



女子手球运动员月经周期和生理生化指标结合监控训练负荷

邱俊¹, 陈文鹤²

摘要: 研究目的为根据女运动员的生理周期和生理生化指标科学监控训练负荷。在小周期的疲劳和恢复的监控过程中,建立了运动员血清肌酸激酶(CK)、尿素氮(BU)、红细胞(RBC)、白细胞(WBC)、血色素(Hb)、红细胞压积(Hct)和免疫球蛋白的调整周、强度周、总平均值、个人最高均值和个人最低均值参考系。选择大强度负荷期和调整期中清晨定期测试血清睾酮和皮质醇,建立了运动员安静值和大强度负荷的均值;同时,通过3个月的基础体温检测,确定运动员月经周期的各个阶段。在监测过程中,得到运动员调整周、强度周CK和BU最高均值和最低均值;大负荷训练可使红细胞(RBC)、血色素(Hb)和红细胞压积(Hct)明显下降,WBC、IgG、IgA水平有所下降,血清睾酮下降明显。从而得出结论:训练中应充分注意到女运动员体能的周期性变化特点,合理安排和调整运动量;运用机能监控多指标综合纵向研究,对运动员个体进行纵向结果比较,可以从不同角度来反映运动员机能状态和承受运动负荷的能力,从而科学地指导训练计划的制定,使其遵循机体机能的周期规律。

关键词: 月经周期;生理生化指标;女子手球运动员

中图分类号: G804.49

文献标识码: A

文章编号: 1006-1207(2008)02-0069-04

Monitoring Training Load of Women Handball Players According to Their Menstrual Cycles and Physiological and Biochemical Indexes

QIU Jun¹, CHEN Wen-he²

(Shanghai Institute of Sports Science, Shanghai 200030, China)

Abstract: This study aims to monitor the training load according to female athletes' menstrual cycles and the physiological and biochemical indexes. In the course of monitoring fatigue and recovery during short training period, the reference system containing the personal indexes of CK, BU, RBC, WBC, Hb, Hct, the data of serum immunoglobulin in adjusting and intensive training weeks, total average value, personal maximum mean value and personal minimum mean value was established. Serum testosterone and cortisol were tested in the morning during the adjusting and intensive training periods so as to obtain the athletes' quiet value and the mean value under intensive load. At the same time, through basal temperature monitoring for 3 months, the different stages of the athletes' menstrual cycles were determined. In the monitoring process, the athletes' maximum value and minimum value of CK and BU in adjusting and intensive training weeks were obtained. It is discovered that the intensive training may result in significant decrease of RBC, Hb and Hct. WBC, IgG, IgA may reduce to some extent, while serum testosterone decreases obviously. Therefore, attention should be paid to female athletes' periodic changes of physical fitness. Different functional monitoring indices should be applied for longitudinal study of the athletes so as to reflect athletes' physical status and ability for intensive training from the different angles. Scientific training program should be worked out in order to follow the law of functional cycles.

Key words: menstrual cycle; physiological and biochemical indices; women handball players

女运动员是个特殊的群体,由于自身身体结构、功能及心理诸方面的差异,在参与体育运动时与男性相比要付出更大的能力,在月经周期不同的时相中(卵泡期、排卵期、黄体期、经前期和月经期)运动能力的变化具有明显的个体差异性^[1]。女子手球运动是一项集激烈的对抗性,动作的衔接性和密切的配合性于一体的球类运动,在对抗中

有很多全力高速度、高爆发力的相持或冲撞阶段,时间可由几秒至几十秒不等。女子手球运动员在强对抗条件下完成动作的能力,要求具备良好的身体素质^[2]。对运动员身体素质状况进行科学分析和评价,取得有效的反馈信息是指定训练计划,进行科学训练的前提。本研究在训练科研监控过程中,选择能反映女子手球运动员机体机能的相关生理生

收稿日期: 2007-12-30

基金项目: 上海市体育局局管资助课题(04jt003)

第一作者简介: 邱俊(1971-),女,浙江人,助理研究员,在读博士,主要研究方向:运动医学。E-mail: qiujiun@hotmail.com, Tel: (021)64330794

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

化指标, 跟踪监测, 找出波动周期及该周期与训练量和强度安排的相关性。从而科学地指导训练计划的制定, 使其遵循机体机能的周期规律。

1 对象与方法

1.1 对象

女子手球队队员 12 人, 月经周期规律。其中运动员为国家运动健将 7 名, 一级运动员 5 名。专项训练年限 4~10 年; 平均年龄 20.3 ± 2.5 岁; 身高 176.8 ± 3.2 cm; 体重 67.8 ± 4.6 kg。

1.2 方法

1.2.1 测试指标和方法

血常规和血细胞计数: 使用美国 Beckman Coulter Ac T Diff 2 仪器, 一般每两周一次周一晨指尖采血; 肌酸激酶、血尿素: 使用德国 Reflotron Plus 全血生化分析仪, 每两周一次选取运动员模拟实战重点训练课训练后次晨静脉采血; 血睾酮和皮质醇: 使用 Beckman Coulter ACCESS 全自动微粒子化学发光免疫分析仪, 每月一次晨静脉采血; 体温测试: 每天清晨卧床时用体温计测试基础体温, 为期 3 个月。

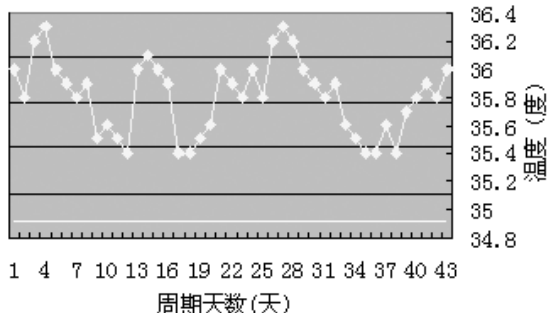


图1 女子手球运动员平均基础体温测试周期图

Figure 1 Women Handball Players' Basal Temperature Monitoring during Menstrual Cycles

1.2.2 生化指标周期性监控

自 2004 年 10 月至 2005 年 10 月经历了基础训练期、能力储备期和赛前训练期的训练监控, 在小周期的疲劳和恢复的监控过程中, 建立了运动员血清肌酸激酶 (CK)、尿素氮 (BU)、红细胞 (RBC)、白细胞 (WBC)、血色素 (Hb)、红细胞压积 (Hct) 和免疫球蛋白的调整周、强度周、总平均值、个人最高均值和个人最低均值参考系。选择大强度负荷期和调整期中清晨定期测试血清睾酮和皮质醇, 建立了运动员安静值和大强度负荷的均值。

表2 女子手球运动员调整周、强度周血色素、红细胞压积、红细胞和白细胞的最高均值和最低均值

Table II Women Handball Players' Maximum Mean Value and Minimum Mean Value of Hb, Hct, RBC and WBC in Adjusting and Intensive Training Weeks

	血色素 (g/L)	红细胞压积 %	红细胞 ($10^{12}/L$)	白细胞 ($10^9/L$)
训练周最高均值 ($X \pm SD$)	143 ± 3	0.41 ± 0.06	4.34 ± 0.23	6.98 ± 3.46
训练周最低均值 ($X \pm SD$)	118 ± 9	0.34 ± 0.04	3.98 ± 0.24	4.69 ± 2.38
调整周最高均值 ($X \pm SD$)	152 ± 5	0.44 ± 0.01	4.98 ± 0.31	7.11 ± 3.25
调整周最低均值 ($X \pm SD$)	132 ± 3	0.38 ± 0.02	4.26 ± 0.14	5.78 ± 3.44

1.3 数据处理

使用 SPSS11.0 统计软件包进行数据处理, 结果用平均数±标准差表示, 统计方法采用 Independent-Sample t 检验和 Pearson 相关, 并以 $P < 0.05$ 作为差异显著性水平。

2 结果

2.1 体温和月经周期

女子手球运动员基础体温测试平均为 $35.9^{\circ}C$, 波动范围在 $35.5 \sim 36.3^{\circ}C$ 之间, 波差为 $0.39^{\circ}C$, 在大强度大负荷量的训练后次日清晨基础体温有所升高。12 名受试对象中有 7 名有相似的月经周期, 这提示可以根据女性的周期来安排训练周期特别是针对性力量训练内容。

2.2 血清肌酸激酶 (CK) 和尿素氮 (BU)

调整周和负荷周的血清 CK 和 BU 平均值 (见表 1)。

表1 女子手球运动员调整周、强度周 CK 和 BU 最高均值和最低均值

Table I Women Handball Players' Maximum Mean Value and Minimum Mean Value of CK and BU in Adjusting and Intensive Training Weeks

	CK (U/L)	BU (mmol/L)
训练周最高均值 ($X \pm SD$)	223 ± 40	6.69 ± 1.13
训练周最低均值 ($X \pm SD$)	183 ± 92	6.30 ± 0.74
调整周最高均值 ($X \pm SD$)	147 ± 51	5.91 ± 0.91
调整周最低均值 ($X \pm SD$)	124 ± 47	5.22 ± 0.87

2.3 血常规和免疫指标

表 2 列出运动员在调整周、强度周红细胞 (RBC)、血色素 (Hb) 和红细胞压积 (Hct) 的最高均值和最低均值。通常大负荷训练可导致这 3 项指标下降, 大负荷训练后经过一定时间的调整又可升高。

在训练期大部分运动员免疫指标的变化处于正常范围; 有些运动员在高强度、大运动量训练期出现 WBC、IgG、IgA 水平明显下降, 反映出运动员非特异性免疫功能的下降 (见表 3)。本试验中 IgM 未发现任何异常, 也可认为 IgM 的恢复较 IgG 和 IgA 快, 由此得出, 参加长时间的强度训练后, 体液免疫水平会出现慢性抑制, 免疫抑制的程度与恢复率是与训练强度和训练的持续时间、训练量相互关系的。

2.4 血期睾酮和皮质醇

本研究通过监测, 得到女子手球队员的建立的运动员大强度负荷期和调整期的均值 (见表 4)。

表3 女子手球运动员调整周、强度周免疫球蛋白最高均值和最低均值($\bar{X} \pm SD$)Table III Women Handball Players' Maximum Mean Value and Minimum Mean Value of Serum Immunoglobulin in Adjusting and Intensive Training Weeks ($\bar{X} \pm SD$)

	IgG (mg/ml)	IgM (mg/ml)	IgA (mg/ml)
训练周最高均值	18.45 \pm 1.67	1.33 \pm 0.45	3.89 \pm 0.22
训练周最低均值	15.72 \pm 3.48	1.15 \pm 0.36	3.65 \pm 0.45
调整周最高均值	12.58 \pm 2.7	1.38 \pm 0.67	2.45 \pm 0.88
调整周最低均值	10.45 \pm 1.75	1.36 \pm 0.68	1.89 \pm 0.56

3 讨论

运动员体温与其月经周期中卵巢分泌的雌激素与孕激素对下丘脑体温调节中枢的反馈作用有关。在大强度大负荷量的训练后次日清晨基础体温有所升高。有研究认为不同训练水平的速滑运动员体温的变化有着较大的差别^[3],而本研究显示实验对象无显著性差异。12名受试对象中有7名有相似的月经周期,这提示可以根据女性的周期来安排训练周期特别是针对性力量训练内容。

有运动员反映她们在月经期后的成绩“最好”,而在行经之前的成绩“最差”,但是月经时相对成绩影响的早期研究结果是不一致的。有研究应用跑台和功率自行车试验测定 VO_{2max} 或次极限运动的吸氧量,测试青少年游泳运动员的能力发现,在行经后和行经期成绩最好,在行经前或在月经开始时最差;而在年纪比较大的游泳运动员中进行的类似测试则没有出现任何成绩上的差异^[4]。

研究发现有明显经前综合症的运动员,月经前期和行经期中创伤的发生率比较高。其他研究人员证实,雌激素和黄体酮的受体位于膝关节滑膜内层的滑膜细胞、前交叉韧带基质成纤维细胞以及男女韧带血管壁的细胞上^[5]。因此,在黄体期前交叉韧带比较松弛是有其潜在原因的。这也可能为女子手球运动员前交叉韧带损伤率比同水平的男运动员高的一个原因。有研究认为黄体期机体的有氧能力较强^[6],本研究根据大多数运动员的周期特点建议避免在黄体期中一周左右予以大负荷训练,特别是力量训练中的负重下蹲,适当增加技术训练和有氧能力训练,余个别月经周期不同的运动员予以分别对待。

运动训练的一个重要目的就是要促进肌肉体积和力量的增长,要达到这一目标,就必须给运动员安排足够的运动强度和运动量,才能造成肌肉微细结构发生适应性改变,同时,又要保证肌肉的这一变化在训练后得到及时的恢复。血尿素(BU)、肌酸激酶(CK)等指标,都可从不同的角度反映肌肉蛋白质的分解与合成代谢状况、大强度训练后骨骼肌细胞的损伤及恢复状况。调整周和负荷周的血清CK和BU平均值,可作为运动员整体恢复状况的参照,如果调整后周周一的测试平均值高于此平均值,说明调整的效果不佳,运动员总体恢复不理想;反之运动员总体恢复良好。负荷(上强度和上量)周的血清CK和BU平均值,可作为运动员训练负荷的参照,如果负荷周后周一的测试平均值高于此平均值,说明训练负荷在原来的基础上有突破,反之,训练负荷不够。这种监控手段可为即将开始的一周训练负荷的安排提供依据。

监测得到运动员在调整周、强度周红细胞(RBC)、血

表4 女子手球运动员大强度负荷期和调整期血清睾酮和皮质醇最高均值和最低均值

Table IV Women Handball Players' Maximum Mean Value and Minimum Mean Value of Serum Testosterone and Cortisol in Adjusting and Intensive Training Weeks

	FT (ng/dl)	C (nmol/L)
强度负荷期最高均值($\bar{X} \pm SD$)	73.53 \pm 17.23	17.46 \pm 4.78
强度负荷期最低均值($\bar{X} \pm SD$)	60.72 \pm 13.48	15.63 \pm 2.63
调整期最高均值($\bar{X} \pm SD$)	85.69 \pm 21.58	14.53 \pm 3.45
调整期最低均值($\bar{X} \pm SD$)	75.56 \pm 18.67	13.29 \pm 1.29

色素(Hb)和红细胞压积(Hct)的最高均值和最低均值。通常大负荷训练可导致这三项指标下降,大负荷训练后经过一定时间的调整又可升高。因此,也可以把各项指标的最低值、平均值和最高值作为3个参照点,通过实际测试值与这三个参照点的对比,判断训练后的疲劳和恢复情况。在整个训练阶段中,CK、BU和Hb没有明显的相关性,说明这几个指标是从不同角度来反映运动员机体对运动负荷的适应情况的,CK对运动强度反映较为敏感,BU对运动负荷量反映较好,对运动员机能状态进行评定时,需要将多种指标综合起来,并结合教练员训练计划一起考虑,才能对教练员的训练手段是否达到预期目的进行及时反馈。

在训练期大部分运动员免疫指标的变化处于正常范围;有些运动员在高强度、大运动量训练期出现WBC、IgG、IgA水平明显下降,反映出运动员非特异性免疫功能的下降。封文平等研究我国女子游泳运动员的IgG、IgA和IgM测值的共同特点是与集训初期相比,集训中期降低,到集训末期又增高。其中,IgM在集训末期回升到了集训初期测值水平,而IgG、IgA在集训末期都低于集训初期的测值^[6]。本试验中IgM未发现任何异常,也可认为IgM的恢复较IgG和IgA快,由此得出,参加长时间的强度训练后,体液免疫水平会出现慢性抑制,免疫抑制的程度与恢复率是与训练强度和训练的持续时间、训练量相互关系的。

血睾酮(T)、皮质醇(C)反映下丘脑-垂体-性腺和肾上腺轴的功能,同时也反映机体合成与分解代谢的平衡状况。这些指标正常与否与运动员能否承受大强度训练、训练是否能达到预期效果和运动后疲劳能否及时消除密切相关。选择大强度负荷期中清晨定期测试血清睾酮和皮质醇,血清睾酮水平对运动负荷量的反应较敏感,持续运动的时间越长,运动负荷量越大,血清睾酮下降越明显^[7]。

本研究根据女子手球队员的建立的运动员安静值和大强度负荷的均值,如果血清睾酮低于安静值而高于大强度负荷的均值和皮质醇高于安静值而低于大强度负荷的均值,结合血常规指标和肌酸激酶及尿素氮指标综合评价有轻度疲劳,则安排进行2~3天小负荷调整性训练再恢复大强度负荷训练;如血清睾酮低于大强度负荷的均值和皮质醇高于大强度负荷的均值,结合血常规指标和肌酸激酶及尿素氮指标综合评价有轻度疲劳,则安排3~5天的小负荷调整性训练以促恢复。待跟随的血常规指标和肌酸激酶及尿素氮指标都恢复到较理想水平时再恢复大强度负荷训练。

有学者把血清睾酮与皮质醇比值(FT/C)作为耐力运动员机能评定的敏感指标,当比值超过30%或小于 0.35×10^{-3} ,



则可诊断为过度疲劳^[8]。但我们在一年多的跟踪观察中没有发现这个指标达到非正常值,这也有可能是专项不同而存在的个体差异性。以往在女子手球运动训练中,教练为了取得最好成绩,通常都采用大强度、大运动量训练^[9],易于使运动员处于过度紧张状态,常常影响到女运动员激素自身的分泌节律以及动态平衡,一系列生化测试指标呈现下降,进而导致体能下降、运动能力降低或产生疲劳^[10]。

本研究在监控女子手球运动员周期性基础体温变化从而了解个体月经周期的不同时相基础上,提出建议对于月经周期规律的运动员,训练中应充分注意到女运动员体能的周期性变化特点,合理安排和调整运动量,避免在黄体期中一周左右予以大强度训练,特别是力量训练的负重下蹲,适当增加技术训练和有氧能力训练,从而提高训练效果,并对预防过度训练的发生有积极意义。

4 小结

通过本研究应用于科学训练监控后认为使用Hb、CK、BU、T、C、免疫指标等生化指标综合纵向研究,可以从不同角度来反映运动员机能状态和承受运动负荷的能力,但是指标值高低并不是完全与运动员机能状态成正比,可能有一定的滞后性,由于运动员个体差异较大,所以在应用生化指标时,必须通过训练实践,结合运动员个人特点,对运动员个体进行纵向结果比较,根据运动员的个人特点摸索一个相应的参考值;同时在对不同的训练手段和方法进行监控时,采用最能反应运动量和强度的指标才能为教练员提供有效、可靠的参考意见。

参考文献:

- [1] Birch, K. M. & Reilly, T. (1997). The effects of eumenorrheic menstrual cycle phase on physiological responses to a repeated lifting task. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22, 148-160
- [2] 史伟虹, 崔万福. 速滑运动员不同负荷强度时体温变化的特点[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2000, 16(1): 107-110
- [3] Barbara L. Drinkwater etc. 女子与体育运动[M]. 北京: 人民体育出版社, 2003. 38
- [4] Moller Nielson, J. & Hammar, M. (1989). Women's soccer injuries in relation to the menstrual cycle and oral contraceptive use. *Medicine and Science*, 21, 126-129
- [5] Arendt, E. & Dick, R. (1995). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature, *American Journal of Sports medicine*, 23, 694-701
- [6] 封文平, 洪平, 冯连世, 等. 国家优秀游泳运动员赛前训练的生化特点及机能评定[J]. 体育科学, 2004, 24(7): 19-21
- [7] 谢敏豪等. 血睾酮和运动[J]. 体育科学, 1999, 19(2): 80-83
- [8] 冯连世, 冯美云, 冯炜权. 优秀运动员身体机能评定方法[M]. 北京: 人民体育出版社, 2003, 516
- [9] 邱俊, 陈文鹤, 陈佩杰. 女子手球运动员无氧能力的监控和评定[J]. 中国体育科技, 2006, 42(4): 51-54

(责任编辑: 何聪)

(上接第68页)

4 结论

4.1 为在自由泳短距离项目比赛中合理运用战术的划频、划幅, 及在比赛时保持划频和划幅均匀性, 需通过加强速度耐力训练, 提高后程快速划频的能力; 50m 项目适当降低前程划频, 推迟力竭出现的时间, 提高后程划频。

4.2 自由泳手腿配合节奏合理。在手臂入水、抱水2个阶段技术动作, 增加屈手腕技术的运用, 将有利于其竞技综合能力的提高和发挥起到促进作用。

4.3 朱颖文本人的历史最好成绩不能说明比赛全程的体力分配是最合理的, 通过战术、体力分配训练, 必将促进竞技水平的提高。

参考文献:

- [1] Ernest W. Maglischo. SWIMMING FASTEST[M]. ベースボール? マガジン社. 2005, 12:800
- [2] 野口智博. スピートの出やすいブル. ベースボール[J]. マガジン社. 2005, 9:59-63
- [3] Bill Sweetenham, John Atkinson. CHAMPIONSHIP SWIM TRAINING[M]. Human Kinetics 2003
- [4] 野村武男. スイミング. イブニング. ファスタ[J]. ベースボール. マガジン社. 1999, 6
- [5] 河合正治. トップスイマに学ぶ. ベースボール[J]. マガジン社. 1996, 1-12

(责任编辑: 何聪)