



# 田径运动员过度疲劳评价体系建立的初步探讨

朱耀康<sup>1</sup>，王晨<sup>2</sup>

**摘要：**通过一些最简单、无创性的方法及时检测田径运动员的身体机能状况及对训练负荷的适应性，防止过度疲劳的发生是保证运动员训练质量提高的必要条件。本研究在冬训期间（室内田径锦标赛前2个月）对4名400 m健将级运动员进行系统地机能监控，监控指标包括尿去甲肾上腺素、简易问卷、脑电、定量负荷实验、肌肉力量测试，意在通过神经系统、心血管系统、内分泌系统、肌肉系统及心理的变化情况来综合评定运动员的机能状态，在平时训练过程中的监控尽量做到无创、简单，做到及时发现问题、及时反馈信息、及时提出建议及解决方案。研究表明：对于田径运动员：（1）去甲肾上腺素是一个很好的训练适应性监控指标，在恢复期去甲肾上腺素下降越多，说明运动员对前阶段的训练负荷适应越好，在随后的训练中可以提高训练负荷；反之，在恢复期去甲肾上腺素升高的越多，说明运动员对前阶段的训练负荷没有适应，在随后的训练中需要减少训练负荷，增加恢复；（2）简易问卷从神经系统、肌肉系统、心理状态等几方面来反应运动员的机能状态。其分值可以作为一较简单的指标用于运动员的日常疲劳监控。（3）尿去甲肾上腺素、简易问卷分值、脑电、定量负荷试验、肌肉力量测试结果的综合评定能较好地、全面地反映运动员的机能状态，防止过度疲劳的发生。

**关键词：**田径；过度疲劳；评价体系

中图分类号：G804.5 文献标识码：A 文章编号：1006-1207(2010)01-0052-03

## Establishment of Overfatigue Evaluation System of Athletes

ZHU Yao-kang<sup>1</sup>, WANG Chen<sup>2</sup>

(Shanghai Institute of P.E., Shanghai 200438, China)

**Abstract:** Some simple and non-invasive methods are applied to test the physical conditions of athletes and their adaptability to training load. It is necessary to prevent overfatigue in order to improve the training quality of athletes. The experiment took place during a winter training period (two months before the Indoor Athletics Championships). Four 400m elite runners were subject to systematic functional monitoring. The indices of the monitoring include urinary norepinephrine, simple questionnaire, EEG, quantitative load test and muscle strength test. The authors try to evaluate athletes' functional conditions comprehensively through the changes of nervous system, cardiovascular system, endocrine system, muscle system and psychology. The monitoring in daily training should be non-invasive and simple. The problems should be found out in time. The information should be fed back timely. And the suggestions should be put forward and solved as soon as possible. The result proves the following: 1. Urinary norepinephrine is a good monitoring index for training adaptation. The more decrease of norepinephrine in recovery period, the better of the athlete's adaptation to the training load in previous stage. So the training load might be increased in the following training. On the other hand, athlete is not adaptable to the previous training load if the norepinephrine increases obviously. Therefore the training load should be decreased in the following training and the recovery period should be prolonged. 2. The simple questionnaire reflects athlete's functional state from the aspects of nervous system, muscle system and psychological state. Its value can be used as a simple index for monitoring athlete's daily fatigue. 3. The comprehensive evaluation of urinary norepinephrine, simple questionnaire value, EEG, quantitative load test and muscle strength test may better reflect athlete's functional state all-sidedly and help prevent overfatigue.

**Key words:** athletics; overfatigue; evaluation system

在田径训练中，加强运动员机能监控，了解运动员机能状态，已成为科学化训练的重要组成部分。高水平田径运动员必须处理好运动负荷与恢复的相互关系。寻找到最佳的负荷与恢复的平衡点是田径训练中的难点，不同项目、不同

时期、不同运动员都有比较大的区别，田径训练中的主要问题通常不是训练负荷不足，而往往是训练负荷过大，没有充足的恢复时间，导致了过度训练的发生，这就需要一监控系统，帮助运动员在过度训练的边缘悬崖勒马，一个

收稿日期：2009-12-24

基金项目：上海市科委科研计划项目重点课题（072712023）

第一作者简介：朱耀康，男，副教授。主要研究方向：田径训练。

作者单位：1. 上海体育学院，上海 200438； 2. 上海体育科学研究所，上海 200030



好的监控系统能有效地防止运动员过度训练和训练负荷不足,是保证运动员训练质量提高的必要条件。

目前的国内通用的机能评价系统指标繁多,而且经常会在评定结果的滞后性,如何在干扰训练的基础上,注重机能评定的系统性和实用性,尽量通过一些最简单、无创性的方法及时检测运动员的身体机能状况及对训练负荷的适应性,防止过度疲劳的发生,是当务之急需要解决的任务,也是本研究进行初步探讨的主要目的。

## 1 研究方法

### 1.1 研究对象

上海田径队400 m运动员4名,年龄均为22岁,体重(80.35 ± 2.24) kg。

### 1.2 实验仪器

血压计、ACME9000HPLC 儿茶酚胺分析系统、脑电分析仪。

### 1.3 实验方法

冬训期间(室内田径锦标赛前2个月),从冬训开始,每周一对4名400 m健将级运动员进行系统地机能监控,监控指标包括尿去甲肾上腺素、简易问卷、肌肉力量测试;冬训1个月后除上述指标测试以外,增加定量负荷试验和脑电测试。各项测试均按照标准程序严格进行。

## 2 研究结果

### 2.1 尿去甲肾上腺素、简单问卷分值、力量测试结果(见表1)

表1 400m 运动员尿儿茶酚胺、简单问卷分值及力量测试结果

Table I Urinary Catecholamine, Simple Questionnaire Value and Strength Test Result of 400m Runners

姓名	日期	简单问卷分值	NE	力量测试
郭*	2008.12.15	23	21.35	尚可
	2008.12.22	22	55.74	尚可
	2008.12.29	22	38.1	尚可
	2009.01.12	21	106.9	尚可
	2009.02.16(赛前)	23	51.5	良好
胡*	2008.12.15	23	20.5	尚可
	2008.12.22	23	42.23	尚可
	2008.12.29	21	28.78	尚可
	2009.01.12	22	120.3	尚可
	2009.02.16(赛前)	23	15.85	良好
胡**	2008.12.15	21	32.11	尚可
	2008.12.22	22	67.57	尚可
	2008.12.29	23	3.32	尚可
	2009.01.12	21	120.8	尚可
	2009.02.16(赛前)	22	31.71	良好
张*	2008.12.15	23	39.82	尚可
	2008.12.22	26	40.06	酸痛
	2008.12.29	25	25.55	尚可
	2009.01.12	23	62.89	尚可
	2009.02.16(赛前)	24	39.28	尚可

### 2.2 脑电及定量负荷试验测试结果(见表2、表3)

表2 各脑区神经递质激活信息值(2009.1.12)

Table II Brain Neurotransmitter Activation Information Value

姓名	INH	5-HT	ACh	DA	NEC	EXC
郭某	20.77	-16.93	3.94	17.07	-7.14	-2.29
胡某	10.35	-40.29	14.13	44.28	-19.18	14.94
胡某某	33.23	-19.33	12.69	14.53	-4.53	-18
张某	37.31	-18.17	7.3	15.71	-10.25	-4.67

表3 定量负荷试验测定值(2009.1.12)

Table III Value of the Quantitative Load Test

姓名	安静		1 min		3 min		5 min	
	血压	脉搏	血压	脉搏	血压	脉搏	血压	脉搏
张某	120/80	90	130/60	96	120/70	75	115/55	78
胡某	120/60	58	150/70	70	140/70	60	120/60	54
胡某某	110/70	67	140/75	72	130/65	66	115/75	62
郭某	110/80	55	130/65	84	130/60	58	128/75	54

## 3 分析与讨论

多年来,国内外运动医学学者对评定运动员身体机能的指标和方法,进行了大量的研究,也推出了许多行之有效的生理生化指标和评定方法。目前,适用于运动员身体机能评定的生理生化指标涉及心血管、内分泌、免疫、氧转运及利用、骨骼肌及组织损伤、物质能量代谢及代谢调节能力、神经系统等各个方面。评价指标有许多,如:血色素、血睾酮、皮质醇、T/C、血尿素、晨脉、体重、一些免疫指标、主观体力感觉、ACTH、DHEA、简单问卷分值、心功能实验、运动试验等等。

我们国内的日常机能监控往往采用多指标、多因素的整体综合评定。指标繁多、测试成本高,但从总体评定效果来说,在日常的实际监控中,有时不能非常可靠的反映运动员的实际情况,有时即使能反映,但该运动员可能已经处于过度训练状态,不能起到早期预防的作用。另外,国内的机能评定往往更重视一些生化指标的评定,而轻生理和运动学这些简单易行、无创性的指标,这可能也就是造成机能评定滞后性的一个主要原因。

过度训练的运动员的症状与抑郁症患者很相似,都有运动能力下降、疲劳、食欲不振、失眠、注意力不集中、体重减轻、抑郁、过于敏感、兴奋等症状。而且过度训练比较复杂,有交感、副交感及不同的神经传递素,如去甲肾上腺素、复合胺等相互作用导致过度疲劳。过度训练时,神经、内分泌、免疫等系统都会发生改变。所以在评价过度疲劳时一定要从多方面来进行评价,这样才能保证评价结果的客观性及准确性。该评价体系一定能够对肌肉系统、神经系统、内分泌系统、免疫系统、心血管系统以及心理的变化情况有所反应。通过这样一个监控系统使肌肉、神经、心血管和内分泌达到最佳适应,防止运动员在过度训练的悬崖崩溃,为教练员及运动员提供恢复的相关信息。好的监控系统能帮助运动员避免过度或过少的艰苦训练。同时也是保证高水平运动员提高训练质量的必要条件。

本研究在冬训期间(室内田径锦标赛前2个月)对4名400 m健将级运动员进行系统地机能监控,监控指标包括尿



去甲肾上腺素、简易问卷、脑电、定量负荷实验、肌肉力量测试,意在通过神经系统、心血管系统、内分泌系统、肌肉系统及心理的变化情况来综合评定运动员的机能状态,在平时训练过程中的监控尽量做到无创、简单,做到及时发现问题、及时反馈信息、及时提出建议及解决方案。

### 3.1 去甲肾上腺素在过度疲劳监测中的应用

运动过程中,去甲肾上腺素是交感神经细胞最先分泌的,能加快心率、促进糖原和脂肪的分解以提供运动所需能量,同时能促进心脏收缩,使每搏输出量增加,以满足运动的需要。

去甲肾上腺素的提高可以看做是对大运动负荷训练的一个系统适应——机体努力尝试适应大运动负荷的训练。大量的去甲肾上腺素通过组织循环、心率提高、能量代谢提高来适应训练负荷。而去甲肾上腺素的逐渐减少可以被看做机体压力减少的信号,可以认为机体适应了训练,并且不需要神经内分泌系统超速运转来适应训练负荷。所以,去甲肾上腺素是一个很好的监控指标,在恢复期去甲肾上腺素下降越多,说明运动员对前阶段的大运动量训练越适应。而过度疲劳的运动员去甲肾上腺素往往持续表现出较高的水平。

从本研究的测试结果分析,冬训初去甲肾上腺素(NE)处于一相对较低水平,随着运动负荷的增加,NE值逐渐升高,以适应运动负荷的需要,2周后,随着对运动负荷的逐渐适应,NE水平下降,这时提醒教练员在训练负荷上更上一个台阶,于第三周开始加大训练负荷,第五周周一测试NE水平仍处于较高水平,说明2周大负荷训练后运动员还未完全适应,提醒教练员该训练负荷仍需维持一段时间,由于春节等原因,在第五周后,没有继续进行NE值的连续监控,仅在室内锦标赛前进行了测试,从结果分析,NE值已明显下降,说明调整适当,机体未出现疲劳现象。在本次室内田径锦标赛上,这4名运动员也跑出了本人最近较好成绩,与测试结果分析基本吻合。

### 3.2 简单问卷分值、力量测试在疲劳监控中的应用

简单问卷分值已经用于疲劳监控中,但它问题较多,回答时间长,不太适宜日常使用,Owen Anderson提出了用一些简单的问卷来监控过度训练和恢复情况,并将其应用于其训练的运动员监控中,取得了非常好的效果。该问卷仅有6个问题,包括睡眠情况、肌肉反应、精神状态、食欲等方面,非常容易回答,通过计算它们的分值,来评价训练后的恢复程度,这些问题反应了运动员的神经系统、肌肉系统的恢复情况及心理的变化情况。可每天早晨进行测试,20分或以上,恢复的非常好,已经从昨天的大运动量训练中充分恢复;如果在20分以下,最好休息或进行小量运动,直到恢复到20分以上;15~18分,表示已经在过度训练的边缘了。在训练的过程中,随着对训练的适应,分数应稳固提高,到比赛前,应达到较高水平。力量测试是反应肌肉的恢复程度的指标,起床后,稍微活动一下,做一组快的10~15次深蹲,集中肌肉感觉,若感到软弱和疼痛则是没有恢复的表现。该结果可以对简单问卷中的肌肉反应加以印证。

本研究在进行NE测试的同时,进行了简单问卷的分值及力量的测试,从测试结果可以看出,4名运动员的分值基本均在20分以上,肌肉无明显软弱及酸痛的感觉,表明恢

复较好,不存在过度疲劳的现象。从大部分测试数值可见,存在NE下降,简单问卷分值升高的负相关趋势,但无统计学意义,是否由于测试例数过少导致还有待进一步证实。在室内田径锦标赛赛前简单问卷分值也基本为本阶段较高分值,说明调整比较适当,与NE结果相符。说明简单问卷分值可以应用于日常的简单疲劳监控中,基本可以反应运动员的疲劳情况。

### 3.3 脑电、定量负荷试验在疲劳监控中的应用

通过脑波超慢涨落图来观察各脑区神经递质激活信息值,可以判断神经系统的疲劳程度。定量负荷试验通过血压与心率的变化可以反应心血管的疲劳程度。

本研究在冬训4周后,进行了脑电及定量负荷的测试,脑电图检测提示这4名运动员安静时均正常脑电图,调节佳,左右对称性好;注意力集中程度较好;无明显疲劳;各脑区的神经递质的激活程度均在正常值范围内。说明无神经系统疲劳的现象。定量负荷试验提示,这4名运动员心血管功能基本良好,无疲劳现象,但郭某存在心血管恢复偏慢的问题。

上述结果再结合NE、简单问卷分值及力量测试结果进行综合分析,尽管在第四周大负荷训练后,这4名运动员还未完全适应训练负荷,但从神经系统、心血管系统、肌肉系统、内分泌系统及心理反应来分析,这4名运动员均未出现过度疲劳现象,提醒教练员可继续维持该训练负荷。

## 4 初步结论

4.1 去甲肾上腺素是一个很好的训练适应性监控指标,在恢复期去甲肾上腺素下降越多,说明运动员对前阶段的训练负荷适应越好,在随后的训练中可以提高训练负荷;反之,在恢复期去甲肾上腺素升高的越多,说明运动员对前阶段的训练负荷没有适应,在随后的训练中需要减少训练负荷,增加恢复。

4.2 简易问卷从神经系统、肌肉系统、心理状态等几方面来反应运动员的机能状态,其分值可以作为一较简单的指标用于运动员的日常疲劳监控中。

5.3 尿去甲肾上腺素、简易问卷分值、脑电、定量负荷试验、肌肉力量测试结果的综合评定能较好地、全面地反映运动员的机能状态。

## 参考文献:

- [1] 何全玲等. 对近五年国内运动疲劳中有关机能监控研究方法的分析[J]. 首都体育学院学报, 2004, 16(4)
- [2] 王安利等. 过度训练的研究与进展(综述)[J]. 北京体育大学学报, 1999, 22(4)
- [3] MA Qian, et al. (2008). Alterations in rat hippocampal norepinephrine and serotonin levels under physical exercise and psychological stress, *Chinese Journal of Pathophysiology*, 24(8): 1549-1555
- [4] 冯炜权. 运动疲劳及过度训练的生化诊断——运动生物化学动态之三[J]. 北京体育大学学报, 2000, 23(4)
- [5] 楚英兰. 运动员过度训练监测研究进展[J]. 韶关学院学报·自然科学, 2005, 26(9)

(责任编辑: 何聪)