



比赛前后优秀女子赛艇运动员体成分与AT4功率的变化特点及其相关性研究

李涛, 高炳宏

摘要: 以优秀女子赛艇W8+运动员为研究对象, 探讨优秀女子公开级赛艇运动员在赛前训练和赛后停训及恢复训练阶段体成分和AT4功率的变化情况和相关性特点。结果: 瘦体重和骨骼肌质量在赛前训练和赛后停训阶段呈显著下降, 恢复训练5周后较赛前训练后期显著升高, 但仍显著低于赛前训练初期水平; 体脂%在赛前训练和停训及恢复训练阶段均呈连续显著升高趋势; AT4功率在赛前和恢复训练6周后变化不显著, 仅与体脂%呈中度负相关 ($P < 0.01$)。结论: AT4功率和体成分各指标在赛前训练和停训阶段易出现不良变化, 且较难改善, 较高的体脂%可能是限制运动水平提高的重要因素之一。

关键词: 赛艇; 赛前; 停训; 体成分; AT4

中图分类号: G804.5 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2014)03-0048-05

Study on the Changes of Body Composition and AT4 Power of Elite Female Rowers before and after Races

LI Tao, GAO Binghong

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

Abstract: Objective: To investigate the changes and correlative features of body composition and AT4 power(P4) of the elite female open weight rowers before and after races. Method: 9 female rowers were chosen as the subjects for body composition and AT4 power test and comparison before and after races. Result: Lean body mass and skeletal muscle mass dropped apparently during pre-competition and post-competition rest period. They increased significantly after resuming training for 5 weeks, but still lower than those in pre-competition period. Body fat percentage shows a significant increase trend in pre-competition, post-competition rest and training resuming periods. No obvious change of AT4 was observed in pre-competition period and 6 weeks after resuming training. It shows moderate negative correlation with body fat percentage ($P < 0.01$). Conclusion: AT4 and the different indexes of body composition tend to have unfavorable changes in pre-competition and post-competition rest periods. And they are difficult to be improved. The high body fat percentage may be one of the important factors restricting the improvement of performance level.

Key words: rowing; pre-competition; training stop period; body composition; AT4

同其它竞技项目一样, 赛艇项目运动员具有特定的身体形态和生理特点, 其中, 良好的身体成分和有氧能力是赛艇项目取得好成绩的重要生理基础。目前, 国内外研究成果表明, 瘦体重对专项运动能力的影响最明显, 4 mmol/L 乳酸对应的功率(AT4功率)是评价赛艇运动员有氧能力的有效指标。但以往应用体成分和AT4功率对赛艇训练效果的评价一般应用在冬训等有氧能力、力量等体能训练为主要特点的训练阶段, 在赛前训练阶段、赛后停训以及恢复性训练阶段的研究较少。

本研究通过观察体成分指标和AT4功率在赛前训练阶段、赛后停训以及恢复训练期间的变化特点和两者的相关性特点, 以期发现体成分和AT4功率在赛前、停训及恢复训练期间的变化规律和相关关系, 为科学安排赛前训练和体成分调控提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以9名女子公开级运动员为研究对象, 均为2011年全国锦标赛W8+或W4-冠军, 具体情况如表1所示。

表1 运动员基本情况统计表 (N=9)
Table 1 Basic Information of the Rowers (N=9)

性别	身高/cm	年龄/岁	训练年限/年
女	180.67±3.04	22.1±2.8	7.11±2.47

1.2 研究方法

1.2.1 训练与测试安排

比赛前后的训练特点和测试时间阶段的安排见表2。

收稿日期: 2014-04-14

基金项目: 国家体育总局奥运攻关项目(2013A099)。

第一作者简介: 李涛, 男, 硕士, 研究实习员。主要研究方向: 优秀运动员身体机能状态的监控与评价。

作者单位: 上海体育科学研究所 上海 200030



表2 比赛前后训练特点、测试安排时间阶段统计表

Table II Training Features before and after the Races and the Stages for Tests

时间	7月12-16日	9月3-6日	9月17日	9月18-29日	9月30-10月21日	10月22日	12月4日
测试安排	体成分多级测试	体成分、多级测试	体成分	参赛	放假休息	体成分	体成分、多级测试
训练特点	7月12日~9月17日赛前训练约10周			参赛约10天	停训3周	恢复性训练约6周	

1.2.2 测试指标与仪器

本研究主要测试体成分和AT4功率等指标。体成分测试在早晨6:30~7:30空腹进行,记录体重、瘦体重、骨骼肌质量、脂肪质量、体脂%等指标;AT4功率通过测功仪多级递增负荷测试,起始功率为120W,每级3min,间歇1min,每级递增30W,记录每级负荷功率和即刻(指尖血)血乳酸,采用内插法计算AT4功率。测试仪器见表3。

表3 测试内容与仪器统计表

Table III Statistics of the Tests and Instruments

测试内容	体成分	多级测功仪测试	血乳酸(指尖血)
仪器	InBody 720/韩国	Concept II / 美国	YSI1500/ 美国

表4 不同时间运动员体成分指标统计表(N=9)

Table IV Rowers' Body Composition in Different Periods (N=9)

测试时间	体重/kg	瘦体重/kg	脂肪/kg	骨骼肌/kg	体脂%/%
7月16日	76.06 ± 4.27 [*]	62.01 ± 3.62 [*]	14.04 ± 1.91 [*]	34.94 ± 2.26 [*]	18.47 ± 2.12 [*]
9月3日	75.17 ± 4.02 ^{*#}	60.69 ± 2.90 ^{#△}	14.48 ± 1.96 ^{△*}	34.18 ± 1.74 ^{#△}	19.23 ± 1.96 ^{△*}
9月17日	75.06 ± 4.01 [*]	60.80 ± 2.91 ^{#△}	14.26 ± 1.85 ^{△*}	34.22 ± 1.73 ^{#△}	18.94 ± 1.82 ^{△*}
10月22日	75.13 ± 3.94 [*]	59.59 ± 2.60 ^{*#}	15.54 ± 2.47 [#]	33.52 ± 1.51 ^{*#}	20.61 ± 2.54
12月4日	77.00 ± 3.70	61.1 ± 2.29	15.90 ± 1.88	34.38 ± 1.70	20.62 ± 1.92

注:与12月4日相比,*表示P < 0.05;与10月22日相比,△表示P < 0.05;与7月16日相比,#表示P < 0.05。

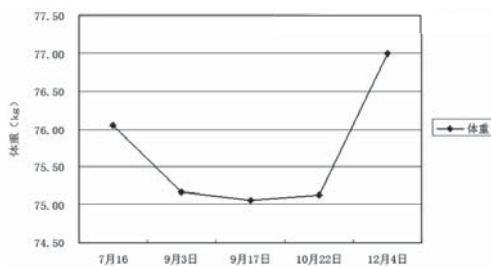


图1 体重变化统计图

Figure 1 Statistics of the Weight Changes

骨骼肌质量和脂肪质量的变化特点如表4和图2所示。在开始赛前训练至赛后停训阶段,脂肪质量和骨骼肌质量呈相反的变化趋势,在赛前训练阶段,脂肪质量先升高后下降(P > 0.05),骨骼肌质量先显著下降(P < 0.05)后小幅度升高;在赛后停训阶段,脂肪质量显著升高(P < 0.05),而骨骼肌质量显著下降(P < 0.05)。在恢复训练阶段,脂肪质量保持小幅度继续升高(P > 0.05),达到最高值,而骨骼肌质量也大幅度升高(P < 0.05),但仍显著低于赛前初期水平(P < 0.05)。

1.2.3 数据处理

使用SPSS19.0处理数据,结果用平均数 ± 标准差表示,每个指标不同测试时间的纵向比较采用Paired-Sample T Test;对在同一周内完成测试的3次体成分指标和3次AT4功率进行相关性分析,采用Bivariate Correlations进行相关性检验。以P < 0.05作为差异显著水平。

2 研究结果

2.1 体成分指标在比赛前后及恢复训练阶段的变化特点

体重指标的变化特点如表4和图1所示。赛前训练开始后,体重指标出现显著下降(P < 0.05),其后至比赛前以及放假停训3周期间一直维持在较低水平(P > 0.05),经过约6周的恢复性训练,体重有显著升高(P < 0.05),达到从赛前训练以来的最高水平。

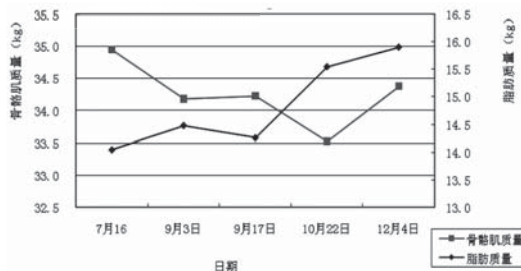


图2 骨骼肌质量及脂肪质量变化统计图

Figure 2 Statistics of the Skeletal Muscle Mass and Fat Mass

瘦体重和体脂%的变化特点如表4和图3所示。在开始赛前训练至赛后停训阶段,体脂%和瘦体重呈相反的变化趋势,在赛前训练阶段,体脂%先升高后下降(P > 0.05),瘦体重先显著下降(P < 0.05)后小幅度升高;在赛后停训阶段,体脂%显著升高(P < 0.05),而瘦体重显著下降(P < 0.05)。在恢复性训练阶段,体脂%基本恒定,保持在最高水平,而瘦体重大幅度升高(P < 0.05),但仍显著低于赛前初期水平(P < 0.05)。

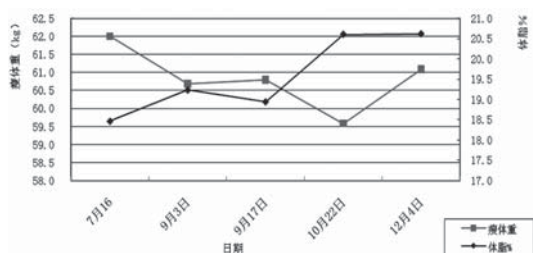


图3 瘦体重及体脂%变化统计图

Figure 3 Statistics of the Changes of the Lean Body Mass and Body Fat Percentage

2.2 AT4 功率在赛前训练及赛后恢复训练阶段的变化特点

如表5所示,本研究在7月12日(赛前训练初期)、9月6日(赛前训练后期)和12月4日(恢复性训练第六周)进行了多级负荷测试。用内插法计算出4 mmol/L 乳酸对应的功率,结果显示,赛前训练初期和后期AT4功率基本没有变化,停训3周后恢复训练第六周AT4功率均低于赛前初期和后期,但3次测试值间无显著性差异($P > 0.05$)。

表5 不同阶段运动员AT4功率统计表

Table V AT4 Power of the Rowers in Different Periods

时间	7月12日赛前训练初期	9月6日赛前训练后期	12月4日恢复性训练第六周
AT4	236.04 ± 19.00	237.79 ± 14.92	229.43 ± 9.10

2.3 体成分与AT4功率相关性特点

如表6所示,在赛前训练初期、后期以及恢复性训练第六周,均在一周内进行了体成分和多级负荷测试,将这3次测试的体成分相关指标和AT4功率进行相关性检验,结果如表6所示,只有体脂%指标与AT4功率呈现出有统计学意义的相关性($P < 0.01$),相关系数为-0.551,呈中度负相关。

表6 体成分各指标与AT4功率相关性统计表

Table VI Correlation between the Different Indexes of Body Composition and At4 Power

指标	体重	瘦体重	骨骼肌	体脂%
与AT4相关系数	0.49	0.341	0.324	-0.551
P	0.808	0.082	0.099	0.003

3 分析与讨论

3.1 体成分指标在比赛前后及恢复训练阶段的变化特点

赛艇公开级运动员一般都具有高大强壮的身材特点^[1]。优秀女子公开级运动员平均身高达到185 cm,平均体重达到85 kg,体脂%不超过14%^[2]。运动员身体成分的变化主要受训练负荷和营养摄入两个方面影响。管妮佳^[3]等对武汉体院女子公开级运动员冬训初期和赛前阶段体成分进行了对比,受训练负荷的刺激,从冬训初期到赛前,运动员体重出现明显下降,但去脂体重显著升高,体脂%明显下降。

FL Morris等^[4]认为通过限制总能量和膳食脂肪的摄入

可以在保持瘦体重不变的情况下明显减少体脂%,对轻量级运动员的研究表明,从赛前准备期到比赛期,体重下降主要表现为脂肪重量和体脂%下降,瘦体重变化不明显。李斌^[5]等对备战“十运会”的9名女子公开级运动员6月、7月、9月的体成分进行了跟踪研究,结果显示,6月至7月,运动员体重和体脂%均显著下降;7月至9月,通过采用营养干预措施,运动员体重较7月有明显升高,体脂%变化不大,整个训练阶段瘦体重未出现明显变化。因此,合理的训练负荷和营养摄入可以促进运动员体成分的改善。

本研究中,在赛前训练阶段、赛后停训和恢复性训练阶段,体成分指标的变化呈现如下特点:在赛前训练阶段,运动员体重出现较大幅度下降,主要体现在骨骼肌和瘦体重大幅度下降,脂肪质量基本不变;在停训阶段,体重基本不变,但骨骼肌质量快速下降,脂肪质量快速增加,最终导致体脂%快速升高;在恢复性训练阶段,体重快速增加,主要表现为骨骼肌、瘦体重快速增加,脂肪质量持续增加但增速放缓。

这提示我们,对女子公开级运动员而言,在赛前训练阶段,由于训练强度升高,很容易引起肌肉量下降,并且随着赛前训练负荷总量的下降,脂肪消耗减少,体脂%很难降低;在停训阶段,虽然体重变化较小,但由于训练负荷停止,加速了肌肉的分解和脂肪的积累,最终导致体脂%快速升高;恢复训练阶段,适度的恢复性训练刺激有利于肌肉和瘦体重的快速增长,但由于训练量较小,体脂仍然呈上升趋势。此外,我国运动员饮食普遍存在碳水化合物摄入不足、脂肪摄入过多、三餐热能分配不合理等问题^[6],可能也是体成分难以改善的原因之一。

从体成分对比赛成绩的影响来看,本研究认为,赛前体成分的不良变化不利于比赛好成绩的取得,本研究对象在比赛中仅获得第六名,这与黄淑萍^[7]等的研究相似。他们发现,在夏训期间女子赛艇公开级运动员出现体重、瘦体重下降,体脂%保持在较高水平的现象,并认为这影响了良好成绩的取得。

3.2 AT4 功率在赛前训练及赛后恢复训练阶段的变化特点

赛艇运动员有氧能力与运动成绩高度相关,AT作为评价有氧能力的重要指标,具有比 VO_{2max} 更高的训练敏感性^[1]。Mader等人^[8]提出4 mmol/L 乳酸阈以来,AT4功率在评价运动员专项运动能力和训练效果方面得到了广泛应用。

曹棉英等^[9]对2004年国家队W8+运动员的研究结果显示,经过冬训后运动员AT4功率明显升高,达到最高值290.27 W,但参加完奥运会资格赛后运动员AT4功率出现显著下降。其认为导致赛后AT4功率下降的原因是参赛消耗大和参赛期间有氧耐力训练量下降,但经过约5周调整和有氧练习,AT4功率可以恢复到接近冬训后的最高值。

杜忠林^[10]等采用三级递增负荷测试法对赛艇运动员AT4无氧阈增长幅度进行了长期跟踪研究,结果显示,有效的有氧训练可以显著地提高无氧阈功率,在一个大训练周期中,赛艇运动员的无氧阈功率随着训练内容的改变和比赛的安排而呈周期性变化,1周有氧训练不能使机能正常的运动员的有氧能力有显著变化,而4周有氧训练则能够使其有氧能力得到明显提高;相反,1周有氧训



练可以使处在疲劳状况下的运动员的无氧阈功率有显著性增加,但是他们在4周有氧训练后无氧阈功率的增幅远不如机能正常的运动员,并认为疲劳者的这种现象不是有氧能力得到增进,而是有氧能力得到恢复的一种表现。

本文研究对象AT4功率较2004年国家队运动员有一定差距,AT4功率在赛前训练阶段保持稳定,这可能说明,在赛前强度训练阶段,运动员AT4功率可以保持在一定水平,但赛前强度训练不利于AT4功率的进一步提高。停训结束后恢复性训练阶段AT4功率仍然没有超过赛前水平,可能赛后由于停训和有氧训练量下降导致运动员AT4功率下降且恢复缓慢。

3.3 体成分与AT4功率相关性特点

体成分作为影响运动能力的重要因素,近年来国内外学者对体成分和运动能力的影响进行了一定探索。Cosgrove^[11]等人研究发现,VO_{2max}和瘦体重与2 km计时赛船速的相关性最高,并建议赛艇运动员应重视提高最大摄氧量和瘦体重水平。Trent W. Lawton等人^[12]研究认为,青少年赛艇运动员测功仪2 000 m的潜力与力量和耐力水平密切相关。Hagerman等^[13]对9名奥运会赛艇银牌获得者在退役前、退役后10年的体成分和运动能力的跟踪研究表明,在退役后10年,体脂%显著升高,有氧和无氧运动能力均显著下降,但有氧运动能力下降幅度更大。Slater等^[14]发现,在单人艇比赛中,体脂低、肌肉质量高的运动员具有更高的竞技能力。

本研究通过3组在一周内完成AT4功率和体成分测试数据进行相关性分析,发现,AT4功率仅与体脂%呈中度负相关,与瘦体重、肌肉质量、体重均未体现出有统计学意义的相关性,这与多数研究瘦体重与运动能力高度相关不同。S.A. Ingham等^[15]研究认为,赛艇运动员2000m速度与瘦体重高度相关,其中女子赛艇运动员的体脂%上升会导致最大功率下降。C.C. Yoshiga等^[16]研究也认为瘦体重的差异是决定男女运动员运动成绩差异的决定因素。郑亮亮等^[17]对备战雅典奥运会国家赛艇队W8+队员体成分与乳酸阈功率及运动成绩的相关性研究认为,瘦体重与平均乳酸阈功率呈高度相关性,并与2 000 m和5 000 m划船成绩也呈现较高的相关性,但未对体脂%与运动成绩的相关性进行探讨。

本研究认为,体成分指标与女子赛艇公开级运动员AT4功率等运动能力指标具有相关性,根据运动员运动水平的不同,体现出不同的相关性特点。对国际级高水平的运动员而言,体脂%相对较低,AT4功率等运动能力可能与瘦体重指标的相关性更高;对我国运动员,尤其是对省级运动水平的运动员而言,体脂%偏高是一直存在的问题。例如,我国2000年国家集训队员^[18]体脂%比美国1992年奥运集训队员高2.15%,但体重和瘦体重比较接近。黄兴^[19]等人也认为,一定范围内体脂%的下降与有氧耐力的提高高度相关。说明对我国运动员,尤其是省级水平的运动员而言,较高的体脂%可能是限制运动能力提高和运动水平发挥的主要障碍。

4 结论

4.1 女子公开级赛艇运动员赛前训练阶段体重下降的主要原因是骨骼肌、瘦体重下降;停训导致骨骼肌质量快速下降,脂肪质量快速增加;恢复性训练可有效促进骨骼肌增长,抑制脂肪增长速度。

4.2 AT4功率可以在赛前训练阶段保持在稳定水平,高强度的赛前训练和停训及恢复性训练期间有氧训练量下降均不利于AT4功率的提高。

4.3 对省级优秀女子公开级运动员而言,较高的体脂%可能是体成分指标中限制运动水平提高和运动能力发挥的重要因素之一。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Volker Nolte 主编.划得更快——赛艇训练的科学与艺术[M].北京:北京体育大学出版社,2011,11:10.
- [3] 管妮佳.女子赛艇运动员长周期训练中生理机能和抗氧化状态变化的研究[D].武汉:武汉体育学院,2009.
- [4] F L Morris, W R Payne. (1996). Seasonal variations in the body composition of lightweight rowers[J]. *Br J Sports Med* .30:301-304.
- [5] 李斌,吕少军,杨则宜.营养干预措施对优秀女子赛艇运动员营养摄入和体成分的影响[J].中国运动医学杂志,2007,26(4):462.
- [6] 周丽丽等.中国运动员膳食营养状况调查分析与改进建议[J].中国运动医学杂志,2002,21(3):278.
- [7] 黄淑萍等.优秀赛艇运动员身体成分变化特点分析[J].北京体育大学学报.2009,32(6):57-59.
- [8] Mader A, Heck H.(1986). A theory of the metabolic of "anaerobic threshold"[J]. *Int J Sports Medm*, 45-65.
- [9] 曹棉英等.优秀女子赛艇运动员奥运会赛前乳酸阈功率曲线变化规律的研究[J].浙江体育科学,2006,28(6):84-86.
- [10] 杜忠林等.优秀赛艇运动员无氧阈增长幅度的分析[J].中国运动医学杂志,2000,19(1):92-95.
- [11] M.J. Cosgrove, J. Wilson, D. Watt & S.F. Grant. (1999). The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test[J]. *Journal of Sports Sciences*,17(11):845-852.
- [12] Trent W. Lawtonab, John B. (2012). Croninbc & Michael R.Mcguiganabc . Anthropometry,strength and benchmarks for development: A basis for junior rowers' selection?[J] *Journal of Sports Sciences*. 2012,30(10):995-1001.
- [13] Hagerman FC, Fielding RA, Fiatarone MA, Gault JA, Kirkendall DT, Ragg KE, Evans WJ . (1996). A 20-yr longitudinal study of Olympic oarsmen[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 28(9):1150-1156.



[14] Slater GJ,Rice AJ,Mujika I,Hahn AG,Sharpe K,Jenkins DG. (2005). Physique traits of lightweight rowers and their relationship to competitive success[J]. *Br J Sports Med*, Oct,39(10):736-41.

[15] S.A. Ingham, G. P. Whyte, K. Jones, et al. (2002). Determinants of 2000m rowing ergometer performance in elite rowers[J].*Eur J Appl Physiol*. 88:243-246.

[16] C.C.Yoshiga, M.Higuchi. (2003). Rowing performance of female and male rowers[J]. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.13(5):317-321.

[17] 郑亮亮.优秀女子公开级赛艇运动员机能监控的研究及训练效果分析[D].北京:北京体育大学,2005,26-27.

[18] 杜林忠.中国国家赛艇运动员身体成分的分析[J].湖北体育科技,2003,22(4):457-458.

[19] 黄兴等.中国赛艇队男轻运动员身体成分监测对训练效果的研究,2008,27(6):694-696.

(责任编辑:何聪)

(上接第31页)

锻炼效果、运动承诺联合对锻炼坚持的贡献率为36.6%,锻炼效果和运动承诺对锻炼坚持有正向预测作用。(2)意向阶段,只有运动承诺对锻炼坚持的贡献率为3.4%,运动承诺对锻炼坚持有正向预测作用。(3)准备阶段,运动承诺、锻炼效果联合对锻炼坚持的贡献率为22.2%,运动承诺和锻炼效果对锻炼坚持有正向预测作用。(4)行动阶段,运动承诺和锻炼动机对锻炼坚持的联合贡献率为44.9%,运动承诺和锻炼动机对锻炼坚持有正向预测作用。(5)维持阶段,运动承诺和自我效能对锻炼坚持的联合贡献率为54.4%,运动承诺和自我效能对锻炼坚持有正向预测作用。表明运动承诺自始至终对锻炼坚持的预测起重要作用,自意向阶段到维持阶段,运动承诺对锻炼坚持的贡献逐渐变大,利用运动承诺可以预测大学生的锻炼坚持。

参考文献:

[1] <http://www.sport.gov.cn/n16/n1107/n1788/2097949.html> 国家体育总局——国民体质监测解读:学生体质与健康问题与成绩并存

[2] Prochaska,J. O.,&DiClemente,C. C. (1983). Stages and processes of self-change of smoking:Toward an integrative model of change. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*,51(3),390-395.

[3] 陈善平.体育锻炼行为坚持机制[M].西安:西安交通大学出版社,2007:25.

(责任编辑:何聪)