

►研究成果

## 少年女子柔道运动员一周大运动量训练期间的机能变化

朱海燕<sup>1</sup>, 魏 勇<sup>2</sup>, 堵文波<sup>1</sup>, 陈佩杰<sup>2</sup>, 董 岚<sup>2</sup>

(1. 常州市体育医疗科学研究所, 江苏 常州 213022; 2. 上海体育学院 运动人体科学系, 上海 200438)

**摘 要:**了解一周大运动量训练对少年女子柔道运动员机体代谢和内分泌免疫机能的影响。对少年女子柔道运动员进行 1 周的大运动量训练,在不同时段测试血清 CK、LDH、BUN、T、C 和免疫球蛋白等指标。结论为大运动量训练后睾酮、皮质醇、BUN、CK、LDH 和白细胞的变化呈现不同变化规律,可以较敏感地反映少年女子柔道运动员训练期的机能状况。

**关键词:**柔道;少年;免疫球蛋白;肌酸激酶;乳酸脱氢酶;睾酮;尿素氮

**中图分类号:**G853 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-0560(2004)05-0632-03

### Functional Changes of Female Juvenile Judo Athletes during One Week High Load Training

ZHU Hai-yan<sup>1</sup>, WEI Yong<sup>2</sup>, DU Wen-bo<sup>1</sup>, CHEN Pei-jie<sup>2</sup>, DONG Lan<sup>2</sup>

(1. Changzhou Research Institute of Sports Medicine and Sports Science, Changzhou 213022, Jiangsu, China;  
2. Dept. of Human and Sports Science, Shanghai Institute of Physical Education, Shanghai 200438, China)

**Abstract:** To know the changes of metabolism, endocrine and immunity of female juvenile judo athletes during 1 week high load training, juvenile female judo athletes were conducted for 1 week high load training. During different periods of the training, the indexes of CK, LDH, BUN, T, C and Ig were tested. After training, the changes of CK, LDH, BUN, T, C and Ig showed different regulations. The results suggested that these indexes more sensitively reflected the function situations of juvenile female judo athletes during training period.

**Key words:** judo; juvenile; immunoglobulin; creatin kinase (CK); laktat-dehydrogenase (LDH); testosterone (T); blood urea nitrogen (BUN)

本研究以少年女子柔道运动员为对象,观察和分析了一周大运动量训练对其部分血液指标的影响,试图探索运动训练对少年柔道运动员机能影响的规律,为我国少年柔道运动员的科学训练提供理论依据。

#### 1 研究对象与方法

##### 1.1 研究对象

江苏省某市体育运动学校一线少年女子柔道运动员 8 人。研究对象均经病史询问和临床身体检查,证实无内分泌系统、心血管系统等相关疾病,心理状态良好。研究对象的一般情况见表 1。

表 1 研究对象的基本情况 (n=8)

年龄(岁)	身高(m)	体重(kg)	体脂率(%)	训练年限(年)
14.50 ± 0.53	1.63 ± 0.07	54.98 ± 8.89	21.09 ± 3.03	1.25 ± 0.27

##### 1.2 训练计划的安排

为期一周的大运动量训练,第 1、2、4、5 天为训练日,第 3、6 天为调整日(恢复性训练),第 7 天休息。训练日主要进行力量速度训练与力量耐力训练。训练内容包括准备活动、2 000 m 跑、腿部灵活性训练、基本功训练、身体素质训练和放松运动等。在体能训练单元的负荷心率达 180 次/分左右,技

能训练单元的负荷心率达 170 次/分左右。

##### 1.3 测试方法

1.3.1 测试时间 一周训练前取第一次血样,测得大负荷训练期前的数据;训练期的第 1、2、4、5 天训练后即刻以及第 6 天训练后 24 小时分别取血样,测得大负荷训练期间和恢复后的数据。

1.3.2 样本采集 无菌条件下取肘静脉血,即刻用少量全血进行全血细胞检测,其余血样离心取血清后待测相关指标。

1.3.3 测试指标 所有血液学指标包括:血液生化指标:CK、BUN、LDH。免疫学指标:IgA、IgG、IgM、WBC。内分泌学指标:皮质醇(C)、睾酮(T)和 T/C。

1.3.4 测试仪器及试剂 WBC 计数使用的是日本产 F-820 型全血细胞分析仪,试剂由华鑫科技有限公司提供。CK、BUN、LDH 使用 XD811 型(V3.10)半自动生化分析仪测定,试剂均由柏定生物工程(北京)有限公司提供。C 和 T 使用美国产 Rayto2100C 型酶标仪测定,试剂盒由天津市天硕生物制品有限公司提供。

##### 1.4 数据处理和统计

全部数据均以均数 ± 标准差 (X ± SD) 表示,以 SPSS 10.0 统计软件包进行统计处理。显著性水平为 P < 0.05,非常显

收稿日期:2004-09-02; 修回日期:2004-09-29

作者简介:朱海燕(1971-),女,讲师,硕士,主要研究方向为运动人体科学。

著性水平为  $P < 0.01$ 。

## 2 研究结果

### 2.1 一周大运动量训练对 BUN、CK 和 LDH 的影响

由表 2 可以看出, BUN 随着训练时间延长而增高 ( $P <$

0.01), 调整后的第 4 天有所降低, 但与训练前比仍存在显著差异 ( $P < 0.05$ ), 第 5 天继续增加 ( $P < 0.01$ ), 第 6 天训练后恢复 24 小时又降低 (与训练前比,  $P > 0.05$ )。CK 和 LDH 也显示相似的规律。

表 2 一周大运动量训练对女运动员 BUN、CK 和 LDH 的影响

指标	训练前	第 1 天训练 后即刻	第 2 天训练 后即刻	第 4 天训练 后即刻	第 5 天训练 后即刻	第 6 天训练 后 24 小时
BUN	4.41 ± 0.90	6.46 ± 1.35 **	6.80 ± 1.24 **	5.83 ± 1.09 *	6.45 ± 1.12 **	4.68 ± 0.70
CK	250.75 ± 107.37	588.75 ± 253.72 **	638.25 ± 213.98 **	513.13 ± 176.45 **	481.38 ± 131.97 *	311.38 ± 89.44
LDH	167.00 ± 18.32	255.50 ± 51.10 **	309.63 ± 50.17 **	287.38 ± 127.56 **	267.50 ± 40.34 **	216.50 ± 32.58

注:与训练前比较,\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , 下表同此。

### 2.2 一周大运动量训练对 IgA、IgG、IgM 和 WBC 的影响

与机体免疫状态相关的免疫球蛋白和白细胞数量的改变见表 3。

### 2.3 一周大运动量训练对 T、C 和 T/C 的影响

T、C 和 T/C 的改变见表 4。

表 3 一周大运动量训练对女运动员 IgA、IgG、IgM 和 WBC 的影响

指标	训练前	第 1 天训练 后即刻	第 2 天训练 后即刻	第 3 天训练 后即刻	第 4 天训练 后即刻	第 6 天训练 后 24 小时
IgG	9.06 ± 1.36	8.82 ± 1.77	10.99 ± 2.20 *	9.32 ± 1.14	9.93 ± 1.45	8.97 ± 1.41
IgM	0.74 ± 0.14	0.78 ± 0.12	0.92 ± 0.16 *	0.78 ± 0.12	0.84 ± 0.23	0.68 ± 0.11
IgA	1.57 ± 0.31	1.56 ± 0.26	1.93 ± 0.45 *	1.12 ± 0.19 **	1.19 ± 0.21 **	1.22 ± 0.17 *
WBC	5.89 ± 1.72	7.28 ± 0.99 *	7.69 ± 1.39 **	6.49 ± 0.68	7.38 ± 1.27 *	6.16 ± 0.94

表 4 一周大运动量训练对女运动员 T、C 和 T/C 的影响

指标	训练前	第 1 天训练 后即刻	第 2 天训练 后即刻	第 3 天训练 后即刻	第 4 天训练 后即刻	第 6 天训练 后 24 小时
T	0.56 ± 0.24	0.65 ± 0.28	1.19 ± 0.80 **	0.93 ± 0.31	1.04 ± 0.56 *	0.78 ± 0.28
C	10.39 ± 3.04	6.25 ± 2.11	19.33 ± 6.67 **	9.77 ± 2.59	7.71 ± 4.33	9.37 ± 4.83
T/C	0.05 ± 0.02	0.12 ± 0.09	0.09 ± 0.13 *	0.10 ± 0.05	0.19 ± 0.21	0.10 ± 0.05

## 3 分析与讨论

### 3.1 一周大运动量训练对血液生化指标的影响

教科书上已有普通人群血液中尿素氮、肌酸激酶和乳酸脱氢酶的临床检验学正常参考值<sup>[1]</sup>。但运动员上述指标的变化与普通人群不完全相同。已有一些文献报道某些生化指标在某个运动项目中的变化<sup>[2,3]</sup>,但有关青少年运动员 BUN、CK、LDH 变化的研究甚少。而这些指标的变化与恢复对了解青少年运动员机能和营养状态,以及教练员为运动员制定和调整训练计划,并对营养品的使用进行指导具有重要意义。

尿素氮是蛋白质、氨基酸代谢的最终产物,通过测定血液中尿素氮的含量可以了解运动员对运动负荷应激和身体机能适应状况。身体对负荷的适应性越低,运动所致生成的尿素氮就越多。有人认为,运动后即刻血尿素氮值升至 8.35mmol/l 以上,可认为运动量过大<sup>[4]</sup>。本研究 BUN 结果显示,随着运动时间的延长,BUN 逐渐增加,表明蛋白质代谢加强。经过第 3 天的调整训练,BUN 明显下降;一旦增加训练量,随即增高;训练停止,BUN 随即恢复。这是由于运动时间长,糖原消耗加剧,导致能量供应失去平衡,蛋白质分解增加,导致 BUN 上升;反之,运动停止,能量供应平衡,蛋白质分解减少,BUN 降低。针对少年柔道运动员而言,BUN 指标对

训练负荷的反应比较敏感,可以较好地反映运动员对运动负荷的适应状况。

CK、LDH 是骨骼肌细胞能量代谢的重要酶。正常情况下,细胞膜的完整性和功能正常保护了 CK、LDH 极少透过细胞膜,故血清的 CK、LDH 浓度较低。运动后血清 CK、LDH 浓度升高,原因在于运动时骨骼肌局部缺氧,代谢产物堆积,自由基增多,细胞膜受损和通透性增加,肌细胞内的 CK、LDH 透过细胞膜进入血循环增多<sup>[5]</sup>。负荷强度越大,影响越明显。本研究显示,CK 和 LDH 的变化趋势与 BUN 相似,只是部分点变化幅度有所不同而已。在第 5 天测试的 CK 和 LDH 均比第 2 天的测试结果低,说明运动员已适应此种训练负荷,其意义如何有待进一步研究。

### 3.2 一周大运动量训练对机体免疫功能的影响

白细胞是一种含有多种免疫功能活性的细胞,它能保护机体免受病原微生物的侵害,是机体实施免疫功能的重要组成部分。常作为观察运动员免疫功能的有效指标<sup>[6]</sup>。一般认为,安静时运动员的白细胞计数和分类与临床的正常值是一致的,但也有研究表明,安静时耐力运动员的白细胞和淋巴细胞计数低于临床正常值<sup>[7]</sup>。结果表明,少年柔道运动员安静值在正常范围内。与其他应激形式一样,运动同样可以使白细

胞出现一过性增高<sup>[6]</sup>。本研究证实了这一点。二天运动后白细胞明显升高,经过调整有所降低,但在第 5 天时仍明显高于安静值。经过 24 小时恢复,立即恢复到安静状态,提示该组运动员很快适应了一周的大运动量训练。

免疫球蛋白是人体主要的体液免疫物质成分,它的增高、降低与运动员身体疲劳、疾病和营养状况都有一定关系。在运动实践中常使用 IgG、IgM 和 IgA 的含量变化来评价运动员机能状态<sup>[6]</sup>。本研究结果显示,一周大运动量训练并没有明显改变免疫球蛋白的含量。但相对于运动训练的变化基本都表现为双峰样改变,说明免疫球蛋白(尤其是 IgG 和 IgM)与运动应激密切相关,运动训练可以刺激免疫球蛋白的升高。本研究的运动员没有出现过度训练状态,因而提示该种运动方案适合于少年运动员,可以促进少年运动员免疫机能的提高。

### 3.3 一周大运动量训练对内分泌学指标的影响

睾酮是人体内主要的同化激素之一,可以促进核酸与蛋白质合成,促进肌纤维和骨生长,有助于加速体内合成代谢,可以促进肌力的提高。因此,训练期血清睾酮升高有助于恢复过程加速和机能的提高。本研究显示,运动员整个训练期睾酮水平较高,其中第 2 天和第 5 天,即连续运动后血睾酮水平与安静时比较明显升高,说明机体需要合成蛋白质来适应训练的需要。

皮质醇可使身体在激烈的运动应激时,加速分解代谢以适应运动的需要,但在运动恢复期中尽快下降至原基础水平,以避免机体内过多的消耗。本研究显示,运动员只在第 2 天训练后显示高皮质醇水平,而调整后的第 7 天未见明显升高,

说明刚开始连续两天大运动量训练对运动员应激较大,需要大量分解蛋白质来满足运动的需要,随着训练的继续和调整,机体已经逐渐适应了该训练负荷。一般认为,睾酮/皮质醇比值是衡量体内合成代谢与分解间平衡和身体机能状况的指标<sup>[8]</sup>。因此,通过 T/C 比值的变化,可以判断机体合成和分解状况,进而调整训练计划。本研究结果也提示,一天的训练和适当的调整可以促进合成代谢,而连续大运动量的运动应激使机体分解代谢加强,从而提示对于少年运动员而言,在安排训练计划时尽量避免连续大运动量运动。为了提高柔道运动员肌肉的爆发力和耐力,可以安排间歇大运动量训练,这样既可提高运动水平,又可避免机体分解过度而影响生长发育。

### 参考文献:

- [1] 朱忠勇主编. 实用医学检验学[M]. 北京:人民卫生出版社,1994:1073-1081.
- [2] 邓云龙,袁建琴. 血尿素指标在铁人 3 项训练中的应用[J]. 中国运动医学杂志,2001,20(2):206.
- [3] 关焕园,罗兴华. 女子柔道运动员大运动量训练日某些生理生化指标变化特点[J]. 中国运动医学杂志,1999,18(1):71.
- [4] 瞿祥虎. 血尿素及其在运动员机能评定中的作用[J]. 武汉体育学院学报,1996(3):67.
- [5] 许豪文. 肌酸激酶和运动员的机能评定[J]. 中国运动医学杂志,1987,6(3):164.
- [6] 冯连世,李开刚主编. 运动员机能评定常用生理生化指标测试方法及应用[M]. 北京:人民体育出版社,2002.
- [7] 廉景丽,矫 玮. 赛前集训期对优秀散手运动员某些免疫指标和身体机能的监测[J]. 中国运动医学杂志,2001,20(3):250-252.
- [8] 冯炜权. 运动生物化学原理[M]. 北京:北京体育大学出版社,1995:335-337.

责任编辑:郭长寿

(上接第 625 页)

矩也随之减小,出台瞬时获得纵轴动量矩的效应将有所减弱;出台后通过减小纵轴转动惯量加快纵轴转动角速度的效应则有所加强。可见在人体主观做出的台上转体动作效应基本相同的情况下,一方面,一臂上举另一臂侧举的手臂技术出台瞬时获得的纵轴动量矩将小于一臂上举另一臂贴于体侧手臂技术;另一方面,一臂上举另一臂侧举手臂技术通过减小转动惯量增加的纵轴转动角速度效应将大于一臂上举另一臂贴于体侧手臂技术。二者最终对“dF 动作”的完成产生的总体效应到底哪个更大尚需运动学指标显示。如果运动员以一臂上举另一臂侧举的手臂技术完成“bdF 类动作”时能够通过加大出台瞬时人体主观作用于跳台的扭转力矩来弥补一臂侧举造成的较之一臂贴于体侧手臂技术而言的弧形台滑行阶段贮备扭转力矩的损失,那么,显然一臂上举另一臂侧举手臂技术将显示出更为显著的技术效应。从人体解剖结构和生理反应的角度分析人体在右臂贴于体侧状态和右臂侧举状态主动进行向左转体的效应时可以推断,由于后者使产生扭转力矩的相关肌肉有了预先的拉长,其扭转效应在理论和实践上都要较前者为大,这也说明运动员能够通过一定量的加大出台瞬时人

体主观作用于跳台的扭转力矩来弥补一臂侧举造成的较之一臂贴于体侧手臂技术而言的弧形台滑行阶段贮备的扭转力矩损失。理论上可以相信,一臂上举另一臂侧举应该是“bdF 类动作”起跳过程中更为先进的手臂技术。

### 5 小结

目前“bdF 类动作”起跳过程中的一臂上举另一臂贴于体侧的手臂技术是较“bdF 类动作”起跳瞬时两臂呈上举状先进、合理的手臂技术,而本文设计的一臂上举另一臂侧举的手臂技术则是理论上“bdF 类动作”起跳过程中更为先进、合理的手臂技术。建议教练员、运动员在“bdF 类动作”起跳过程中采用一臂上举另一臂贴于体侧手臂技术的基础上尝试练习一臂上举另一臂侧举的手臂技术,并希望这种尝试能够对运动员提高“bdF 类动作”的训练水平起到积极作用。

### 参考文献:

- [1] 郝庆威. 季晓鸥自由式滑雪空中技巧 bLFF 水池动作的运动学研究[J]. 沈阳体育学院学报,2003(4):18-33.
- [2] 程国庆,等. 运动生物力学[M]. 北京:高等教育出版社,1988.

责任编辑:郭长寿