

## · 运动心理学 ·

# 利用肌电反馈技术 进行心理控制训练研究

国家体委训练局 王惠民  
中科院心理所 崔秋耕

**提要:**本文采用以肌电反馈技术为核心的训练方法,对八名(男5,女3)国家游泳、体操、举重、跳水集训队队员进行了心理控制训练,经统计比较训练前、后自身肌电值,两者差异非常显著。这说明肌电反馈对心理控制有很强的辅助效果,在一定程度上提高了运动员的自我心理控制能力,并有助于建立良好的心理平衡状态,发挥运动最佳竞技操作水平。

**关键词:**肌电反馈技术 肌电值基值 生物信息理论 表象技能 表象脚本

## 一、前 言

生物反馈技术法是进行心理技能训练的基本方法,它可以为心理训练提供客观、现实的依据,借此方法可有效地增强自身的控制能力、调整机体的应激状态和生理水平。

七十年代末生物反馈技术开始在体育界被广泛地研究与应用。以美国为代表,科学家们做了大量的工作。如:佩珀(Eric, Peper)教授用皮电导和皮温反馈指标对艺术体操运动员所做的研究证实了,思维可以影响机体的生理水平,用生物反馈技术可以进行表象训练<sup>①</sup>,在肌电反馈方面,科学家们试图找出运动中的标准肌电图,以为进行生物反馈训练服务。苏恩(R. M. Suinn)教授指出,运动员做表象时,从其某块肌肉中得到的肌电变化图与实际运动中得到的肌电图在形式上是一致的<sup>②</sup>。马哈尼(Mahoney)和埃维纳(Avener)在1977年曾用肌电图(EMG)做为优秀体操运动员内表象和外表象练习的评价指标,从中得出做内表象的人比做外表象的人能产生更多的肌电活动。美国的哈尔(Hale)博士于1982年在举重运动员身上也得到了与马哈尼同样的结论<sup>③</sup>。相反,兰德斯(D. Landers)教授认为在做表象时,肌肉所出现的活动形式不同于实际运动所产生的形式<sup>④</sup>。总之在用肌电反馈技术进行心理控制能力训练方面还未得出一致的看法。

我国心理学工作者曾用生物反馈技术对射击运动

员进行了心理训练,获得了一定的成效<sup>⑤</sup>,但该论文中没有给出具体的标量和数据,缺少令人信服的客观评价指标。在其它方面,国内尚无这方面的详细研究文献。

基于国内、外的研究状况,本文作者试图通过将肌电反馈技术应用到心理控制训练中,探讨肌电反馈训练的步骤和在控制训练中的作用。为今后系统化、合理化、规范化的心理训练打下基础。

## 二 研究方法

(一)被试:八名国家集训队队员(男5人,女3人),分别是游泳、举重、体操和跳水队员。年龄在17~26岁之间。

(二)仪器与实验步骤

选用美国 Autogen1700型肌电反馈仪。肌电信号除反馈给被试外还与 Autogen5100型积分仪相耦联。选择肌电频率为100~200Hz,积分仪计算时间选择为15秒,显示时间为5秒,即5秒内积分仪显示的数据为前15秒内肌电的积分平均值<sup>⑥</sup>。在整个实验过程中,每堂课我们把第一次测量到的肌电平均值称为前基值,最后一次称为后基值。

实验采用听觉负反馈方式,测定部位为额肌。操作前,先用酒精擦洗被试两上方额肌及中央部位,然后放置电极,中央部位放置无关电极。起动物器,测量电极阻抗小于7000欧姆即表示接触良好,可以实验。否则重新放置电极。被试进行实验前要先静坐几分钟,待完

全排除各种因素干扰后,测量前基值(即第一次肌电平均值),然后进行放松训练。(按照统一的步骤与指导语)当放松效果较好时,可根据运动项目内容进行表象演练。实验时间为20~40分钟,每周二次,共1个月左右。

### 三 实验结果

#### (一)肌电反馈训练前、后基值的比较

为了增加数据的可靠性、稳定性和可比性,在训练前、后每15秒测一次肌电值,分别测2分钟,将所有的前、后基值各自平均,然后进行两者比较,见表1。

表1 训练前、后基值比较

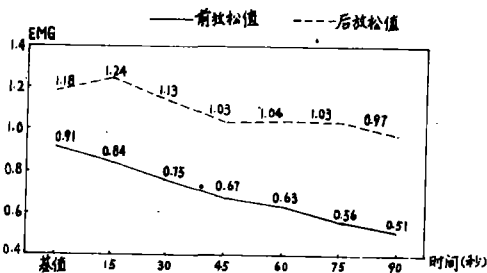
编 号	基 值	前基值	后基值
1		1.78	1.32
2		1.86	1.40
3		0.66	0.63
4		1.18	0.92
5		1.18	0.86
6		0.97	0.55
7		1.84	1.36
8		1.04	0.82
结果		$t=7.003$	$p<0.001$

从表中前、后基值比较中我们发现,经训练后,肌电值一般都有明显下降。统计结果两者有非常显著性差异。这说明通过肌电反馈训练,可有效地降低肌电值,使之达到放松的目的,并在训练中掌握自我心理控制能力。

#### (二)放松训练前、后的肌电值比较

此项研究主要寻求放松训练前、后测定的肌电值与时间变化的关系及放松训练法的有效性,为今后的实验提供合理、统一的标准。把被试2分钟内、每15秒测的数据绘制曲线如图一。

从放松训练前的肌电值与时间曲线我们见到,它们呈不规则状,说明肌电值与时间的延续波动较大,前一分钟变化最大,其后逐渐平稳。放松训练后,肌电值与时间的延续下降趋势明显,呈一定梯度关系,2分钟左右,肌电值下降幅度趋于平稳。同时每次肌电值都明显低于放松训练前同期的肌电值。这表明:(1)放松训练技能掌握后,只要进行2分钟放松训练即可明显反映出训练结果的最好水平;(2)经过放松训练可明显地降低肌电值,它与放松训练之前值比较,有非常显著性差异( $t=2.87, p<0.01$ )可以用此放松训练方法帮助



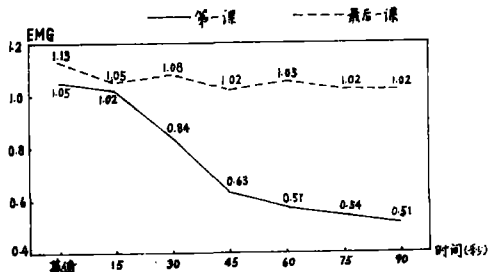
图一 放松训练前、后肌电值随时间变化的比较

运动员缓解某种心理紧张水平及为进行其它心理技能训练打下基础。

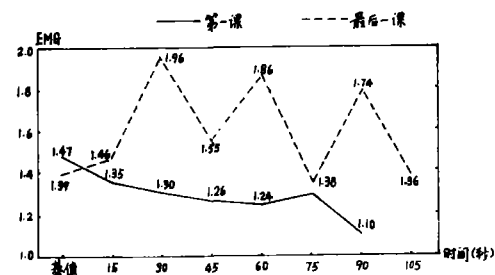
#### (三)典型运动员的训练效果

图二显示跳水运动员涂××放松训练前、后肌电值与时间关系比较情况。其图形变化与图一大体相同,该运动员的放松最低水平达到 $0.5\mu V$ 。

图三显示出举重运动员覃××首次与末次表象训练课肌电值与时间关系情况。从图形来看,首次表象练习随着时间的延续肌电值没有显示出与表象内容相同的反应;而末次随着时间的延续肌电值变化显示出与表象内容完全相同的反应。表明用肌电反馈训练法可



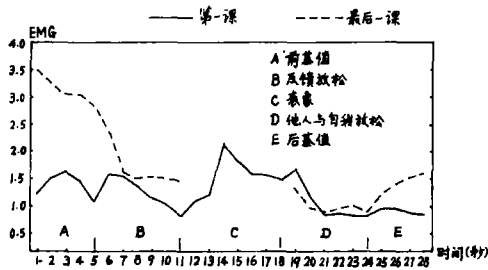
图二 涂××(跳水)放松训练前、后肌电值与时间关系比较



图三 覃××(举重)第一次与实验末次表象练习肌电值与时间关系图

以帮助运动员提高表象能力。

图四显示出举重运动员黄××第一次训练课与最后一次训练课整体肌电值与时间关系的变化情况。在几个训练内容的衔接上显示出了差异性,同时两次不同的训练时间在相同的训练内容上显示出了明显的差异。表明肌电反馈训练法可以提高运动员以放松—表象为主的自我控制能力。



图四 黄××(举重)第一次与最后一次综合训练课肌电值与时间关系比较图

## 四 讨 论

### (一)生物反馈训练与个体差异

生物反馈训练是一种训练心理技能的辅助手段。它是借助于仪器将训练者自身的生理信息、以视、听觉方式显示出来,训练者通过这种方式认识到自我的生理活动,经不断的学习、操作过程,有意识地控制自我心理生理活动,从而达到或提高心理控制的能力。如为了帮助运动员意识到肌肉的紧张—放松水平,并学会自觉地加以控制,仪器以负反馈听觉形式施加于运动员,运动员通过使听觉信号减弱,从而间接地提高放松能力。在运动员的肌电指标下降与自身意识相同时,再逐渐地解脱仪器。我们通过这样几次的训练,使其肌电值从 $2-3\mu\text{V}$ 下降到 $0.5-0.6\mu\text{V}$ 左右。在图一中本文比较了八名运动员放松训练前、后共96个值,经统计学处理 $t=2.87, p<0.01$ ,显示了非常显著性差异。

基于心理学的观点,人的心理过程首先来自感知觉,在大脑产生认识过程中,经多层次的反馈、信息加工,才能达到从无意识到有意识的控制心理生理活动的目的。在本文实验中可以看到,通过反馈训练运动员逐步学会了自我放松,这是因为放松的表象、语言暗示的认知因素参与的结果。当运动员不具备自我放松和听觉反馈放松的能力时,训练的程序应为:他人放松—听觉负反馈放松—自我放松。这程序考虑了人的认知

特点,即人的运动技能学习都是由陈述性知识向程序性知识转化并使技能从熟练达到自动化。如图二涂××的放松训练情况看。第一次听觉反馈放松时,肌电指标下降不大,然而经过上述程序的训练后,在第六次训练时,肌电指标陡然下降。因此我们可以说,人的认知过程在不同程序上参与了反馈系统。

实验中由于个体之间存在着不同的差别,他们的性格、社会关系、特质焦虑、生理变化以及心理训练的动机有着多方面的区别,出现不平衡的发展现象,他们对生物反馈训练及训练过程中产生不同的认识,这就导致了训练方法、次数和时间上的差异性。D. Landers教授也曾在研究中发现此现象<sup>⑥</sup>。

在国外的文献资料中,利用生物反馈进行心理训练的方法很多,训练的次数与时间也不尽一致,目前尚无统一的观点,在本实验研究中,为了使结果具有科学价值,按照较为一致的条件统一资料,故删掉了一部分样本,如:学过气功的运动员,仅一次练习就能充分自我放松,有效地进行了心理控制。这是本实验样本少的原因之一。无论给运动员做几次训练,相对最大放松值和相对最大激活值是较稳定的。如:某运动员前一次训练的肌电基值是 $1\mu\text{V}$ ,相对最大放松值为 $5\mu\text{V}$ ,那么他后一次的训练基值即使是 $1.5\mu\text{V}$ ,他的相对最大放松值也能达到 $0.5\mu\text{V}$ 。

### (二)心理控制训练—表象

Martens指出:“生物反馈技术的训练伴有表象参与”<sup>⑦</sup>。Lang在解释表象机制时这样认为:表象是大脑信息能量的产物。其中有两种信息,一种是表象情景的刺激信息过程;另一种是生理的反应信息过程。在内部诱发情景的刺激信息下,其结果出现生理性反应<sup>⑧</sup>。在其它的表象理论中也提到了表象练习中伴随有生理的反应。

在本实验中,运动员初期做运动表象演练时,肌电指标是很少或无变化的。这主要原因是运动员很难理解表象。本文利用生物反馈技术帮助运动员训练表象技能,其采取的步骤为:首先让运动员写出身体训练中的动作过程(包括各种感觉,也就是表象脚本)。老师检查通过后,再由老师口述给运动员,运动员则反复体验老师所说的内容,造成身临其境的感觉。这时老师通过肌电反馈仪的变化来强化运动员所做出的生理反应。最后由运动员自己借助反馈仪做出表象。例如:图三所示,覃××第一次做表象时,肌电反应基本是无变化的,甚至下降。而在最后一次训练中,当叫运动员暂停表象时,他所抓举的次数与肌电图出现的峰值在时间上是相吻合的。运动员主观感觉和肌电值的变化都证明运动员已具备了一定的表象和唤醒的能力。图四显

示出黄××第一次与最后一次综合训练内容肌电值变化情况。其变化的明显程度说明经过几次的训练后,黄××已具备了一定的心理控制能力。

本实验中发现,依 Lang 的生物信息理论还无法全面解释心理控制训练之一的表象训练。因为在此理论中反馈信息应属于哪类的信息过程呢?本文认为生物信息理论还是一种直线式的理论。如果借助反馈信息,将 Lang 所说的两种信息形成环路,就等于形成了一种动态的控制系统。反馈信息即可以做为一种刺激信息过程,又可以以生理反应信息过程来校正情景刺激信息过程。这样反馈信息和情景刺激信息共同充当第一信息,以引起生理反应信息或第二信息反应。此系统构成动态控制系统,达到自我控制的目的。

## 五 结 论

综上所述,本文作者得出以下结论:

(一)以肌电反馈法为核心的训练过程可以训练运动员放松、表象等综合心理控制能力。

(二)反馈信息和情景刺激信息共同充当第一信息,引起生理信息过程反应,此系统构成动态控制系统,达到自我控制的目的。

## 六 结束语

肌电反馈技术在体育界的应用刚刚开始,本文做了初步的尝试,得出了一些初步的结论。但是还有很多问题需要进一步地探索,主要问题如下:

(一)生物反馈的训练要借助生物反馈仪,仪器的科学性将决定训练的有效性。因此要进一步进行仪器的计算机化、微型化的研究,使此技术能更广泛地应用到实际的训练和比赛中。

(二)为使运动员经过心理训练能意识到自己的控

制能力水平,有必要进行心理生理学指标与主观反应的对应研究。这项工作早在 1962 年就由瑞典的 Borg 开始做了,他创立了 Borg 量表(简称 PRE)<sup>®</sup>。但是此量表只限于心率与主观反应的对应关系,并且还有较大的异议。

(三)本研究中除了应用听觉负反馈放松技术外,还辅以杰克布森渐进放松法。目前还有其它几种较有效的放松法,如:三线法、呼吸法、自律法以及表象放松方法等。为找出心理控制训练的最佳辅助方法,有必要开展几种放松法的对比研究,乃至追踪研究。

(四)本研究中涉及了 4 个项目的男、女运动员,项目之间、年龄之间及性别之间等对训练效果是否有影响?也是今后要加以研究的课题。

## 参 考 文 献

- ① Eric. Peper 等. "The EDR Biofeedback for Peak Performance"《Somatic》vol. 4 1983—1984 年  
Eric. Peper 等 "The hand temperature change and Competition reational"《Technique》1985 年
- ② R. M. Suinn《孙金昌来华讲课汇编》内部材料 1986 年
- ③ 《Sport psychology—concepts and application》1986 年
- ④ D. Landers《兰德斯教授给射箭队讲课汇编》1988 年
- ⑤ 董经武:"一名女子飞碟射击运动员的心理训练"《心理学报》1983 年第三期
- ⑥ Eric. Peper《From the inside out》1981 年
- ⑦ Rainer. Martens《Coaches' Guided to Sport Psychology》1987 年
- ⑧ J. E. Hecker 等 "Application of Imagery Theory to Sport Pshology"《Journal of Sport & Exercise Psychology》1988 年第四期
- ⑨ 《Biofeedback and Sport Science》1986 年  
(1990. 8 收稿, 1991. 3 修回)

(上接 83 页)

## 为研究肌肉而设计的廉价高效肌电系统

飞速发展的微电子技术引起了运动科学和生理学的一场革命。特别是现代先进的微机可以方便地对信息进行处理,并可把所有身体测试数据进行长期保存。研制成了一种使用方便稳定可靠的 EMG 检测和信号加工仪器,可用于教学和研究;另一个目的是要高效价廉。整个系统由电极、放大器,滤波器,ADC,微电脑及肌电信号加工处理软件组成。使用的高精度电极不必使用导电膏,使用方便,可迅速测定很多肌肉的肌电。

该装置可求平均肌电值,最大正值,积分肌电、幅度分析,FFT 和频谱分析,频率,肌肉疲劳监视,方差分析,判别分析,AR 参数分析,相关函数,数字滤波等。为适应教学和研究的广泛需要,可建立开发自己的软件。

(刘志成译自 Design on a low cost and Efficient EMG System for Muscle Study[会,英]/Kim, S. H. /New. Hori. Human. Mov. —Seoul;SOSCOC, 1988, 9. —376)

(下转 92 页)

## **A Research on Psychological Control Training With the Aid of Electromyographic Feedbacks**

**Wang Huimin et al**

Eight subjects (five men and three women) from the national swimming, gymnastics, weightlifting and diving teams were put through psychological control training with the aid of electromyographic feedbacks. The marked difference in the electromyographic values before and after training pointed to the strong effect produced by the feedbacks on psychological control. With improved mental balance, the athletes were brought up to the optimal level of performance.

**Key words:** *EMG feedback, EMG Baseline, Bioinformation theory, Imagery skill, Imagery script*

## **Wind Tunnel Tests on Fluid Dynamic Characteristics of Paddles for Swimming Training**

**Di Jian et al**

The structural features of three types of home-designed paddles for swimming training and two types of imported ones, as well as their fluid dynamic characteristics as observed in wind tunnel tests, are discussed in this paper. Results in force measurements with paddles with and without holes and those with and without flow stabilizers provide the physical basis for the design of new types of paddles. It was also found that a proper twist of the paddle surface will help the swimmer adjust the palm angle to advantage, improve his/her "feel" of water, develop better techniques and increase stroke efficiency. The above findings have been verified through experiments.

**Key words:** *swimming paddle, fluid dynamics, characteristics, wind tunnel.*

## **Men's Javelin Skills: Mathematical Analysis of Their Classification and Trend of Development**

**Pang Yuanning et al**

Since new rules were laid down by the IAAF on the specifications of the men's javelin, great changes have occurred in the level of performances at tournaments. Today much importance is being attached by people in various countries to researches on the characteristics of javelin skills and the trend of their development. This paper is based on 11 major technical features as seen from the performances of the top 16 in men's javelin competitions at the Second World Track and Field Championships, the 24th Olympic Games and the Fifth World Cup track and Field Tournament. Using the method of multi-factor non-linear reflection, a mathematical model has been established for the classification of the men's javelin skills while the trend of their development is discussed.

**Key words:** *men's javelin, technical classification, mathematic model.*

## **Fielding Tactics in Table Tennis Men's Team Competition Under the New Playing System**

**Wu Renzhi et al**

In this paper, a new concept of deductive-dialectical strategy is put forward for fielding the optimal lineup in table tennis men's team competition under the new playing system laid down by the International Table Tennis Federation.

**Key words:** *fielding, theory of games, deductive-dialectical strategy.*

## **Objective Appraisal of Judges' Subjective Evaluation of Exercises in Competitions**

**Zhai Tieni et al**

Competitions of many sports, such as gymnastics, diving and wushu, etc. are determined by obtained marks from Judges according to their evaluation of athletes exercises. Judges, however, may have been influenced by their subjective preference in making their evaluation. So it is of great importance to make objective appraisal of judges' subjective evaluation in order to make their judgement more reasonable. In this paper the problem was investigated and some quantitative appraising methods were put forward to give a scientific assessment of judges' evaluation. (Edited by Ma Tie)

**Key words:** *mean of observation, sum of squares of deviations, degree of fitting*