

运动员不同状态下的脑电图特点(综述)

秦素荣

(山西师范大学体育学院,山西临汾 041000)

摘 要 综述了我国体育领域对运动员脑电图的研究成果,重点阐明运动员安静时、负荷后、疲劳后、过度训练以及脑外伤的脑电图特点,以为运动员选材、训练、医务监督等提供一些高级神经活动方面的理论依据。

关键词 脑电图 运动疲劳 脑外伤 过度训练

中图分类号:G804.22 文献标识码:A 文章编号:1006-7116(2002)01-0042-03

Athlete's EEG characteristics under different state(A review)

QIN Su-rong

(Institute of Physical Education, Shanxi Normal University, Linfen 041000, China)

Abstract This essay summarizes the EEG outcome of scientific research in sports field, and chiefly describes the EEG characteristics of sportsmen when they are resting, after training, after fatigue, overtrained and when injured outside the head so as to provide theoretical basis for sportsmen choice, training, medical supervision and so on.

Key words EEG; exercise fatigue; injury outside the head; overtraining

大脑皮层内的神经元存在着持续不断的电活动。这些电活动表现为不同频率、幅值和波形的电位变化,这些变化称为脑电波。脑电波可能是大脑皮层神经元兴奋性或抑制性突触后电位的代数和。脑电图研究已有近70年的历史,尤其在医学界的应用已相当广泛,国外对脑电图(EEG)的研究开始很早,而我国是从20世纪50年代初期开始的。在运动实践中应用EEG研究运动员的高级神经活动是从50年代初期开始的,苏联的施丘米勒研究了运动员在形成运动技能各阶段时EEG的变化,马杰耶夫等人研究了运动疲劳时的EEG,拉伊特勒克研究了划船运动员在出现极点时脑电图的变化。我国对运动员EEG的研究是50年代后期开始的,以后应用EEG方面的知识进行选材,为一些特殊项目,尤其是容易引起头部损伤的项目提供健康状况依据。判断运动性疲劳,综合评定运动员机能状态时,EEG是有参考价值的。

1 运动员安静时的 EEG

1.1 EEG的年龄特点

黄登惠^[1,2](1987)对少年运动员EEG特点进行了研究,结果表明,少年组脑电图主要为寻常波幅 α 型,波率与成年组无显著差异,对光刺激的潜伏期与后作用期亦与成年组相

似,少年运动员 α 指数高于同龄少年而波幅均值低于同龄少年。这说明少年运动员EEG已具有成人EEG的主要特征,且脑波发育优于一般少年,故他们可以从事技巧性较强的运动项目。少年组平均波幅与最高波幅明显高于成年人,说明他们大脑皮质神经元兴奋性较高,少年运动员易疲劳,而疲劳消除亦较快。少年组脑波的调频、调幅情况都明显差于成年组,可以认为少年组脑电活动的规律性和稳定性均较成年组差,对缺 O_2 、低血糖的耐受性也较差,少年组的沉静期明显短于成年组,说明少年运动员内抑制较差,所以在选材、训练中应注意以上问题。

关于青少年应优先发展哪项素质和发展此素质对脑电的影响问题,有资料表明,根据青少年的脑电特点应优先发展速度素质,而不是力量和耐力素质,因为这是由青少年的皮质机能灵活性和兴奋性较高的特点所决定的,优先发展速度素质还可能为以后发展其他素质打下基础^[3]。

1.2 EEG的性别特点

黄登惠^[4](1988)研究了女运动员脑电图的特点,并用男运动员作为对照,发现两者的 α 指数、脑波波率、脑波调频、调幅、串长及睁闭眼反应均相似,为女运动员的可训练性提供高级神经活动方面的依据。通过计算,女运动员的脑波波

幅及最高波幅均高于男运动员,说明脑的代谢强度较大,神经系统易疲劳而疲劳较易恢复,在训练中应考虑此因素。女运动员脑电活动的间歇期较长,即脑波沉静期较长,提示她们保护性抑制较强。这点,可能是女运动员持久性耐力较好,抗热应激能力较强的原因之一,也可从大脑神经系统的角度,论证女运动员对静力性工作的适应力较强。值得提出的是女运动员18~19岁年龄组,从EEG看,脑机能欠稳定,保护性抑制也较差,进行运动训练时,应给予充分注意。

1.3 不同训练水平 EEG 的特点

黄登惠^[4,6](1988)对网球青年运动员20人(其中健将级4人,一级10人,无等级运动员6人)的EEG进行研究,结果波率、波幅健将组与一级组及无等级组之间无明显差异,间接说明训练水平不同的运动员安静时高级神经活动的活跃程度、张力大致相似, α 指数与训练水平无关。 β 频率健将组明显大于无等级组,是否因训练水平较高者,易接受外界刺激有关,尚待进一步证实。健将组的脑波调频、调幅优于一级组及无等级组,说明健将组运动员高级神经活动的稳定性较优。

姚士硕等^[7]认为安静时脑电图特点与训练水平不相关,不同训练水平组 α 指数, α 波波幅无显著性差异,不能依据 α 波波幅来衡量运动员神经系统机能和训练水平。此研究结果与黄登惠吻合,而与1987年体育院校通用教材《运动生理学》的论点不一致。姚未发现安静时的脑电图与性别、运动专项相关。

2 运动员负荷时的 EEG

姚士硕(1981)进行了100例不同训练水平大学生安静时、负荷时及疲劳时的脑电图分析对比,静力负荷后仅测量最初30s α 波率和 θ 波变化不甚明显,各组 β 指数均呈明显增加, α 指数, α 波幅也有一定改变。

在功率自行车上进行运动负荷,可进行定量负荷时EEG评定,定量负荷中枕区 α 波的频率负荷后2min显著增加, α 波波幅负荷中第3min显著增加, α 指数百分率负荷中虽有增加但无统计学意义,运动员只有枕部的 β 指数百分率显著增加,这显示出运动员在运动时中枢神经系统兴奋性增加。2min休息后 β 指数百分率恢复到实验前水平,这说明运动员的适应能力良好^[8]。

3 运动员疲劳后的 EEG

运动员从事长时间激烈的体育运动,机体内部环境的稳定性发生变化,机能紊乱,效率低下而出现疲劳。运动性疲劳是指由于运动所引起的身体机能和工作能力暂时下降的现象。不同形式的运动练习的疲劳机制不完全相同,各器官系统的机能变化也不尽相同。神经疲劳时反应迟钝,判断失误,注意力不集中,甚至厌练并伴有神经系统症状等^[9]。

3.1 动力性疲劳后 EEG 的特点

杨缅甸^[10](1990)以测定 VO_{2max} 时的渐增负荷形式,使负荷增至80% VO_{2max} 水平在自行车功率计上持续运动,疲劳即刻除 C_3 导联,其余导联的 δ 、 $\delta+\theta$ 频段的相对功率值都有所

增加。马拉松比赛后EEG的变化是 α 波的指数和波幅在赛后较赛前均呈减低之趋势。 θ 波的指数和波幅较赛前均增加, β 指数之增高有显著性,尤以大脑右侧主司运动的区域改变显著^[11]。

3.2 静力性疲劳后 EEG 的特点

姚士硕等^[7](1981)发现静力性疲劳后脑电图特征是 θ 波明显增多,但几乎没有观察到典型的 δ 波,此项结果与通用教材《运动生理学》所引巴甫洛娃的实验结论不一致。姚认为各种肌肉活动的疲劳有不同特点,机制也是不同的,不能单以 δ 波的出现作为疲劳的生理指标。体育训练可以提高神经系统的机能,表现在疲劳后脑电图的恢复上,体育系组快于对照组。

4 运动员过度训练时的 EEG

过度训练综合症是常见的运动性疾患,是由于不合理的训练所造成,最常见的临床症状是表现在神经系统方面,有近60%的EEG出现不同程度的异常,并且多数是神经系统机能紊乱的表现,另外还有心血管系统、消化系统方面的症状^[12]。

4.1 过度训练 EEG 各波的特点

张树栋^[12](1985)对50例过度训练综合症运动员的脑电图进行了研究,结果表明过训组 α 指数明显较对照组少,有显著性差异, α 波波率波动范围对照组($\pm 5.0 \sim \pm 1.0$ 次/s),过训组为($\pm 5.0 \sim \pm 3.0$ 次/s)。关于顶枕部 β 波波幅,过训组比对照组有稍高之倾向,一般认为,过高的 β 波是异常的;慢波波率最多见的是6~7次/s的 θ 波,多呈阵发性和爆发性形式出现,具有机能诊断的价值,慢波出现率在过训组为100%,过训组安静时多数人(77.6%)的慢波指数超出5%,在6%~42%^[12]之间,有60%患者,其慢波指数在20%~50%及60%~70%范围内,对照组则无超过20%者,慢波波幅过训组普遍比对照组高,有36.2%的人慢波波幅在75~150 μV 以上,最高的甚至超过270 μV ^[12]。

4.2 过度训练运动员过度换气诱发试验(HV)的特点

HV3min后,过训组与对照组 α 波波幅均升高,但过训组运动员在换气后 α 波波幅比换气前多3.42 μV ,而对照组则增加12 μV ,有显著性差异^[12]。

HV后慢波出现的部位更广泛,HV中及HV后均比安静时多,慢波出现的形式,HV中及HV后原安静时单个散在状的明显减少,部分转为弥漫性、阵发性形式出现,慢波指数32例在HV中及HV后均比安静时有明显增高,HV后,有持续的高波幅慢波,约60%的有在HV停止30s后,慢波指数大于11%^[12],当HV停止30s后仍出现大量慢波或高波幅慢波,在临床上认为有病理意义。过度换气导致 CO_2 分压低,资料表明, CO_2 分压从正常值每下降0.1333kPa,可使脑血流减少1.5mL^[13],这提示过训者脑细胞在低碳酸血时使得脑血管收缩,在脑血流减少的情况下,可引起脑组织对短暂缺 O_2 不易耐受而诱发出了大量慢波。

4.3 过度训练运动员负荷后 EEG 的特点

15s原地快跑后,对照组 α 波波幅明显增高,过训组基

本无变化或者降低^[12]。

近些年来,电子计算机技术应用于运动员过度训练状态和正常状态的脑电功率谱自身对比分析,可从频域上观察到脑电的变化规律。用功率谱分析22名运动员在过训时的脑电变化,有21人的脑电功率谱呈现异常,其频域上的改变有:安静时,中央区 θ 频段相对能量增加, α 频段相对能量减少,以及HV前后,中央区和枕区 α 峰频率的差值增大等。这样,从脑电频域上自身对比和测算运动员过训EEG的异常率要比常规EEG分析提高9%^[3]。

5 运动员脑外伤 EEG 的特点

运动员脑外伤最多见的为脑震荡,严重的有脑挫裂伤,以自行车、体操、摩托车、足球、拳击、柔道等项目的发病率较高。

国外已有资料证明,职业拳击运动员在比赛前后描记脑电图对比49%~60% EEG出现异常,短期内拳击多次更为明显,Pampus, Grote等^[13-15]对拳击至晕的运动员迅速描记EEG,发现有相对低波幅活动, α 节律减少或消失。一般慢波只持续几秒或几天。如果异常波不消退或出现不规则EEG,则有必要进行详细检查。

特泰斯瓦尔(美)^[16]1990年对96名足球运动员的EEG进行了研究,结果表明,足球运动员比其它职业的人有较高的EEG反常发生率,较年轻的运动员似乎是最危险的,屡次的轻微头损伤可以表现出EEG反常,很可能是神经细胞永久性损伤的结果。

由于拳击、足球等项目易产生脑外伤的特殊性,定期对运动员EEG监测,是简便经济的重要手段。脑电活动的节律性,可说明体内环境稳定性。但是EEG不能做为单一的检查手段,来评定这些项目运动员的大脑机能状态与器质性改变。正常的脑电图也不能说明脑外伤症状并不存在。这就要求在分析EEG的同时,全面了解运动员的自觉症状及体征,定期检查监测,才能做出正确的诊断。

以上综述了EEG在体育科研中的应用。总之,应用EEG的知识进行选材、指导运动训练等是很有价值的。EEG较客观、能定量,重复性较好。但是,其波形复杂,尤其是波幅低、弥漫性异常、散在性慢波,判断分析比较困难,虽早已广泛应用于临床,但迄今仍由临床医师进行目测分析,这样的分析结果可能受较大的主观因素影响,从而使脑电图结果在不同时期、不同个体之间的比较缺乏定量指标,使其诊断价值受到一定限制。

随着电子工业发展,近年来形成了脑电地形图(BEAM)空间技术,它是二维形式分析和显示自发脑电和诱发脑电活动信息的成像技术。BEAM具有直观性强、定量分析、敏感性等优点,虽优于EEG,但也有其不足之处,所以两者要

结合使用,互相补充,而不能取代。EEG在体育科研中的应用还很有限,而BEAM应用于体育科研在我国还未见到,所以有关这方面的工作亟待体育工作者多做努力,尽早使BEAM的有关知识应用于体育实践。

参考文献:

- [1]黄登惠.少年运动员脑电图特点[J].成都体育学院学报,1987(3):96-100.
- [2]黄登惠.117例运动员 α 脑波分析[J].成都体育学院学报,1990(2):89-93.
- [3]佟启良,扬锡让,王瑞元.运动生理学[M].北京:北京体育学院出版社,1991.
- [4]黄登惠,孙晓箐.女运动员脑电图特点[J].四川体育科学,1988(4):24-28.
- [5]黄登惠,周义琼,孙晓箐.网球运动员脑电图研究[J].中国运动医学杂志,1988(4):237-238.
- [6]黄登惠.技巧运动员脑电图研究[J].四川体育科学,1989(3-4):29-31.
- [7]姚士硕,张国棣,吴洪水.100例不同训练水平大学生安静时负荷时及疲劳时的脑电图分析对比[R].中国运动医学学术会议论文摘要汇编,1981:32-33.
- [8]张振民,岑浩望,徐敬琴.中国女排运动员不同负荷自行车运动时脑电图研究[J].中国运动医学杂志,1984(4):212-217.
- [9]曲绵域.实用运动医学[M].北京:人民体育出版社,1982.
- [10]扬绍南,陈家琦,蒋冠琳.针刺“常用穴”对恢复过程中脑电图指标的影响[J].天津体育学院学报,1990(2):31-37.
- [11]翁庆章,陈一帆,杨伟钧.我国优秀马拉松运动员比赛前后脑电图电子计算机分析的研究[J].中国运动医学杂志,1987(2):85-90.
- [12]张树栋.运动员过度训练综合症的脑电图[J].体育科技资料,1974(18):42-52.
- [13]Lassen NH. Brain extracellular PH The main factor controlling cerebral blood flow scan[J]. J Clin Lab Invest, 1968: 221-224.
- [14]陈进,王延卿,张志.拳击运动员与正常人脑电图对比[J].辽宁体育科技,1994(2):15-16.
- [15]陈进.拳击运动员脑电图80例初步分析[J].沈阳体育学术,1994(3):34-36.
- [16]特·泰斯瓦尔(美).足球运动员中的大脑损伤[J].沈阳体育学术,1990(2):38-42.