



SRM 系统在短距离自行车专项能力测试与评定中的应用研究

李之俊¹, 马国强¹, 苟波²

摘要: 应用场地SRM系统对上海自行车队重点队员6人的场地专项训练分阶段进行跟踪测试,以便筛选有效指标评价短距离自行车主要专项能力。结果表明,在短距离自行车爆发力评价中,最大功率和平均功率、最大频率和平均频率是反映运动能力的有效指标;平均功率和平均频率是反映力量耐力的有效指标;在对短距离自行车专项最大速度的评价中,最大频率和平均频率是反应运动能力的有效指标;而平均频率是反映高速耐力的有效指标。

关键词: SRM系统; 短距离自行车; 专项能力; 评价

中图分类号: G872 文献标识码: A

文章编号: 1006-1207(2007)04-0055-04

Application of SRM System to Test and Evaluation of the Specific Capability of Sprint Cyclist

LI Zhi-jun, MA Guo-qiang, GOU Bo

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

Abstract: SRM system was applied to the tracking test in the different phases of the track specific training of the 6 cyclists of Shanghai Cycling Team. The aim is to obtain effective indices to evaluate the specific capability of the sprint cyclists. The result shows that in testing the explosive force of a sprinter, maximum power, average power, maximum frequency and average frequency are the effective indices reflecting sports capability. Average power and average frequency are the effective indices reflecting strength endurance. In the test of specific maximum velocity, maximum frequency and average frequency are effective in evaluating response sports capability, while average frequency reflects high-speed endurance.

Key words: SRM system; sprint cycling; specific capability; evaluation

1 前言

短距离自行车主要指自行车场地短距离项目(track sprinted),奥运会场地短距离男子项目包括1km计时赛、争先赛、凯林赛和奥林匹克竞速赛,女子项目包括500m计时赛和争先赛。场地自行车短距离项目对运动员专项体能要求较高,由于有效运动时间主要从10s到1min左右不等,因此主要对运动员磷酸原和糖酵解能力要求较高,在专项能力上主要反映为专项爆发力、速度力量和力量(速度)耐力等几个方面。

SRM(Schoberer Rad Meßtechnik)系统,是目前世界上应用最为广泛的自行车专业测试评定设备^[1,2]。其中,场地SRM系统可将运动员在场地专项训练过程中的环境温度、时间、里程、功率、频率、速度、心率等指标准确采集下来,采样频率最小达到0.5s^[3],可准确评价运动员场地训练过程中专项能力水平,而定期的跟踪测试则可系统监控运动员主要专项素质的变化规律,为教练员制定训练计划、评价训练效果提供科学依据。香港体育学院的张百鸣等^[4]将SRM系统应用于场地自行车训练和比赛当中,进行了场地自行车在直弯道之间的速度波动研究。

本研究应用场地SRM系统对男、女组6名短距离重点队员2005-2006年的场地专项训练分阶段进行跟踪测试。通过对所

得数据的分析,一方面对训练质量进行科学评价,另一方面对运动员机能状态进行辅助判断。目的是将场地SRM系统应用到短距离自行车专项训练中,筛选有效评价指标,为科学评定运动员专项能力提供理论基础与实验依据。

2 对象和方法

2.1 对象

研究对象为上海市自行车队优秀运动员6人,其中男运动员5名,女运动员1名,均为国家级健将,运动专项为场地短距离项目,专业训练年限为3~6年。运动员基本情况见表1。

表1 运动员基本情况

性别	年龄 (y r)	身高 (c m)	体重 (k g)	专项训练年限 (y r)	N
男	21.6 ± 0.89	179.2 ± 4.15	84.8 ± 5.02	3.6 ± 0.89	5
女	18	169	61	7	1

2.2 专项训练安排

上海自行车队短距离组年度训练包括4个阶段,即冬训巩固阶段(1~3月)、比赛准备阶段(4~5月)、赛季(6~9月)和冬训准备阶段(10~12月)。

冬训准备阶段以有氧训练为主,增加体能储备;冬训

收稿日期: 2007-07-10

基金项目: 上海市科委重大科技攻关项目(03DZ12003)

第一作者简介: 李之俊(1952-),男,研究员,博士研究生导师,主要研究方向: 运动生理学、运动员身体机能评定与训练负荷监控

作者单位: 1. 上海体育科学研究所,上海 200030; 2. 西安体育学院,西安 710068



巩固阶段以专项训练为主,提高运动员的专项力量和力量耐力;比赛准备阶段以场地训练为主,进一步提高专项力量,同时增加速度和速耐训练比例;赛季期间的训练仍以场地为主,强调训练强度,保证中等水平的训练量。

自行车短距离项目的场地专项训练手段主要包括原地起动、行进和摩托车牵引3种,其中原地起动训练主要包括原地60m、166m、333m、500m、666m和1km,行进训练包括行进100m、166m、200m、333m,摩托车牵引主要包括牵引200m、牵引2+1、牵引3+1等等;运动员场地专项训练中使用的牙盘齿数为48~51齿,飞轮齿数为13~15齿。本研究跟踪测试了短组6名队员从05年1月至06年12月期间的场地专项训练情况,期间每周的场地训练课根据阶段训练目的的不同安排3~4节,每节课选择3~4种专项手段,完成5~6组的训练。

2.3 测试指标与方法

场地训练作为短距离项目的重点一直贯穿于全年训练当中,我们在6名重点运动员的场地自行车上安装了SRM系统(德国),对运动员的场地训练情况和专项能力变化进行测试和评价,主要监控的训练手段包括原地166m(50×14)、原地500m(50×14)、行进200m(49×14)、牵引666m+行进333m(50×14)。每名运动员在两年内平均累计进行了100余次场地SRM系统监控测试,收集了完整的训练课数据。选择相同传动比、相同内容的训练手段进行纵向比较分析,采用SRM系统配套软件SRMwin对采集到的数据截取有效训练区间进行统计处理。

场地SRM系统可采集到的数据主要包括骑行中的功率、频率、速度^[5],场地SRM安装在运动员的LOOK496场地自行车(法国)上,包括Powermeter、Powercontrol和数据采集线3部分,其中Powermeter包括一个165cm的不可调曲柄和可调节齿数的牙盘,主要用于采集功率和频率;数据采集线包括两个簧片开关磁场感应器,分别接收速度和频率信号并上传;Powercontrol主要用于接收和存储采集到的数据,并有计时、测温 and 计算里程、能量消耗等功能。将Powermeter、

powercontrol和数据采集线安装在运动员场地车上,在每次骑行前,首先进行斜率的校准^[6],然后开始正式测试。

SRM系统原始数据分析后得到的评价指标包括最大功率(Pmax)、最大频率(Cmax)、最大速度(Vmax)、平均功率(Pmean)、平均频率(Cmean)和平均速度(Vmean)^[7,8],同时训练中用SEIKO计时表(日本)记录运动员专项成绩。

2.4 数据统计

所有数据采用SPSS11.0统计软件包和Microsoft Excel 2003软件进行统计学处理,结果以平均数±标准差($\bar{X} \pm SD$)表示。所得数据选用Paired-Samples T Test和One-Way ANOVA两种统计方法进行统计处理,P<0.05表示有显著性差异,P<0.01表示有非常显著性差异。

3 研究结果

3.1 SRM系统在专项爆发力评定中的应用

原地166m主要反映了运动员的专项爆发力能力,由于距离较短,运动员需要在短时间内调动最大力量达到最高的骑行频率,才能获得较好的成绩。

本研究将05~06年期间的场地专项训练分为6个阶段,每个年度包括前一年的冬训巩固阶段,赛前准备阶段和下一年度的冬训准备阶段。从表2可见,06年3个阶段的原地166m的专项成绩与05年相比均有不同程度的提高,其中06年比赛准备阶段的专项成绩提高了2.66%,差异显著(P<0.05);而从专项能力指标上看,06年3个阶段的Pmean和Cmean较05年均有一定程度的提高,而3个阶段的Pmax和Cmax较05年也有一定提高,但提高的幅度相对较小。

3.2 SRM系统在力量耐力评定中的应用

原地500m训练不仅包括了原地起动,同时由于距离相对较长,因此对运动员的力量耐力要求更高。

通过对05-06年6个阶段的原地500m成绩和专项能力数据进行分析(见表3),运动员的专项能力指标的变化与原地166m表现出不同的规律。06年的原地500m的专项成绩较

表2 不同阶段原地166m专项指标变化情况

	成绩(s)	Pmax(W)	Pmean(W)	Cmax(rpm)	Cmean(rpm)
04-05冬训巩固	14.77 ± 0.02	1600.0 ± 111.31	1266.2 ± 78.26	120.0 ± 1.00	92.3 ± 2.20
05比赛准备	14.65 ± 0.03	1656.7 ± 43.43	1196.2 ± 84.61	126.7 ± 3.06	97.9 ± 6.64
05冬训准备	14.75 ± 0.21	1631.8 ± 23.03	1255.1 ± 28.00	125.5 ± 6.95	95.5 ± 7.30
05-06冬训巩固	14.46 ± 0.21	1612.3 ± 108.61	1270.4 ± 84.91	130.0 ± 10.44*	99.3 ± 8.50*
06比赛准备	14.26 ± 0.07*	1667.3 ± 72.95	1273.2 ± 53.15*	128.3 ± 8.50	100.6 ± 4.82*
06冬训准备	14.44 ± 0.03	1617.0 ± 46.60*	1365.3 ± 74.51*	125.7 ± 1.15	98.7 ± 1.50*

注:**:P<0.01,*:P<0.05,2006年与2005年3个阶段数据分别进行比较

表3 不同阶段原地500m专项指标变化情况

	成绩(s)	Pmax(W)	Pmean(W)	Cmax(rpm)	Cmean(rpm)
04-05冬训巩固	39.29 ± 1.06	1038.5 ± 61.01	744.53 ± 39.18	115.5 ± 6.24	100.38 ± 3.91
05比赛准备	37.10 ± 0.50	1098.0 ± 35.99	801.03 ± 53.85	123.0 ± 4.55	104.58 ± 1.74
05冬训准备	37.99 ± 1.08	1254.3 ± 100.63	811.25 ± 13.08	127.3 ± 6.99	109.73 ± 6.40
05-06冬训巩固	36.82 ± 0.68*	1249.3 ± 42.10*	884.93 ± 13.63*	123.3 ± 1.53*	104.47 ± 1.89
06比赛准备	35.79 ± 0.66*	1329.3 ± 114.64*	895.10 ± 31.83*	130.8 ± 8.26*	112.10 ± 6.23*
06冬训准备	37.02 ± 0.98	1175.3 ± 87.12	859.17 ± 84.07	123.0 ± 2.00	104.87 ± 3.23

注:**:P<0.01,*:P<0.05,2006年与2005年3个阶段数据分别进行比较



表4 不同阶段行进200m专项指标变化情况

	成绩 (s)	Pmax (W)	Pmean (W)	Cmax (rpm)	Cmean (rpm)
04-05 冬训巩固	12.09 ± 0.46	1186.2 ± 138.78	810.3 ± 93.94	145.6 ± 4.56	140.5 ± 5.43
05 比赛准备	11.50 ± 0.11	1371.0 ± 110.03	959.12 ± 63.23	149.9 ± 8.09	145.8 ± 6.71
05 冬训准备	11.77 ± 0.25	1258.8 ± 116.73	895.6 ± 54.44	149.5 ± 3.08	144.4 ± 2.70
05-06 冬训巩固	11.26 ± 0.09*	1357.2 ± 109.60**	939.5 ± 42.65**	153.0 ± 1.58*	148.3 ± 1.95
06 比赛准备	11.06 ± 0.14	1350.0 ± 88.96	943.8 ± 52.94	155.2 ± 4.88*	151.1 ± 3.88
06 冬训准备	11.23 ± 0.04	1312.8 ± 93.12	948.3 ± 45.72*	154.5 ± 6.35*	149.85 ± 6.20

注: **:P < 0.01, *:P < 0.05, 2006年与2005年3个阶段数据分别进行比较

表5 不同阶段牵引666m + 333m专项指标变化情况

	成绩 (s)	Pmax (W)	Pmean (W)	Cmax (rpm)	Cmean (rpm)
04-05 冬训巩固	21.94 ± 0.23	910.0 ± 12.12	647.1 ± 8.81	135.2 ± 12.36	125.8 ± 6.35
05 比赛准备	20.17 ± 0.45	842.1 ± 11.23	662.5 ± 14.40	150.6 ± 4.76	130.6 ± 5.89
05 冬训准备	20.41 ± 0.88	778.0 ± 15.36	561.1 ± 12.98	145.9 ± 7.43	126.3 ± 7.52
05-06 冬训巩固	19.94 ± 0.08*	904.0 ± 10.55	724.4 ± 9.78*	149.5 ± 3.76*	139.9 ± 9.28*
06 比赛准备	18.74 ± 0.21*	996.1 ± 35.28**	774.2 ± 20.89**	147.5 ± 10.38	146.1 ± 3.33
06 冬训准备	19.70 ± 0.48*	673.9 ± 21.65	513.9 ± 4.89	146.0 ± 9.82	142.2 ± 4.23

注: **:P < 0.01, *:P < 0.05, 2006年与2005年3个阶段数据分别进行比较

05年均有所提高,其中,05-06年冬训巩固阶段和06年比赛阶段的专项成绩提高明显(P < 0.05),分别提高了6.29%和3.53%;同时,两个阶段的Pmean与05年相比分别提高了15.87%和10.51%,具有显著性差异(P < 0.05);而两个阶段的Pmax和Cmax与05年相比也均有显著性提高(P < 0.05),但从6个阶段的专项成绩和Pmax、Cmax变化趋势上看,成绩与最大功率、频率的变化趋势并不一致。

3.3 SRM系统在专项最大速度评定中的应用

行进200m属于较短距离的行进间冲刺训练,主要是对运动员高速能力和高频率感觉的训练,这两方面能力的提高对于短距离运动员参加争先赛和凯林赛等个人项目十分重要。通过SRM系统的训练监控,一方面可以对不同阶段运动员在最大速度和频率上能力的提高进行评价,另一方面,也可通过速度和频率的相应改变来判断运动员的疲劳程度。

从行进200m的专项成绩上看(见表4),06年3阶段的行进200m成绩与05年相比分别提高了6.87%、3.83%和4.59%,其中冬训巩固阶段的提高比较明显(P < 0.05)。从专项能力指标上来分析,3阶段Cmax的提高与05年相比比较显著(P < 0.05),而Cmean也有所提高,但变化并不明显;Pmax和Pmean仅在冬训巩固阶段出现了非常显著的提高(P < 0.01),分别提高了12.60%和13.75%。从05-06年6个阶段的专项成绩和专项能力变化规律上看,Pmax、Pmean与成绩的变化趋势并不一致,而Cmax、Cmean的变化规律则与专项成绩变化较为一致。

3.4 SRM系统在速度耐力评定中的应用

牵引666m + 333m这一手段是运动员在333m一圈的场地上跟骑摩托车两圈后,再独自骑行一圈的训练方法,教练员在两圈的牵引过程中逐渐提高速度,在两圈结束时使运动员达到一个较高的初速度,并在第三圈的骑行中尽力维持速度不下降。这种训练方法的目的是在运动员通过牵引体能消耗80%左右后,让运动员维持高速骑行,从而使运动员的高速耐力得到训练。

从05-06年6个阶段的SRM系统专项监控数据上看,06年3个阶段的专项成绩较05年有了比较明显的提高(P < 0.05),

分别提高了9.12%、7.09%和3.48%;而从专项能力指标上分析,06年冬训巩固阶段的Pmean、Cmax和Cmean与05年相比提高幅度较大,具有显著性差异(P < 0.05);而06年比赛准备阶段的Pmax和Pmean两项指标较05年相比分别提高15.46%和14.43%,具有非常显著性差异(P < 0.01)。而从6个阶段的专项成绩和专项能力变化上来看,仅有Cmean的变化趋势与专项成绩的变化相一致。

4 讨论

SRM系统是目前世界上最先进的自行车专项测试设备之一,其场地SRM系统安装在运动员的场地自行车上,可准确测试运动员实际训练比赛过程中专项能力指标的变化情况^[7],从而为教练员提供运动成绩以外的专业化评价指标,能够更加准确地分别分析影响运动成绩的不同专项能力变化情况,为教练员制定有针对性的训练计划,以及评价训练效果提供参考。

目前,国际上SRM系统正越来越广泛的应用于高水平自行车运动员训练和比赛当中,其中,德国和英国将场地SRM系统应用于场地自行车专项训练和比赛的测试和评价中,有效提高了运动水平。然而当前SRM系统主要应用于中长距离自行车训练当中^[8],如何筛选有效指标评价短距离自行车训练水平,还有待进一步研究。

原地166m是短距离自行车专项爆发力的主要训练手段之一,运动员在15s左右完成骑行,以磷酸原供能为主。本研究中,通过一年的专项训练,运动员06年3个阶段的成绩均较05年有所提高,而从3个阶段的成绩来看,比赛准备阶段由于天气逐渐转暖以及专项训练重点从量向强度的转化,成绩要明显好于冬训期间。从专项运动能力指标变化情况看来,在运动成绩提高的同时,功率和频率指标均有所提高,但平均功率和平均频率的提高幅度要明显大于最大功率和最大频率,提示运动员爆发力的维持能力有所提高。

大传动比的原地500m训练是短距离自行车力量耐力的主要训练手段,运动员在35s左右完成骑行,以糖酵解供能



为主。本研究中,通过力量耐力训练,运动员06年3阶段的原地500m成绩较05年显著提高,但从专项能力指标上看,各阶段平均功率和平均频率的变化趋势与成绩相一致,而最大功率和最大频率的变化与成绩的改变不符。这可能是因为运动员在原地500m骑行中,即使在前程达到很高的功率,如果后程不能坚持,成绩也一定不会好。因此,在评价短距离运动员力量耐力方面,平均功率和平均频率是更加科学有效的指标。

在奥运会场地自行车比赛中,行进200m是争先赛的计时预赛,因此监控评价短距离运动员行进200m训练和比赛的专项能力指标具有重要意义。运动员在10~12s左右完成骑行,能量代谢以磷酸原供能为主,对于固定飞轮的场地自行车来说,行进200m对运动员专项频率水平的要求较高。本研究中,06年3阶段的行进200m专项成绩与05年相比有了一定提高,运动员的专项最大速度能力有所提高,从两年期间不同阶段专项能力指标的变化趋势来看,最大和平均频率的改变与成绩的变化较一致,而功率的变化则无相应趋势,这可能是由于在行进200m骑行中,运动员的加速段并不在200m区间中,加速过早或过晚都会造成功率指标的变化,最大或平均功率大可能是由于加速过晚造成的,此时成绩反而会下降。因此,在行进200m训练中,Cmax和Cmean是最为有效的评价指标。

在场地短距离自行车运动训练中,摩托车牵引是主要速度训练方法之一。本研究中,牵引666m+333m的主要训练目的是通过666m的牵引消耗运动员80%左右的体能,同时让运动员达到一个较高的初速度,然后让运动员自己骑行333m,从而达到训练运动员高速耐力的目的。本研究中,06年与05年相比,3个阶段行进333m的成绩都有不同程度的提高,而几项专项能力指标的变化趋势却不尽相同,最大功率和平均功率受到天气、场地、风力以及跟骑技术等的影响,往往不能准确反映运动成绩,而Cmax更多与摩托车牵引第二圈的速度有关,Cmax的水平高并不一定成绩好,而Cmean的变化趋势与专项成绩一致,是SRM系统监测中反映场地自行车高速耐久力的有效指标之一。

女子短距离项目一直以来是我国场地自行车发展的重点,在2004年的雅典奥运会上,北京选手江永华获得了女子500m计时赛银牌,创造了我国场地自行车项目的最好成绩。目前,在场地自行车短距离项目训练中,绝大多数教练员是依靠成绩来评价训练完成情况和阶段训练效果的。然而,在实际训练过程中,成绩的影响因素很多,包括气温、风力、场地摩擦力,以及运动员的力量和频率水平,仅用成绩是很难准确评价短距离运动员专项能力水平^[9~11]。将SRM系统应用到场地短距离项目运动训练中,对于准确评价专项能力具有重要意义^[12]。

5 结论

5.1 通过SRM训练系统监测自行车运动员训练中的实时情况,能更好地了解运动员专项运动能力的发展水平,确保运动员训练的专项化、科学化。

5.2 在对短距离自行车爆发力评价中,最大和平均功率、最大和平均频率均是反映运动能力的有效指标;而平均功率和平均频率是反映力量耐力的有效指标。

5.3 在对短距离自行车专项最大速度的评价中,最大和平均频率是反应运动能力的有效指标;而平均频率是反映高速耐力的有效指标。

5.4 SRM系统测试结果可以比较客观的反映运动员的体能状态,帮助教练员在比赛、训练中选取与运动员专项能力、环境阻力相匹配的最佳传动比,使运动员的功率——频率关系达到最佳。

参考文献:

- [1] Burke ER. SRM training system[J]. Winning bicycling illustrated, 1996, (150): 62.
- [2] Ingersoll J. Just look who's using the SRM[J]. VeloNews, 1996, 25(10): 31-33.
- [3] Paton CD, Hopkins WG. Tests of cycling performance[J]. Sports medicine, 2001, 31(7): 489-496.
- [4] 张百鸣,沈金康,朱柏强. 场地自行车在直弯道之间的速度波动研究[J]. 体育科研, 2005; 26(1): 57~60.
- [5] Craig N. Measuring power output - the SRM Powermeter developed in Germany[J]. Bicycling Australia, 1995, 6(3): 66-68.
- [6] Lawton EW, Martin DT, Lee H. Validation of SRM power cranks using dynamic calibration [J]. Sports Medicine Australia, 1999: 199.
- [7] Balmer J, Davison RCR, Coleman DA, et al. The validity of power output recorded during exercise performance tests using a Kingcycle air-braked cycle ergometer when compared with an SRM powermeter[J]. International journal of sports medicine, 2000, 21(3): 195-199.
- [8] Ravier G, Grappe F, Rouillon JD. Comparison between the maximal variables of velocity, force and power from two analysis methods in the functional assessment of karate[J]. Science and sports, 2003, 18(3): 134-140.
- [9] Golich D, Broker J. SRM bicycle instrumentation and the power output of elite male cyclists during the 1994 Tour DuPont[J]. Performance conditioning for cycling, 1996, 2(9): 6, 8.
- [10] Broker JP, Kyle CR, Burke ER. Racing cyclist power requirements in the 4000-m individual and team pursuits[J]. Medicine and science in sports and exercise, 1999, 31(11): 1677-1685.
- [11] Smith MF, Davison RCR, Balmer J, et al. Reliability of mean power recorded during indoor and outdoor self-paced 40 km cycling time-trials[J]. International journal of sports medicine, 2001, 22(4): 270-274.
- [12] Gardner AS, Stephens S, Martin DT, et al. Accuracy of SRM and power tap power monitoring systems for bicycling[J]. Medicine and science in sports and exercise, 2004, 36(7): 1252-1258.

(责任编辑:何 聪)