

·运动人体科学·

广东省健将级游泳运动员冬夏训生理生化指标的干预

盛佳洁¹, 任绮¹, 王友准²

(1.华南师范大学 体育科学学院, 广东 广州 510006; 2.广东省实验中学, 广东 广州 510375)

摘要: 为对探索监控运动员的身体机能指标体系以及辅助干预方法, 以期提高科学化训练水平。对参加夏训和冬训的18名健将级运动员进行若干生理生化指标评价分析, 辅以高原训练、营养干预、水下动作影像系统干预等方式, 探索采用科技服务的方法和手段提高训练效果。结果发现, 运动员的理化指标在冬训期间总体水平波动较大, 夏训和冬训中从下降至慢慢回升, 随着训练量增加出现下降, 调整后又呈现回升的波动情况。经过一段时间的调整后, 男女运动员的各项理化指标在赛前达到一个比较理想的状态。经过夏训、冬训和多种干预方法, 其中5名运动员在2016年全国冠军赛暨里约奥运选拔赛中取得良好的成绩。结果说明: 采用多样性的血液指标监测, 辅以多元化干预手段, 可以有效促进运动员的身体机能状态。

关键词: 生理生化指标; 游泳; 训练监控; 健将级运动员; 广东

中图分类号: G804.2; G861.1 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2017)01-0133-05

Intervention of physiological and biochemical indexes of blood of the master level swimmers of Guangdong during summer and winter training

SHENG Jia-jie¹, REN Qi¹, WANG You-zhun²

(1.School of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510006, China;

2.Guangdong Experimental High School, Guangzhou 510375, China)

Abstract: In order to probe into and monitor the swimmer physical function level index system and auxiliary intervention methods, and hopefully to improve scientific training performance, the authors carried out an evaluation and analysis based on several physiological and biochemical indexes on 18 master level swimmers participating in summer and winter training, which was assisted by such means as altitude training, nutrition intervention and underwater image system intervention etc, and actively probed into improving training effect by using scientific service methods and means. The authors revealed the following findings: the overall levels of physiological and biochemical indexes of the swimmers fluctuated significantly, from decreasing to slowly increasing, decreasing with the increase of training volume, then increasing after adjustment, during summer and winter training. After a period of time of adjustment, various physiological and biochemical indexes of the male and female swimmers reached a relatively ideal state before competition. After the summer and winter training periods and multiple intervention methods, 5 of the swimmers achieved good results in National Championship Games and Rio Olympic Games Qualification 2016. The said findings indicate that using diversified blood index monitoring, assisted by multiple intervention means, can effectively improve the physical function conditions of the swimmers.

Key words: physiological and biochemical indexes; swimming; training monitoring; master level athlete; Guangdong

收稿日期: 2016-02-26

基金项目: 广东省体育局2014年科研项目“我国优秀游泳运动员技术关键点体能训练解剖学研究”(GDSS2014158); 广东省体育局2014年科研项目“广东省优秀游泳运动员技术监测及改进方法的研究”(GDSS2014159)。

作者简介: 盛佳洁(1985-), 女, 讲师, 硕士, 研究方向: 运动训练学。E-mail: 51686349@qq.com 通讯作者: 任绮副教授

在奥运会项目设置中, 竞技游泳项目是仅次于田径的第 2 大竞技项目。近年来, 竞技游泳的多项世界纪录被不断刷新, 游泳运动呈现前所未有的发展态势, 其中一个重要原因是游泳生理生化训练监控和运动技术改进等多种科学训练手段的发展^[1]。在广东省体育局大力提倡科研为先导的前提下, 我们以课题研究为依托, 旨在结合多手段方式干预建立科研促训模式, 探索监控运动员身体机能水平的指标体系以及辅助干预方法, 以期为提高该项目的科学化训练程度提供科技支持。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

广东省游泳队备战第 13 届全国运动会健将级运动员 18 名, 其中男 9 名(年龄 (20 ± 2) 岁), 女 9 名(年龄 (19 ± 3) 岁), 由于游泳项目运动员均具有较强的兼项能力, 所以运动员可兼不同短、长距离的蝶、仰、蛙、自游泳项目。

1.2 研究方法

1) 指标检测。

(1) 检测安排。

训练计划安排主要分为冬季训练和夏季训练, 连续 3 个集训周期采血监测 18 名运动员的生理生化指标, 每节训练课时间为 2 h 以上大运动量、低强度的训练, 每月 1 次固定在早晨 07:30 接受取静脉血。日常维持训练量和训练强度, 并依据运动员生理生化指标的大周期变化规律不断调整提高; 逢大型比赛阶段(4—6 月各类赛事)前后的运动量, 训练大强度刺激后进行调整, 恢复期训练以调整恢复为主。

(2) 训练监控生化指标体系。

血红蛋白(HB)、肌酸激酶(CK)、尿素氮(BU)、睾酮(T)、皮质醇(C)、睾酮与皮质醇比值(T/C)、白细胞(WBC)、红细胞(RBC)、红细胞比容(HCT)。所有检测方法按照

试剂盒说明严格操作。

2) 综合干预方法。

在夏训和冬训期间, 根据生理生化指标测试结果, 采用科研所配置的中药制剂及膳食营养干预, 并利用水下摄像仪辅助训练过程中教练对运动员实施的游泳技术关键技术弱点改进。

1.3 数据处理

根据数理统计学方法处理全部数据, 采用统计软件 SPSS17.0 进行数据处理, 结果用平均数 \pm 标准差表示。

2 结果与分析

2.1 生理生化指标测试结果

(1) 从表 1 可见, 男运动员的血红蛋白、血尿素等经典代谢指标变化规律为冬训初期血红蛋白出现突然下降、血尿素突然升高, 范围不大, 持续时间为 1 周至 2 周。血红蛋白是红细胞的主要成分, 也称血色素, 占红细胞干质量的 95% 左右, 其主要功能是作为红细胞运输氧气和部分二氧化碳的载体, 又有维持体液酸碱平衡的作用, 故能直接影响体内物质能量代谢, 从而影响人体的身体机能及运动能力。小负荷和中等负荷运动量一般不会引起游泳运动员体内血红蛋白的下降, 但大负荷运动量训练可引起血红蛋白下降。大运动量训练早期会导致机体加速红细胞的破坏, 这是一种适应性反应, 经过一个阶段的训练后, 当身体对运动量适应时, 血红蛋白又会回升, 这主要是机能好转, 运动能力提高的表现。在集训中期男运动员的血红蛋白波动幅度较大, 在赛期后的调整阶段, 血红蛋白能维持在较高水平而且相对稳定; 血尿素根据比赛疲劳积累和恢复不断变化, 变化趋势平稳。在强度训练后调整阶段, 经过 1 周调整血红蛋白达到年度最高值、血尿素水平恢复正常范围内较低水平。经过一段时间的调整期后, 男健将的血红蛋白、血尿素恢复正常水平。

表 1 男运动员训练监控生理生化指标测试结果 ($\bar{x} \pm s$)

训练阶段	年-月	$\rho(\text{HB})/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	CK 活性/ $(\text{U} \cdot \text{L}^{-1})$	$c(\text{BU})/(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{T})/(\text{ng} \cdot \text{dL}^{-1})$
2014 年冬训后期	2015-01	137.62 \pm 4.89	238.50 \pm 85.32	4.93 \pm 0.90	591.83 \pm 252.82
	2015-02	151.60 \pm 8.20	193.12 \pm 68.95	4.82 \pm 0.68	565.20 \pm 204.39
	2015-03	158.00 \pm 8.85	280.57 \pm 122.25	5.21 \pm 1.49	558.65 \pm 173.54
2015 年夏训	2015-04	152.67 \pm 8.12	242.67 \pm 83.28	6.03 \pm 1.27	566.83 \pm 187.93
	2015-05	151.33 \pm 7.23	281.33 \pm 44.05	5.97 \pm 0.25	475.33 \pm 36.14
	2015-06	140.09 \pm 6.43	310.22 \pm 231.74	5.86 \pm 1.00	609.09 \pm 229.44
	2015-07	155.56 \pm 6.50	212.22 \pm 92.29	5.49 \pm 0.69	540.33 \pm 141.31
	2015-08	151.25 \pm 5.80	293.63 \pm 78.53	5.15 \pm 0.87	716.63 \pm 230.32
2015 年冬训	2015-09	152.75 \pm 12.37	211.00 \pm 48.91	6.35 \pm 0.64	601.88 \pm 169.08
	2015-10	152.00 \pm 7.63	302.00 \pm 215.45	5.58 \pm 1.20	560.75 \pm 203.65
	2015-11	154.56 \pm 5.28	237.20 \pm 84.79	6.76 \pm 1.02	483.97 \pm 107.23

(续表)

训练阶段	年-月	$\rho(C)/(\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1})$	$\rho(T)/\rho(C)$	$n(\text{WBC})\times 10^9/\text{L}$	$n(\text{RBC})\times 10^9/\text{L}$
2014 年冬训后期	2015-01	22.93±6.18	26.61±9.96	5.83±0.80	4.91±0.24
	2015-02	23.08±5.63	24.30±5.57	5.52±0.62	4.86±0.17
	2015-03	35.78±31.45	21.61±8.84	5.49±1.01	5.18±0.21
2015 年夏训	2015-04	18.77±2.12	29.92±7.48	5.55±0.84	5.22±0.13
	2015-05	19.47±0.85	24.49±2.76	5.53±0.71	5.00±0.20
	2015-06	49.80±24.21	14.35±6.20	5.75±0.96	5.09±0.24
	2015-07	22.22±3.79	25.07±7.59	5.98±0.89	5.34±0.24
	2015-08	25.51±6.49	29.10±9.44	6.05±1.62	5.15±0.14
2015 年冬训	2015-09	19.50±5.46	33.84±14.41	5.73±1.15	5.13±0.38
	2015-10	23.14±3.88	24.77±8.48	5.73±1.06	5.23±0.13
	2015-11	39.40±39.56	21.24±0.42	6.06±0.79	5.35±0.16

(2)从表 2 可见,女运动员的血红蛋白、尿素氮、肌酸激酶在 2015 年冬训期间总体水平波动较大,2015 年夏训和 2015 年冬训中从下降至慢慢回升,而且 2015 年夏训开始前在一个较高的水平,随着训练量增加出现下降,调整后又呈现回升这样的波动情况。根据女运动员血红蛋白含量,对运动员训练期间的训练水平、营养进行预先干预,发现血红蛋白指标出现下降趋势后,即刻采取训练量调整和营养干预措施,从而保证

了这些指标维持在较高水平。血尿素氮是肾功能主要指标之一,尿素氮的正常指标为 2.86~7.14 mmol/L,一旦超过该正常值即提示肾功能可能不正常,但单是尿素氮升高这一项不能说明肾功能不全,而提示可能会出现肾脏机能减退。在 2015 年冬训过度到夏训的过程中,女运动员的尿素氮略微升高,但仍处于正常值范围,在夏季赛后经过一段时间的调整期后,女运动员的血红蛋白、血尿素恢复正常水平。

表 2 女运动员训练监控生理生化指标测试结果($\bar{x} \pm s$)

训练阶段	年-月	$\rho(\text{HB})/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	CK 活性/ $(\text{U}\cdot\text{L}^{-1})$	$c(\text{BU})/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$
2014 年冬训后期	2015-01	130.92±7.24	120.60±42.87	4.32±0.24
	2015-02	131.40±9.32	110.40±60.92	4.16±0.62
	2015-03	138.10±14.39	95.56±27.43	4.23±1.01
2015 年夏训	2015-04	131.00±8.69	121.00±47.71	4.90±1.01
	2015-05	126.00±7.81	102.67±27.30	5.77±1.19
	2015-06	131.70±7.94	205.94±126.83	5.30±1.08
	2015-07	126.57±9.73	108.43±49.22	6.23±1.06
	2015-08	131.38±10.66	188.88±265.12	3.86±0.74
2015 年冬训	2015-09	138.67±32.35	145.00±79.05	5.37±0.58
	2015-10	128.67±5.98	245.00±382.04	4.59±1.22
	2015-11	130.50±12.15	126.80±73.64	5.34±0.78
训练阶段	年-月	$\rho(C)/(\mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1})$	$\rho(T)/\rho(C)$	$n(\text{WBC})\times 10^9/\text{L}$
2014 年冬训后期	2015-01	21.42±2.06	1.44±0.76	6.62±1.04
	2015-02	21.38±2.50	1.31±0.20	5.82±0.79
	2015-03	36.15±1.07	1.10±0.50	6.13±1.66
2015 年夏训	2015-04	19.80±3.79	1.52±0.42	5.10±0.81
	2015-05	18.03±5.46	1.70±0.67	6.57±0.55
	2015-06	50.69±2.22	0.95±0.71	5.94±0.88
	2015-07	17.20±2.78	1.69±0.91	6.06±0.73
	2015-08	24.55±3.89	1.30±0.41	6.44±0.38
2015 年冬训	2015-09	17.23±1.77	1.90±0.68	5.50±0.82
	2015-10	22.28±4.77	1.48±0.36	5.98±1.03
	2015-11	29.46±7.47	0.16±0.10	6.15±0.83

2.3 2016 年全国游泳冠军赛暨里约奥运会选拔赛比赛成绩

本课题科研的攻关对象含男女健将级运动员共 18 名全部报名参加 2016 年全国冠军赛暨里约奥运会

选拔赛。在该次比赛中,这些健将级运动员均参加多个单人项目或接力项目,为广东省游泳队夺得 3 金、4 银、4 铜共计 11 枚奖牌,而且其中有 5 名运动员(2 名男健将和 3 名女健将)达到奥运会 A 标,为广东省争取

到 5 个竞逐 2016 年里约奥运会游泳项目的参赛资格。

3 讨论

运动技术训练科学化是当前国内外游泳训练的重中之重。为全面提高游泳运动员的有氧能力和无氧能力,广东省游泳队采用多种科学训练手段并结合训练监控,把高精尖仪器、训练手段应用于竞技游泳运动训练实践,使得人们对流体与肢体动作之间相互作用的认识或规律总结可以做到精确性、实时性和有效性,以提高健将级运动员的体能和训练水平。在提高训练手段水平方面,广东游泳队采用了高原训练,其目的是让运动员在高原低氧的环境下接受运动和缺氧的双重刺激。在训练监控方面,广东游泳队利用了合理的生理生化指标体系对训练进行全面监控,实时监控训练效果并进行及时调整,使运动员达到体能和技术的最佳状态参赛。由于游进时人体会受到流体摩擦、波浪的各种阻力,加上水具有流动性的特点使人游进时没有固定支撑,所以游泳是一项技术性很强的运动项目^[2-3]。在技术改进方面,广东游泳队把优化技术与提高体能相结合,实时拍摄运动员的水上、水下技术录像,对运动员的技术动作进行技术诊断,建立运动员的技术图像库,从技术角度以及结合生理解剖特点找出阻碍技术发展的症结,注重提高动作技术效果,通过改良游泳技术来获取速度并节省体力。

在整个研究期间血红蛋白表现为,2014 年冬训期间总体水平最低,2015 年夏训和 2015 年冬训中慢慢回升,2015 年夏训在一个较高的水平波动。在指标出现下降前,科医已经采取了营养干预措施,从而保证了血红蛋白的较高水平。2015 年夏训中血红蛋白出现波动,这是因为有全国冠军赛、全国锦标赛比赛任务的夏训里,队员的训练任务格外重,身体负担增加所致。在高原训练期间,队员的生理生化指标产生适应性变化,由于高原环境大气压降低,空气中氧含量比平原少,在高原环境下运动员体内的血红蛋白会产生适应性的变化,血液的红细胞增多,血红蛋白的含量也大幅度上升。

2015 年冬训、2015 年夏训期间,肌酸激酶在整个研究期间的总体水平呈先高后低,随集训期训练计划的推进慢慢下降,而 2015 年冬训中呈现出高水平的较大波动,2015 年夏训则为相对较低水平的小幅波动。推测其原因,可能因为在 2015 年冬训、2015 年夏训期间队员对训练负荷增加的适应良好,而且通过游泳技术干预,运动员的技术水平得到进一步提高,但在另一方面也说明训练负荷增加的刺激有待进一步提升,游泳技术干预对队员的肌肉刺激明显。故在下一

个周期中,应该吸取有效的营养干预、游泳技术干预及推进体能训练方法,使运动员产生更加有效的刺激,提高其专项运动成绩。

在成年人里,睾酮对成人的影响呈现男性比女性较为明显的趋势,睾酮含量对两者都同样重要,可以维持肌肉强度及质量。睾酮能提升体能,对运动员保持良好竞技状态具有重要的作用。在整个研究期间,睾酮水平、皮质醇水平、睾酮与皮质醇比值相对比较平稳,各个周期总体趋势均为随着训练计划的推进,波动中略有升高。血清皮质醇水平、血睾酮水平、 $\rho(T)/\rho(C)$ 值均呈上升趋势,提示合理强度训练促使机体处于代谢旺盛状态。经过 3 个集训期,女性睾酮含量呈现波动平稳,到最后的集训期提升,提示经过 3 个集训期,女健将的运动训练水平得到提高。集训期的训练计划设置科学合理,营养调控措施、中药干预效果明显有效,运动员的身体机能状态良好,并且在赛前达到一个比较理想的状态。

肌酸激酶常被作为反映游泳运动负荷的指标,游泳运动量和强度的增加都会引起指标的升高。研究表明,安静状态下,男性血清 CK 活性高于女性;定量负荷运动后,男性血清 CK 总活性升高大于女性。周磊^[9]对我国短距离游泳优秀女子运动员冬训期高原训练的研究发现,初上高原,全组都出现血红蛋白下降。黄文聪^[6]的研究结果表明,在以力量训练为主的训练阶段中,游泳运动员的血红蛋白值和肌酸激酶值有明显上升趋势的阶段主要是在以耐力训练为主阶段。本研究表明,从平原初到高原训练,运动员血清 CK 明显上升;高原期间血清 CK 和训练负荷呈正相关,且对运动强度的刺激尤为敏感。整个研究期间,广东省游泳队运动员的水上无氧运动能力有所提升,在高原的低氧暴露提高了机体氧运输、利用氧的能力和心肺功能。发现运动员无氧阈游速增加,有氧代谢能力增强,乳酸耐受能力增强,表明高原训练提高了游泳运动员的有氧运动员能力。经过高原训练组的运动员对高原环境较为适应性,在训练期间机体可以通过自身代谢功能和结构的调整做出相适应的调节,发生一系列有利或不利的抗缺氧生理适应,提示高原训练可使机体血液流变学指标发生改变。在 3 个集训期内,红细胞数量波动较大,总体水平均高于集训前水平,由于缺氧高原地区会造成生理性的红细胞数量增加,在平原地区的人,进入高原的初期,血液中的红细胞数目会增加,结果提示高原训练的效果良好。运动员由高原训练回到平原训练后,各生理生化指标发生良好的改善,表现为机体利用氧提高、运输氧的能力提升、运动疲劳发生的时间延缓。在整个研究期间,集

训期内尿素氮变化趋势平稳,而运动员尿素氮在整个周期中的数值偏低,提示训练负荷仍有提高的空间,可能是对运动员的成绩表现突破有一定的帮助^[4]。在下一个周期中适当增加运动负荷,使运动员的技术水平能更上一个台阶。

由于单次或者单一的生理生化指标测量结果不能客观、全面地反映运动员的身体状态。在备战第13届全运会的监控工作中,采用时间连续性、指标多样性、干预手段多元化的策略,可以全方位对运动员的身体机能状态进行客观判断取得良好效果,既能以足够的训练量发掘运动员的运动潜力,也能避免运动过量诱发过度训练及运动性损伤。监控工作有必要常态化、规范化,把训练计划与高原训练、营养调控、中药调理、游泳技术监测等工作结合,整体把握运动员训练监控与专项训练指标变化情况,以利于教练更准确地把握运动员的状态,科学的制定和调整训练方案,并为科学安排训练提供依据。从以上讨论结果可见:

(1)在集训期的不同时间点,结合生理生化指标监测结果实时调整教练员的训练计划,并对队员的身体机能水平变化提前实施营养调控措施,使运动员的身体机能维持状态在较好的水平,保证其训练质量。

(2)2015年夏训、冬训期间,运动员经过高原训练等干预方法,其各项指标有较理想的提高,运动员无氧阈游速提高,有氧代谢能力增强,乳酸耐受能力增

强,红细胞数、血红蛋白含量等指标有显著改善。

(3)采用多元化手段干预,以科学合理的赛前训练、监控,形成周期性调整的递进循环训练模式,可以提高健将运动员的体能水平,保持其稳定的游泳技术能力,最终达到提高运动员整体运动能力和比赛成绩的目标。

参考文献:

- [1] 郑闽生,金炜,潘佳章,等. 竞技游泳运动员技术诊断与优化应用研究[J]. 中国体育科技, 2009, 45(6): 56-61.
- [2] 韦内灵,殷玲玲. 第27届奥运会优秀女子短距离自由泳运动员的技、战术分析[J]. 中国体育科技, 2002, 38(2): 46-49.
- [3] 谭明义. 奥运会优秀游泳运动员参赛战术探析[J]. 成都体育学院学报, 2000, 26(1): 79-81.
- [4] 周超彦. 游泳长距离项目专项训练生理生化监控方法的研究与建立[D]. 北京:北京体育大学, 2012.
- [5] 周磊. 对我国优秀女子短距离游泳运动员冬训期高原训练生理生化监控及机能评定[D]. 武汉:湖北大学, 2012.
- [6] 黄文聪. 我国优秀游泳运动员力量训练阶段生理生化指标的评价及机制研究[D]. 北京:北京体育大学, 2005.

