

能力主导型高原训练中优秀女子皮划艇运动员 心电图 $\Sigma T/R$ 和心肌肌钙蛋白 T 的变化

李德奇

(浙江越秀外国语学院 体育部, 浙江 绍兴 312000)

摘 要: 为了解能力主导型高原训练对国家皮划艇队女子皮划艇运动员心脏功能的影响。以国家皮划艇队女子皮划艇运动员 10 人为研究对象, 监测高原训练前、高原训练第 1、2、3、4 周的周一清晨心电图(electrocardiogram, ECG)变化, 求取心电图 $\Sigma T/R$ 值; 同时取清晨空腹静脉血测定肌钙蛋白 T(Cardiac troponin T, cTnT)。结果显示:(1)与高原训练前相比, 安静心率(Heart Rate, HR)在高原训练第 1 周显著升高($P<0.01$), 之后几周无明显差异。(2)血清 cTnT 先上升后下降, 高原训练第 1 周显著升高(0.13 ± 0.02 ng/mL), $P<0.01$)。 (3)高原训练第 3 周后心电图 $\Sigma T/R$ 显著下降(0.91 ± 0.44 , $P<0.01$)。结果说明:(1)高原训练初期安静心率升高, 随机体适应后, 心率下降。(2)高原训练中低氧环境能促使血清 cTnT 升高。(3)高原训练过程中低氧和训练双重刺激会使心电图 $\Sigma T/R$ 值明显下降, 要密切关注心电图 $\Sigma T/R$ 值在高原训练中的变化, 并采取及时有效的措施。

关 键 词: 运动生理学; 心电图 $\Sigma T/R$; 肌钙蛋白 T; 能力主导型高原训练; 女子皮划艇运动员
中图分类号: G804.7 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2010)09-0107-04

Changes of ECG $\Sigma T/R$ and cTnT of excellent female kayakers in capacity orientated altiplate training

LI De-qi

(Department of Physical Education, Zhejiang Yuexiu Foreign Language College, Shaoxing 312000, China)

Abstract: In order to understand the effects of capacity orientated altiplate training on the cardiac functions of female kayakers in the national kayak team, the author, by basing his study subject on 10 female kayakers in the national kayak team, monitored the changes of electrocardiogram (ECG) in the mornings of Mondays in weeks 1, 2, 3 and 4, calculated the ECG $\Sigma T/R$ value, and at the same time, drew venous blood in the mornings in an empty stomach condition to measure cardiac troponin T (cTnT), and revealed the following findings: 1) as compared that before altiplate training, the calm heart rate increased significantly in the first week of altiplate training ($P<0.01$), having no significant difference in the next few weeks; 2) blood serum cTnT increased first and then decreased, increased significantly in the first week of altiplate training (0.13 ± 0.02 , $P<0.01$); 3) after the third week of altiplate training, ECG $\Sigma T/R$ decreased significantly (0.91 ± 0.44 , $P<0.01$). The findings indicated the followings: 1) the calm heart rate increased in the early period of altiplate training, and then decreased as the body had adapted; 2) in altiplate training, the hypoxia environment could boost the increase of blood serum cTnT; 3) in altiplate training, the double stimulation of hypoxia and training could cause the significant decrease of ECG $\Sigma T/R$, therefore, the change of the ECG $\Sigma T/R$ value in altiplate training should be watched closely, and timely and effectively measures should be taken.

Key words: sports physiology; ECG $\Sigma T/R$; cTnT; capacity orientated altiplate training; female kayaker

随着皮划艇项目竞技水平的不断发展,高原训练越来越受到国内外皮划艇界的重视,能力主导型高原训练成为提高我国皮划艇运动员有氧耐力水平的主要训练手段,国家队先后到贵州红枫湖、云南呈贡等地进行高原训练,并在雅典、北京奥运会上收到了良好的实践成果。目前国内外有关皮划艇项目的高原训练研究主要集中在生物学和训练学两方面。在生物学方面主要是对高原训练中皮划艇运动员血象指标和某些生理指标进行了探讨^[1],而对高原训练过程中心脏功能变化方面的研究不多见,在训练学方面主要是集中在高原训练负荷结构、运动训练能力等方面进行了研究,而对高原训练指导思想、模式设计等方面的创新性研究不够。我国运动训练学学者袁守龙、陶小平^[2-3]在皮划艇项目高原训练总结时明确提出“能力主导型高原训练,坚持高原训练方法手段平原化”的观点。本研究从心电图 $\Sigma T/R$ 和心肌肌钙蛋白 T 等指标变化的角度对“能力主导型”高原训练模式下的高原训练进行探讨,为丰富高原训练理论和实践体系提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

国家女子皮划艇优秀运动员 10 人,年龄(22.1 ± 2.00)岁、身高(174.8 ± 1.4) cm、体重(68.3 ± 5.60) kg、运动年限(4.9 ± 2.1)年、安静心率(58 ± 6)次/min、收缩压(104.70 ± 9.32) mmHg、舒张压(56.30 ± 8.43) mmHg。所有运动员无心血管系统、运动系统疾病及家族遗传病史,无吸烟史。

1.2 研究方法

1)心电图 $\Sigma T/R$ 值的测试。

上高原前 1 d 和高原训练第 1~4 周的周一 08:30

安静状态下采用 FX-2111 型心电图机常规记录十二导联的心电图,纸速为 25 mm/s,定准电压为 10 mm/mV。心电图的记录、阅读、测量及统计分析由专人操作。从心电图纸上量取。

2)血清心肌肌钙蛋白 T 的测试。

上高原前 1 d 和高原训练第 1~4 周的周一 07:00 空腹取静脉血测定。试剂盒采用双抗体夹心一步法反应原理检测血清中的 cTnT。包被在聚苯乙烯管上的单克隆抗肌钙蛋白 T 抗体与样品或标准中的心肌肌钙蛋白 T 结合,另一株 ¹²⁵I 单克隆抗肌钙蛋白 T 抗体同时与结合在包被抗体上的肌钙蛋白 T 结合,形成单克隆抗肌钙蛋白 T 抗体——肌钙蛋白 T¹²⁵I 单克隆抗肌钙蛋白 T 抗体复合物,通过测量标准管及样品管的放射性计数及相应的模式处理,可计算出待测样品中肌钙蛋白 T 的质量浓度。cTnT 正常参考值:0~0.1 ng/mL,采用血清 cTnT ≥ 0.2 ng/mL 为诊断心肌损伤界值^[3]。

3)“能力主导型”高原训练安排。

所谓“能力主导型”高原训练模式是区别于以运动员状态培养、调整为目的的高原训练而言,指以运动员能力提高为主导、高原训练平原化训练的高原训练指导思想,简称为“‘能力主导型’高原训练”^[2-3]。与传统高原训练模式比较,其训练安排指导思想是:训练以有氧耐力第 2、力量第 2、水上第 2,狠抓有氧质量,提高最大力量,陆上为主,水上有效积累。利用高原的特殊地理条件以长距离中等强度跑步为主要手段重点提高运动员的耐力水平和心肺功能;以提高最大力量为主;加强水上专项技术的提高,重视量的积累,传统的高原训练模式是调整、上量、调整、下高原,而本模式下训练时在高原上不安排下高原前调整训练(训练计划见表 1)。

表 1 6 周高原训练计划¹⁾

周序	主要任务	t 力量课/min	L 水上训练/km	L 跑步/km	训练地点
高原前 1 周	上高原前训练阶段	460	188	110	千岛湖
高原第 1 周	转场和高原适应、准备	240	132	98	呈贡松茂水库
高原第 2 周	力求达到平原化训练	480	184	132	呈贡松茂水库
高原第 3 周	突破性训练阶段	540	189	138	呈贡松茂水库
高原第 4 周	巩固训练阶段	500	186	124	呈贡松茂水库
高原后 1 周	下高原后训练阶段	510	162	112	千岛湖

1)呈贡水库海拔 2 060 m;千岛湖海拔 30 m(国家皮划艇队内部资料)

4)数据处理。

所有数据以平均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,SPSS 13.0 统计软件包进行统计学处理,选用 one-way ANOVA 方法进行统计处理, $P < 0.05$ 差异有显著性, $P < 0.01$ 差异有非常显著性。

2 结果及分析

与高原训练前相比,安静心率在高原训练第 1 周显著升高($P < 0.01$),之后几周无明显差异。血清 cTnT 先升高后下降,在高原训练第 1 周血清 cTnT 显著升高(0.13 ± 0.02) mg/mL, $P < 0.01$),心电图 $\Sigma T/R$ 的持续

下降变化。高原训练第3周后心电图 $\Sigma T/R$ 显著下降(0.91 \pm 0.44, $P<0.01$), 而且高原训练第3周 $\Sigma T/R$ 比第2周下降0.24, 幅度接近0.25(见表2)。

表2 高原训练前后运动员心率、心电图 $\Sigma T/R$ 和血清cTnT质量浓度($\bar{x} \pm s$)的变化

周序	心率/(次·min ⁻¹)	ρ (cTnT)/(ng·mL ⁻¹)	$\Sigma T/R$
高原前1周	59.0 \pm 4.6	0.04 \pm 0.01	1.23 \pm 0.37
高原第1周	70.0 \pm 4.7 ²⁾	0.13 \pm 0.02 ²⁾	1.17 \pm 0.15
高原第2周	63.0 \pm 3.8	0.10 \pm 0.01 ²⁾	1.15 \pm 0.35 ¹⁾
高原第3周	64.0 \pm 3.2	0.08 \pm 0.01 ¹⁾	0.91 \pm 0.44 ²⁾
高原第4周	66.0 \pm 3.7	0.08 \pm 0.01 ¹⁾	1.20 \pm 0.32 ¹⁾

与高原前比较 1) $P<0.05$; 2) $P<0.01$

3 讨论

3.1 高原训练中运动员安静时心率变化

心率是肌肉活动时反映心脏承受的负荷大小的常用指标, 运动实践中的心率包括基础心率(晨脉), 安静心率, 运动时、运动后即刻及恢复心率。正常时基础心率相对稳定。运动员初到高原, 急性缺氧对心血管系统的影响, 主要表现为心率加快、心肌收缩力增强、收缩压轻度升高等。随着对高原的适应, 心率逐渐下降。在初期, 心率的升高是对高原环境的一种加强氧运输的代偿, 后期的下降则意味着心储备力增强。但数天或数周后, 可能受长期高原原激引起的副交感神经调节增强的影响, 心率下降^[3-4]。本研究结果: 与高原训练前相比, 安静心率在高原训练第1周显著升高($P<0.01$), 可能原因是运动员初到高原受低氧刺激, 机体加快心率以适应高原环境, 之后几周无明显差异, 可能是副交感神经调节增强。与前人研究结果一致。

3.2 高原训练中运动员血清cTnT变化

正常人体血清中心肌肌钙蛋白的质量浓度很低, 在心肌细胞受损时会快速、长时间地释放入血液。cTnT在血中的质量浓度变化可特异性反映心肌结构蛋白的破坏情况, 与心肌损伤程度存在密切的平行关系^[5-7]。同时cTnT可作为心功能参考指标, Koller A等^[8]对血清cTnT与静息时心功能关系的研究, 发现血清cTnT含量与左心室节段运动异常数目存在正相关性, 而与射血分数之间存在负相关性。Alpert JS等^[9]研究指出, 即使在没有临床胸痛、缺血症状或心电图呈现病理性异常或有缺血改变的情况下, 也有可能呈现心肌损伤。另外研究还认为运动强度与持续时间同为运动性心脏损伤因素。George K等^[10]研究长时间运动对业余运动员左心室功能和cTnT质量浓度的影响。运动时间持续157~341 min, 35名受试者年龄22~57岁, 运动后33名受试者的cTnT质量浓度升高, 但与左心

室功能变化、运动负荷、年龄和运动时间无关。研究认为高原低氧环境也会影响心肌肌钙蛋白T的升高。Shave RE等^[11]研究认为在常氧和低氧环境下进行25 km自行车运动不会造成心肌疲劳, 但在缺氧环境下进行运动即刻后出现心肌肌钙蛋白T升高, 可能会造成微小心肌损伤。张冰等^[12]研究表明单独处于海拔4 000 m高度的低氧环境未引起大鼠血清肌钙蛋白明显升高, 而低氧加训练双重影响导致cTnT显著升高。

本研究结果显示, 血清cTnT先升高后下降, 在高原训练第1周血清cTnT显著升高(0.13 \pm 0.02) mg/mL, $P<0.01$), 这表明高原训练开始阶段, 运动员心脏对低氧环境下运动负荷的刺激表现出不完全适应, 心脏功能出现一定程度的失调, 表现为cTnT质量浓度较前显著增高, 我们认为运动员高原初期缺氧不适应与cTnT显著升高有密切的关系, 经过2周高原适应后, cTnT质量浓度恢复, 但依然明显高于上高原前, 显示出在运动后期运动员对低氧环境表现出比较好的适应。最后阶段, cTnT质量浓度比较没有变化, 提示相对来说后阶段运动负荷不是cTnT明显升高的原因。可以看出高原缺氧对cTnT的升高有着重要的作用。

3.3 高原训练中运动员心电图 $\Sigma T/R$ 值变化

大量研究表明^[13-15]心电图 $\Sigma T/R$ 值与心脏机能密切相关, 当运动量加大或身体患病时, $\Sigma T/R$ 值下降, 当运动量减少或病愈后, 心脏机能水平恢复, $\Sigma T/R$ 值上升。当 $\Sigma T/R$ 值低于0.9以下, 运动员心脏机能一般不太好, 容易出现异常心电图, 这时恢复也减慢。一个训练周期前后, 当 $\Sigma T/R$ 值下降幅度 ≥ 0.25 时, 可以认为运动员心脏机能下降较明显, 应该及时调整训练计划。本研究结果显示, 心电图 $\Sigma T/R$ 值的持续下降变化, 直到高原第4周才有所回升, 说明运动员的心脏机能状态有所恢复, 但还是低于上高原前。高

原训练第 3 周后心电图 $\Sigma T/R$ 值显著下降(0.91 ± 0.44 , $P < 0.01$), 而且高原训练第 3 周 $\Sigma T/R$ 值比第 2 周下降 0.24, 幅度接近 0.25。说明运动员心脏机能下降较明显, 可能易出现异常心电图。根据这一情况, 及时建议教练员调整了训练计划并且采取的措施是增加抗氧化营养品, 同时增加上下午训练课的间隔, 尽量让运动员较充分恢复后再进行下次训练课。到高原第 4 周 $\Sigma T/R$ 值有所回升。也就是说在增加营养品保护的基础上调整训练安排, 能保证运动员在执行能力主导型高原训练的过程中不出现运动型疲劳。可以看出高原训练刺激对运动员心电图 $\Sigma T/R$ 值的影响较明显, 应该密切监测心电图 $\Sigma T/R$ 值的变化。

参考文献:

- [1] 崔大林. 高原训练的实践探索与理论思考[J]. 体育文化导刊, 2008(1): 3-6.
- [2] 袁守龙. 2003-2004 年国家皮划艇队划艇组备战奥运会贵阳昆明高原训练阶段小结[C]//北京体育大学研究成果专辑. 北京: 北京体育大学, 2006.
- [3] 陶小平. 我国优秀女子皮艇运动员高原训练科学监控的探讨[D]. 北京: 北京体育大学, 2006.
- [4] 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: 北京人民体育出版社, 2003: 179-180.
- [5] 任绮, 邓树勋. 心肌肌钙蛋白的研究进展[J]. 体育学刊, 2006, 13(6): 51-55.
- [6] Luciano Babuin, Allan S Jaffe. Troponin: the biomarker of choice for the detection of cardiac injury[J]. Canadian Medical Association Journal, 2005, 173(10): 1191-1202.
- [7] 闫柏钢. 小儿烧伤后血浆肌钙蛋白 T 的变化及意义[J]. 中国急救医学, 2002, 22(9): 499-500.
- [8] Koller A, Summer P, Moser H. Regular exercise and subclinical myocardial injury during prolonged aerobic exercise(Letter)[J]. JAMA, 1999, 282(19): 1816.
- [9] Alpert J S, Thygesen K, Antman E, et al. Myocardial infarction redefined-a consensus document of the Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee for the redefinition of myocardial infarction[J]. Eur Heart J, 2000, 21: 1502-1513.
- [10] George K, Whyte G, Stephenson C, et al. Post-exercise left ventricular function and cTnT in recreational marathon runners[J]. Med Sci Sports Exerc, 2004, 36(10): 1709-1715.
- [11] Shave R E, Dawson E, Whyte G, et al. Effect of prolonged exercise in a hypoxic environment on cardiac function and cardiac troponin T[J]. Br J Sports Med, 2004, 38: 86-88.
- [12] 张冰, 杨则宜, 刘俊玲, 等. 模拟高原训练对大鼠血清肌钙蛋白 T 的影响[J]. 中国运动医学杂志, 2005, 24(4): 472-473.
- [13] Levine B D, Stray-Gundersen J. Living high-training low: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance[J]. J Appl Physiol, 1997, 83(1): 102-112.
- [14] 李俊涛, 曾凡星, 胡扬, 等. 低氧训练中优秀女子中长跑运动员 CK-MB 和心电图 $\Sigma T/R$ 的变化[J]. 中国运动医学杂志, 2006, 25(3): 314-316.
- [15] 蒋丹. 男子皮艇运动员大负荷训练周期血 cTnT、ANP 及心电图 $\Sigma T/R$ 变化的研究[D]. 武汉: 武汉体育学院, 2008.