



不同水平射击运动员脑电 α 波测试结果的比较

王晓军¹, 李捷²

摘要: 了解不同水平射击运动员的脑电 α 波特点, 为射击运动员的科学选材和训练控制提供一定的参考依据。方法: 采用高级运动训练状态监控仪采集、分析了19名国家射击队运动员和19名广东省射击运动员不同训练阶段的152个样本的脑电 α 波信号。结果: 不同水平射击运动员的脑 α 波类型无显著性差异, 但高水平运动员表现出了较高的协同趋势和稳定度; 不同水平运动员的熵值及脑 α 波各类型主频熵值均无显著性差异, 但奥运冠军与国家队、广东省队协同稳定度高的被试的熵值存在显著性差异; 国家队认知型和优化型运动员的脑电 α 波主频与熵值呈显著性负相关。结论: 不同水平射击队员的脑电 α 波类型偏向认知型, 认知型可作为射击运动员选材的参考指标; 高水平射击运动员的训练适应状态和竞技水平的稳定程度均优于低水平运动员; 熵值可作为监控优秀射击运动员训练适应状态的参考指标。

关键词: 脑电 α 波; 认知; 熵值; 适应状态

中图分类号: G804.8

文献标识码: A

文章编号: 1006-1207(2009)01-0089-03

Comparative Research on EEG α Wave Test Results of the Different Level Shooters

WANG Xiao-Jun¹, LI Jie²

(Huangcun Sports Training Base of Guangdong, Guangzhou 510663 China)

Abstract: Objective To investigate the characteristics of EEG α waves of the different level shooters so as to provide reference for scientific talent selection and training control of the shooters. Methods Adopting the Advanced Training Control Monitoring to collect and analyze EEG α wave signals of 152 samples of 19 shooters of Chinese National Shooting Team and 19 shooters of Guangdong Province at the different training stages. Results There is no significant difference between the EEG α wave types of the shooters of different levels. But the high-level shooter display higher cooperation trend and stability. There is no distinct difference between the entropies and the dominant frequency entropies of the different EEG α wave types of the different level shooters. But significant difference can be found between entropies of the Olympic champions and those of the higher stability athletes of the national and Guangdong teams. There is negative correlation between the EEG α wave dominant frequencies and the entropies of the cognitive and optimal type athletes. Conclusion EEG α wave types of the different level shooters tend to be cognitive. So cognitive type can be regarded as the reference indicator for selecting shooters. The training conditioning and the stability of the competitive level of the top shooters are better than the shooters of low level. Entropy can be used as the reference indicator in monitoring the training conditioning of the elite shooters.

Key words: EEG α wave; cognition; entropy; conditioning

射击运动的特点是人、枪、靶复合感觉定位的高度准确、一致和稳定。为了表现此特点, 射击运动员需要具备熟练的枪感、持久的控能力、高效的注意力和高度的稳定度。实践表明, 高水平射击运动员所具有认知水平和综合能力优于低水平运动员, 而有关此方面的理论支持, 尤其针对不同水平射击运动员的脑电 α 波研究尚未见报道。故本研究采用高级运动训练状态监控仪分别对19名国家射击运动员和19名广东省射击运动员的脑电 α 波进行了测试分析, 旨在了解不同水平射击运动员的脑电 α 波的活动特点, 以期从脑训练适应的角度为射击运动员的科学选材和不同训练水平运动员的训练控制提供一定的参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

国家射击队员19人(包括两名28届奥运会冠军), 年龄20~35岁, 其中国际级运动健将15人, 国家级运动健将4人, 训练年限4~18年。广东省射击队员19人, 年龄18~32岁, 其中国际级运动健将1人, 国家级运动健将9人, 国家一级运动员9人, 训练年限为3~13年。具体情况见表1。

1.2 研究方法

1.2.1 测试时间

在备战28届奥运会的4个训练阶段对19名国家射击队受

收稿日期: 2008-11-10

基金项目: 备战第29届奥运会攻关课题分课题

第一作者简介: 王晓军(1968-), 女, 助研, 硕士, 主要研究方向: 运动训练学。Tel: 020-82168150. E-mail: huangcunkeyan@126.com.

作者单位: 1. 广东省黄村体育训练基地, 广州 510663; 2. 广东省体育科学研究所 广州 510663



表1 受试对象基本情况

Table 1 Basic Condition of the Subjects

队别	小项	人数	男	女	年龄	训练年限
国家队	手枪	8	4	4	29.3 ± 3.7	12.8 ± 3.7
	步枪	9	5	4	23.9 ± 4.1	11.0 ± 4.2
	移动靶	2	2	-	26.5 ± 6.3	10.5 ± 2.1
	合计	19	11	8	26.6 ± 4.7	11.4 ± 3.3
广东队	手枪	6	4	2	22.8 ± 5.0	5.3 ± 4.0
	步枪	9	4	5	21.6 ± 1.7	4.6 ± 2.0
	移动靶	4	2	2	24.3 ± 2.6	8.8 ± 3.8
	合计	19	10	9	22.5 ± 3.2	5.7 ± 3.4

试对象进行了测试,测试时间与地点分别为:(1)集训初期(2003年12月15~17日、22日,广州);(2)选拔中期(2004年2月2日、4日,广州);(3)选拔后期(2004年4月10~11日,上海);(4)赛前训练(2004年7月29~30日,北京)。在2004年4个不同训练阶段对19名广东省射击队受试对象进行了测试,测试地点均在广州。

1.2.2 测试仪器与技术指标

本研究采用高级运动训练状态监控仪采集脑电信号和熵值。按国际10-20系统安置电极,选用F3、F4、C3、C4、P3、P4、O1、O2、F7、F8、T5、T6共十二导联进行单极引导,双耳连线为参考电极,前额正中接地保护。每个样本的原始采集数据大于150万个,构成功率谱阵列6 000个以上,信号经A/D转换后在微机中用多谱压缩分析程序处理。技术指标:放大器输入阻抗 $\geq 200\text{ M}\Omega$,共模抑制比 $\geq 120\text{ db}$,采样频率256 Hz,时间常数0.3 s,放大倍数2~5万。

1.2.3 分析指标

主要分析脑电 α 波活动类型和所采集的脑信息熵值。

由于国内外并无脑电 α 波分型的文献和标准,本研究以李捷博士等人的研究成果为参考^[1],即经过大量调查,根据脑信息在脑 α 波各频率的分布情况(其集中度应大于30%),基本可将脑电 α 波活动类型分为5种类型:①运动控制分散(平均)型,该型脑电信息分散;②运动控制非稳定型(运动控制漫化型),该型脑电信息主要集中在8 Hz,其特点是技术优化过程较长;③运动控制优化型,该型脑电信息主要集中在9 Hz,其特点是优先运动控制,具备较好的运动适应能力,学习较快,并且容易进入稳定状态;④运动控制认知型,该型脑电信息主要集中在10 Hz,其特点是注重思维,善于思考,注重学习的理解,使运动员理解的训练的训效果较好;⑤运动控制情绪型(冲动型),该型脑电信息主要集中在11 Hz,其特点是兴趣或注意转换速度快,情绪好时注意控制较好,情绪不好时成绩不稳定,易大起大落,容易受环境影响。

1.2.4 测试步骤

被试测试前需静坐5~15 min,保持测试环境安静,无干扰噪音。测试时以95%的酒精棉球,擦拭头皮及双耳去脂,然后将卤化的脑电专用电极置于受试者头皮测试点。在参考电极凹内填充专用脑电极膏,并夹在受试者两耳耳垂。保证仪器接地良好。每次均测试采样,待信号平稳后进入实际测试,每次测试时间为18 min,测试时受试者闭目,保持

安静、清醒状态。

1.3 数据分析处理

将高级运动训练状态监控仪自动采集的测试数据转换在计算机上,用Excel进行管理,并用SPSS11.0统计包对实验数据进行统计分析,对数据进行描述性统计和相关性分析,采用t检验分析组间差异, $P<0.05$ 为显著性水平, $P<0.01$ 为非常显著性水平。

2 结果与分析

2.1 脑 α 波类型的分布情况比较

经测试和分型,19名国家队运动员中有11人的4次脑 α 波类型相同,另外8人4次的测试结果不一致,只能确定实时的脑 α 波类型;19名广东省队运动员中有8人的4次脑 α 波类型相同,另外11人的测试结果不一致,国家队较广东省队表现出了较高的协同趋势和稳定度。另外,11名国家队运动员和8名广东省队运动员的脑 α 波类型分布情况无明显差异($P>0.05$),以10 Hz为主频的认知型分别占64%和63%,明显处于优势地位。

由表2,国家队76人次测试中有41人次属认知型,占54%;广东省队76人次测试中有45人次属认知型,占59.2%。此外,不同水平射击运动员的脑 α 波类型分布情况虽然无明显差异($P>0.05$),但国家队优化型比例高于广东省队,平均型比例低于广东省队。

表2 不同水平被试脑 α 波类型分布情况Table 2 Distribution of the EEG α Wave Types of the Different Level Athletes

类型	国家队		广东队	
	人次	%	人次	%
漫化型	4	5	3	3.9
优化型	20	26	17	22.4
认知型	41	54	45	59.2
情绪型	4	5	1	1.3
平均型	7	9	10	13.2
合计	76	100	76	100

测试数据表明,不同水平射击运动员脑 α 波认知型所占的比例高于前人研究的47.8%的认知型平均水平^[2],表现出射击运动员在心理认知方面的优势。

2.2 脑 α 波类型主频熵值的差异性比较

国家队、广东省队被试的平均熵值分别为 0.70 ± 0.12 、 0.72 ± 0.13 ,被试脑 α 波各类型的主频熵值见表3。经T检验,虽然不同水平运动员的熵值,以及被试脑 α 波各类型主频熵值均无显著性差异($P>0.05$),但不同水平优化型和认知型被试的熵值明显低于其它类型(表3),而且同为认知型,两名奥运冠军与国家队、广东省队协同稳定度高的被试的熵值存在显著性差异($P<0.05$)(表4),表现出了奥运冠军熵值低的特点。

2.3 脑 α 波类型主频与熵值的相关性分析

由于漫化型和情绪型的样本量较少,未进行脑波主频与熵值的相关性分析。被试优化型、认知型主频与熵值的相关性分析结果显示,国家队认知型和优化型被试的脑波主频与

表3 被试脑电 α 波各类型主频熵值Table III Different Type Dominant Frequency Entropies of EEG α Wave Tested

类型	国家队		广东队	
	样本量	平均值	样本量	平均值
漫化型	4	0.81 \pm 0.04	3	0.80 \pm 0.02
优化型	20	0.65 \pm 0.10	17	0.63 \pm 0.10
认知型	41	0.67 \pm 0.11	45	0.70 \pm 0.11
情绪型	4	0.73 \pm 0.09	1	0.81 \pm 0.00
平均型	7	0.90 \pm 0.07	10	0.90 \pm 0.04

表4 协同稳定度高被试的脑电 α 波主频熵值(认知型)
Table IV EEG α Wave Dominant Frequency Entropies (Cognitive Type) of the Higher Stability Athletes

组别	样本量	平均值	波动区间
奥运冠军	8	0.55 \pm 0.06	0.44~0.6
国家队	20	0.69 \pm 0.09*	0.55~0.87
广东队	20	0.67 \pm 0.12*	0.41~0.87

熵值的相关系数分别为-0.880和-0.756,呈显著性负相关($P < 0.01$),即脑波主频越高,熵值越小,信息越集中。广东省射击队认知型和优化型被试的脑波主频与熵值无显著性相关($P > 0.05$),平均型脑波无优势主频,与熵值无相关性,不具有主适应信息。

3 讨论

3.1 对射击运动员认知优势的认识

可能有两个原因促成了不同水平射击运动员认知优势的形成,一是射击运动员的选材因素(偏向心理选材);二是射击专项训练刺激促成的对脑的适应性调整。就后者而言,是射击运动的专项训练特点(精确的本体感觉、持久的注意力和高度的稳定度)决定了优秀射击运动员的脑适应性调整,队员的训练水平越高,脑的认知适应状态越明显。认知优势提示我们,由于射击运动员竞技状态的发挥受其认知与思维导向的影响,训练中需要加强对其思维的引导和控制。而且,要认识到“人脑是一个开放系统,与外界有着物质的、能量的、信息的交换,尤其是在信息交换方面发展到了最发达的水平”^[3],要充分利用好这类运动员思维活跃,接受和认识事物能力强的特点,确立正确、积极的专项思维定式,避免和消除不良、负性的思维干扰源。也就是要清理刺激信息源,在给予运动员产生适应的资讯上不能有偏差。

国家队运动员脑 α 波类型的协同稳定度明显高于广东省队运动员,说明了广东省队运动员脑 α 波的主频与辅频竞争更明显,出现了主、辅频逆转的现象,在技术发挥上,表现出动作波动幅度大、动作稳定性和一致性差等特点。同时,高水平射击运动员脑 α 波稳定类型的形成绝非偶然,是有规律、有序的。这种稳定度提示我们,脑主控序参数的形成和积累必定与专项技术结构、刺激信息源及个体的自组织能力息息相关,而这种相关在不断的重复和叠加中变得越来越稳固,最终形成了脑的适应结构模式。即我们所监测到的稳定的脑 α 波类型,及由此而决定的行为习惯。

3.2 对熵值与训练适应状态的认识

脑的信息熵是集中反映机体脑所处内外环境变化中适应性反应情况的指标,按照哈肯的协同学理论,熵值在脑波中的变化,实际上就是机体各部分协同产生的适应性变化信息,是经机体自组织以后形成的宏观参量,也是机体脑经训练后有序程度的集中反应^[1]。对于一个开放的复杂巨系统来说,熵值越低,大脑的有序程度越高;熵值越高,大脑的有序程度则越低。所以正是由于认知型奥运冠军的低熵值,使他们具有了掌握和控制技能水平的较高优势,达到了最佳训练适应状态;相反,国家队的其他队员虽然也具有一定的技能水平,但未达到训练适应水平的最佳化。此外,平均型的高熵值说明,大脑内部熵值的不断加大,将会使大脑由有序变为无序,甚至还有可能从自动化过程转入高熵的泛化过程状态,表现在各参量交错竞争,无优势主频,大脑处于无序状态,训练难于控制和把握,运动员也不具有高水平竞技表现的可能性。

对脑信息熵的研究结果提示我们,系统要维持自身的有序性,就要从信息源中吸取足够的负熵,造成内部的减熵运动。对于运动技能形成来说,负熵控制直接决定了机体可能的涨落幅度与范围,并对应与训练强度和量。通过适宜训练负荷的刺激,引入的负熵物质、能量、信息流将使系统结构内部的熵值减小,使系统从无序向有序发展。奥运冠军的低熵值说明了他们的训练负荷安排与控制的合理、有效程度,这种合理的训练负荷和信息的刺激为他们趋向于稳态结构的自组织(一个系统由无序变为有序的自然现象称为自组织^[4])演化提供了一定的活力和动力,最终使他们达到理想的境界。

4 结论

4.1 不同水平射击队员的脑电 α 波类型偏向认知型,认知型可作为射击运动员选材的参考指标。

4.2 高水平射击运动员的训练适应状态和竞技水平的稳定程度均优于低水平运动员。

4.3 熵值可作为监控优秀射击运动员训练适应状态的参考指标。

参考文献

- [1] 李捷. 运动技能形成自组织理论的建构及其实证研究[C]. 中国体育博士文丛, 北京: 北京体育大学出版社, 2006. 5
- [2] 李捷等. 运动员选材脑电创新技术研究报告. 科技部国家体育总局2008奥运科技攻关课题, 2004. 10
- [3] 梅磊. ET-脑功能研究新技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1995. 8.
- [4] 张岱. 用耗散理论探讨生命负熵[J]. 数理医药学杂志, 2007, (20) 5: 712~713

(责任编辑: 何聪)