosomatico applicate agli atleti. Federazione Medico-Sportiva Italiana. Roma *Medicina dello Sport*.
- FULLER, G.D.: *Biofeedback: Methods and procedures in clinical practice*. San Francisco: Biofeedback Press, 1977.
- GAARDER, K. i MONTGOMERY, P.: *Clinical biofeedback: A Procedural Manual*. Baltimore: Williams et Willkins, 1979.
- GREEN, E. i GREEN, A.: *Beyond biofeedback*. Nova York: Delta Books, 1877.
- KARLINS, M. i ANDREWS, L.M.: *Biofeedback*. J.B. Lippincott company (1972) Trans. by Mateo. A.M. *Bioinformacion* Ed. Diana S.A. Mèxic (1973).
- MASER, J.D.; SELIGNAM, M.P.: *Modelos experimentales en psicopatología*. Alhambra Universidad, 1983.
- MAYOR, J.; LABRADOR, F.J.: *Manual de Modificación de Conducta*. Madrid: Alhambra Universidad, 1984.
- PANCHERI, P.: *"Biofeedback"*. Roma: Bulzoni Ed., 1980.
- PETER, E. i WILLIAMS: *From The Inside Out: A self Teaching and Laboratory Manual for biofeedback*. Nova York. Plenum Press, 1981.
- SCHWARTZ, G.E. i BEATTY, J. (eds): *Biofeedback: theory and research*. Academic Press, 1977.
- SCRIMALI, T., GRIMALDI, L.: *11 Biofeedback dell' attività elettrodermica*. Milà: Franco Angeli, 1982.
- STERMAN, M.B.: La retroalimentación biológica del EEG: modificación de conducta fisiológica. Dentro de *Modificación de Conducta*. Trillas, 1970.
- TRUSKY, B.: Biofeedback research methodology: need for an effective change. En R.J. Gatchel y K.P. Price (Eds). *Clinical applications of biofeedback: appraisal an status*. Pergamon Press. 1979.
- WENZ, B. i STRONG, D.: "An Application of Biofeedback and self-regulating procedures with superior athletes" in R. Swin (Ed) *Psychology in sports: Methods and applications*. Minneapolis: Burgess, Pub. Co. 1980, 328-333. (CDS//106277), 1980.
- YATES, A.J.: *"Biofeedback and the modification of behavior"*. Nova York: Plenum Press, 1980.