



自行车运动员场地专项训练期间消除疲劳的不同方法个体研究

马国强¹, 李之俊¹, 杨涛², 刘茂²

摘要:在场地专项力量耐力训练课期间,设计了在训练组间间歇先恢复骑行再按摩的消除疲劳干预模式,与仅进行按摩和恢复骑行两种模式进行了比较分析。研究发现,按摩放松可有效缓解运动员场地大强度力量耐力训练后局部肌肉的酸胀、疼痛感,对于保证训练强度作用显著;而主动恢复性骑行可改善神经肌肉系统机能,加快代谢产物消除,预防疲劳积累。初步确定在力量耐力训练组间间歇进行恢复骑行10min后再局部按摩10min的个体化最佳疲劳消除干预模式。

关键词:专项力量耐力;疲劳消除;按摩;主动性恢复骑行

中图分类号:G804.5 文献标识码:A 文章编号:1006-1207(2010)05-0063-04

Individual Research on the Effects of the Different Fatigue Elimination Methods during the Specific Track Cycling Training

MA Guo-piang¹, LI Zhi-jun¹, YANG Tao² et al

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

Abstract: In the period for specific strength endurance training, the authors designed an intervention mode of fatigue elimination, which requests cyclist to perform recovering ride first and then receive massage during breaks. This was compared with the method of adopting massage or recovering ride only. The study reveals that massage may relieve muscle soreness and pain effectively after the intensive strength endurance training, which is obviously useful in maintaining training intensity. While active rovinging ride may improve the functions of neuromuscular system, hasten the elimination of metabolites and prevent fatigue accumulation. The best intervention mode of fatigue elimination is to practise recovering ride for 10 minutes and then receive massage for another 10 minutes during the breaks of strength endurance training.

Key words: specific strength endurance; fatigue elimination; massage; active recovering ride

在现代竞技体育运动训练中,从制定个体化的训练计划,进行个体化的机能评定,到开展针对性的消除疲劳干预,无处不体现着个体化的趋势,这是由运动员不同生理机能状态适应运动负荷能力的差异决定的^[1]。在上海自行车队男子短组2009年十一运会备战期间,场地专项力量耐力训练是提高运动员速度耐力和成绩的主要方法之一。训练由于接近专项要求,运动员对运动强度的反应较大,一般在完成每节场地训练课中都会出现体能水平逐渐下降,训练完成质量逐渐降低的现象,影响了训练效果。

本研究在全运会备战期间,以男子短组的重点队员为研究对象,设计了在场地训练组间间歇期间先恢复骑行再按摩的消除疲劳干预模式,研究选取场地专项能力评价指标,与仅进行按摩和恢复骑行两种模式进行了比较分析,一方面为重点队员选择最佳的消除疲劳方法提供实验依据,另一方面为全运会备战训练提供了科技保障,具有重要的实践价值。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究以上海自行车队男子短组全运重点队员汪××为研究对象,26岁,身高184 cm,体重87 kg,国家健将,专项训练年限9年,全运会参赛项目为场地1 km计时赛和奥林匹克团体竞速赛。

1.2 专项训练与消除疲劳干预内容

上海自行车队男子短组于2009年8月初赴法训练,地点在法国耶荷市南部赛车场,场地力量耐力课在每周星期五上午进行,训练负荷较大。训练内容为大传动比中长距离骑行,传动比为52×13,训练内容为首先20 min摩托车牵引准备活动(传动比46×15),然后调换传动比开始正课内容,首先为蓝线20 km/h开始行进500 m骑行×2组(1st500 m和2nd500 m),组间间歇为20 min,成绩要求在31.5 s左右;然后为20 km/h开始行进750 m骑行×2组(1st750 min

收稿日期:2010-07-05

基金项目:上海体育局科技腾飞计划项目(07TF001)

第一作者简介:马国强,男,助理研究员,主要研究方向:运动员身体机能评定与运动训练监控。

作者单位:1上海体育科学研究所,上海 200030;2上海体育职业学院,上海 201100

和2nd750 m), 组间间歇为20 min, 成绩要求在47.5 s左右。训练课从上午8:30开始至11:30结束, 总时间180 min左右。

汪××的疲劳消除干预实验在2009年8月期间完成, 训练期间气候环境比较稳定, 对训练的影响相对一致。实验在到达法国的前3个星期的星期五上午进行, 由于3次实验在半个月之内完成, 且每周仅安排一节场地力量耐力课, 而实验之前由于参加全运预赛已有两个月未进行系统的力量耐力训练, 因此训练对运动员实验中专项数据的影响相对较小。实验分组和时间安排见表1。

表1 3周场地力量耐力训练课消除疲劳干预内容时间表
Table I Arrangement of Fatigue Elimination during 3-Week Track Strength Endurance Training

分组	时间	气温/℃	风力/级	疲劳消除干预
M	09.8.14	31	1	按摩放松20min
A	09.8.21	35	1	恢复性骑行20min
M+A	09.8.28	32	2	恢复性骑行10min+按摩10min

场地专项训练期间的按摩放松在4组训练每组结束后的20 min 间歇时间内进行, 操作流程为臀部——双腿后外侧——两大腿前侧, 按摩手法以中重度揉、按压、点和拉伸为主, 其中M(按摩放松组)组按摩放松时间20 min; 主动恢复性骑行也在4组训练每组结束后进行, A(活动组)组在场地放松道使用公路车骑行20 min, 传动比42×17; M+A组的按摩放松和恢复性骑行内容方法分别与M和A组相同, 在间歇时间内先进行10 min恢复性骑行, 然后马上再进行10 min按摩放松。

1.3 测试内容

测试内容包括场地专项指标和成绩, 其中场地专项指标使用德国产自行车专项测试评定系统(Schoberer Rad Me ß technik, SRM)采集和分析, 专项成绩指标使用SEIKO计时表(日本)记录运动员训练骑行总成绩。

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^[2]。将场地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175 cm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、测温和计算里程、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^[3], 然后开始正式测试。

采用SRM系统配套软件SRMwin对采集到的原始数据截取有效训练区间进行分析, 得到的评价指标包括最大功率(Pmax)、最大频率(Cmax)、平均功率(Pmean)和平均频率(Cmean)^[4、5]。

1.4 数据统计方法

所有数据均使用Microsoft Excel 2003软件进行处理, 组间以及前后数据间的比较以高于或低于的百分比(%)进行

阐述。

2 研究结果

2.1 不同消除疲劳方法对汪××专项力量耐力训练中成绩的影响

在汪××场地专项力量耐力训练期间采用不同的消除疲劳模式, 对运动员的场地专项成绩产生了不同程度的影响(见表2)。

表2 3种消除疲劳方法对汪××专项力量耐力课成绩的影响(单位:s)

Table II Effects of 3 Fatigue Elimination Methods on Mr. Wang's Performance during Specific Strength Endurance Training

分组	1st500m	2nd500m	1st750m	2nd750m
M	31.55	31.19	48.03	47.97
A	31.46	31.31	48.24	47.60
M+A	31.51	31.15	47.58	47.07

由于训练开始前并没有进行任何干预, 汪××完成1st500 m的成绩3组之间没有明显差别; 通过第一组训练结束后的干预, M组和M+A组完成2nd500 m的成绩相似, 并较A组好, 其中M+A组提高幅度最大, 为1.43%, A组最小, 为0.48%。

在接下来进行第三组训练1st750 m骑行时, M组和A组的成绩没有明显差别, 但M+A组成绩与两组相比分别要高了0.94%和1.37%; 通过3种消除疲劳干预, 汪××在完成2nd750m时成绩均出现了进一步提高的现象, M、A和M+A组分别提高了0.13%、1.33%和1.07%, 但3组之间相比, M+A组完成的成绩最好, 达到了47 s左右, 与A组相比高1.11%。

2.2 不同消除疲劳方法对汪××专项力量耐力训练中功率指标的影响

专项骑行功率反映了运动员在场地专项训练中, 单位时间内通过骑行做功的能力。本研究专项力量耐力训练方法中, 最大功率一般在训练开始阶段的0.5~2 s内出现, 反映了运动员的最大做功能力; 而平均功率主要体现了运动员在整个有效骑行过程中的总做功能力, 与成绩具有较强的相关性。

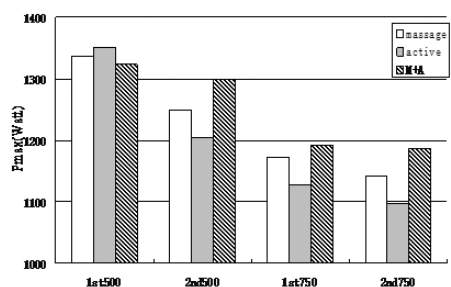


图1 3种消除疲劳方法对汪××专项力量耐力课最大功率的影响

Figure 1 Effects of 3 Fatigue Elimination Methods on Mr. Wang's Maximum Power during Specific Strength Endurance Training



图1是汪××在场地专项力量耐力训练课期间,3种消除疲劳方法对4组骑行过程中Pmax的影响。在运动员进行第一组500 m训练时,由于没有恢复干预,3组之间Pmax的差距较小,仅在30 W以内;通过第一组训练后的干预,汪××在完成2nd500 m时的Pmax出现了明显的不同,M+A组较M组和A组分别高了3.84%和7.90%,且与1st500 m训练Pmax相比,M+A组仅下降了1.96%,降幅最小。

运动员在完成两组750 m训练时,项目特点决定了最大功率较500 m训练明显要低。从汪××完成第三组1st750 m的Pmax来看,M+A组最大功率仍为最高为1192 W,但M组的最大功率与M+A组接近,仅低了20 W,且两组与A组相比明显要高;之后运动员在完成第四组2nd750 m时,M组和A组Pmax分别下降了2.56%和2.57%,但M+A组仅降低了0.42%,且Pmax值明显高于另两组。恢复骑行与按摩相结合的方式可有效维持运动员完成训练的最大功率水平。

场地专项力量耐力训练课期间,3种消除疲劳干预对4组骑行过程中Pmean的影响见图2。采用不同恢复方式时,汪××完成4组训练的Pmean产生了相同的变化规律,即2nd500 m的Pmean较第一组500 m有所下降,而运动员完成750 m的Pmean较500 m明显降低,其中2nd750 m的Pmean与1st750 m相比稍有提高。

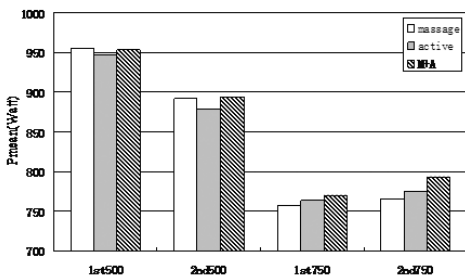


图2 3种消除疲劳方法对汪××专项力量耐力课平均功率的影响

Figure 2 Effects of 3 Fatigue Elimination Methods on Mr. Wang's Average Power during Specific Strength Endurance Training

与完成1st500 m时的Pmean相比,M和M+A组在完成2nd500 m时分别下降了6.74%和6.25%,而A组下降幅度稍大,降低了7.23%;接下来在完成第三组750 m训练时,M+A组Pmean较另两组要高,而A组则稍高于M组;在完成最后一组750 m训练时,与1st750 m相比M、A和M+A组的Pmean分别升高了1.16%、1.42%和3.13%,M+A组的升高幅度明显较大。主动性恢复骑行的恢复作用越在训练课的最后阶段体现得越明显。

2.3 不同消除疲劳方法对汪××专项力量耐力训练中频率指标的影响

专项骑行频率是运动员在场地骑行中单侧腿每分钟完成的踏蹬圈数,专项频率与运动员神经系统发放冲动频率和运动员骑行技术有关。在场地专项力量耐力训练中,Cmax通常在500 m的第二个125 m分段和750 m的第二个250 m分段中出现,体现了神经系统对骨骼肌的充分募集,克服较大阻力达到最高骑行频率的能力;而Cmax则与神经连续发

放冲动,募集骨骼肌完成踏蹬动作的耐力有关。

图3是汪××在场地专项力量耐力训练课期间,3种消除疲劳干预对4组骑行过程中Cmax的影响。与完成1st500 m训练中的Cmax相比,M和A组在完成第二组500 m训练时的Cmax没有明显变化,但M+A组的Cmax却显著提高了1.6%。

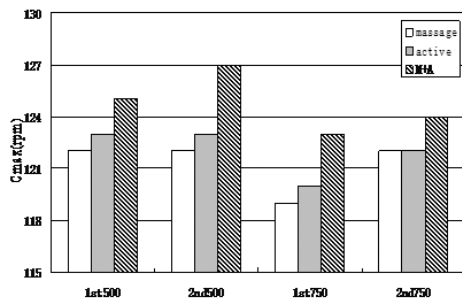


图3 3种消除疲劳方法对汪××专项力量耐力课最大频率的影响

Figure 3 Effects of 3 Fatigue Elimination Methods on Mr. Wang's Maximum Frequency during Specific Strength Endurance Training

接下来在完成第三组的1st750 m训练时,受专项训练特点的影响,采用不同恢复干预的Cmax均有所下降,但M+A组仍较M和A组要高3.36%和2.5%;之后在完成第四组2nd750 m训练时,通过3种恢复干预,M、A和M+A组的Cmax与1st750 m相比分别提高了2.52%、1.67%和0.81%,按摩组提高幅度最大,而恢复性骑行与按摩相结合组稍有提高。

场地专项力量耐力训练课期间,4种消除疲劳干预对4组骑行过程中Cmax的影响见图4。与完成第一组500 m训练相比,汪××在进行2nd500 m训练时,M、A和M+A组的Cmean分别提高了1.31%、0.26%和1.75%,其中M+A组提高最多,但3组间的Cmean却没有明显差别。

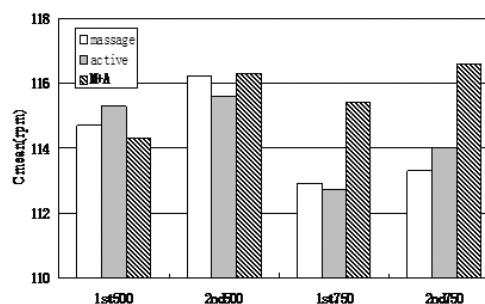


图4 3种消除疲劳方法对汪××专项力量耐力课平均频率的影响

Figure 4 Effects of 3 Fatigue Elimination Methods on Mr. Wang's Average Frequency during Specific Strength Endurance Training

通过第二组训练后的恢复干预,汪××在完成第三组750 m训练时Cmean均出现降低的现象,M和A组分别降低了2.84%和2.51%,而M+A组仅仅下降了0.77%,降低幅度明显要小;而在完成最后一组750 m训练中,汪××在采用不同消除疲劳手段后Cmean均有所提高,其中M组提高最小,A组虽然升高了1.15%,但Cmean仅达到114 rpm,显著低于M+A组的116.6 rpm的水平。



3 分析与讨论

场地自行车专项力量耐力训练是国内外高水平短距离自行车专项训练的核心内容之一。在场地自行车短距离比赛中,在一个恰当的频率范围内,使用的传动比越大骑行速度越快,成绩就越好。而这种克服大传动比,达到并维持较高骑行频率的力量,就是场地自行车的专项力量。相对大传动比下高频率骑行维持时间越长,运动员的专项力量耐力水平越高。

汪××是上海自行车队备战全运重点队员,其主项为1 km 计时赛和团体竞速赛三道,均是短距离比赛中对运动员力量耐力和速度耐力要求较高的项目。有研究表明^[6],当运动员专项水平越高时,其专项训练的比例也越高。在男子短组的专项训练中,力量耐力是汪××场地训练的重点内容之一。而专项力量耐力训练由于贴近比赛、传动比较大、骑行距离较长,也是短距离自行车所有训练手段中,运动员机体对训练负荷反应最大,疲劳积累最深的训练内容。

SRM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^[7、8]。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0.5 s^[9],可准确评价运动员场地训练过程中专项能力变化情况,为评价训练效果和疲劳程度提供科学依据^[10]。香港体育学院的张百鸣等学者较早的将SRM系统应用到场地自行车运动训练比赛当中,进行了场地自行车在直弯道之间的速度波动^[11],以及不同场地的骑行功率、阻力、速度和场地条件关系的探讨^[12]等研究。

上海体育科学研究所于2005年将SRM系统应用于上海自行车队备战十运会,开展了大量研究^[13、14]。其中,在对运动训练中专项力量耐力水平进行评价的研究中发现,平均功率和平均频率是评价力量耐力的有效指标,与成绩指标具有一定相关性^[15]。因此,将平均功率和平均频率与运动成绩相结合,是评价场地运动员疲劳程度和恢复效果的有效指标,而本研究中最大功率和频率也在一定程度上反映了恢复干预对骨骼肌和神经-肌肉偶联体系的影响。

首先,从训练课成绩的变化情况来看,在开始的前一两组训练中,由于训练内容为行进500 m训练,骑行距离相对较短,此时疲劳积累较轻,采用按摩的效果比较好。研究表明^[16],通过有效地按摩放松可促进血液循环,减轻肌肉酸胀感觉,缓解神经肌肉疲劳,有利于接下来训练强度的完成。

但随着训练的进行,运动员疲劳积累加深,代谢产物堆积增加,仅按摩已不能有效缓解肌肉由于代谢产物刺激导致的供能能力的降低,此时主动性骑行的作用变得更加明显,通过低负荷小频率的快速骑行,运动员主要做功肌肉得到快速收缩,通过肌肉的挤压局部血液循环明显加快,代谢产物的清除速率也明显提高。表现在成绩上,在后两组750 m训练中,采用主动性骑行恢复时运动员成绩提高的幅度较大,受疲劳的影响较小。

其次,从不同消除疲劳干预对功率指标的影响来看,按摩放松由于减轻了肌肉酸胀感,因此在对训练中最大功率的维持上,效果更加明显;而在对平均功率的影响上,前

两组行进500 m训练中,按摩仍较恢复性骑行效果要好,但进入后两组行进750 m骑行时,肌肉神经系统的疲劳更加明显,通过恢复性骑行可缓解局部肌肉损伤和神经疲劳,因此对平均功率的维持作用要优于按摩放松。

不同消除疲劳方法对最大和平均频率的影响也有所区别。主动性恢复骑行是在大负荷一定频率下骑行后进行小负荷的高频骑行,恢复骑行频率往往要高于正式训练,可能会对神经发放冲动构成良好的诱导,因此较按摩放松更好地恢复了运动员的最大频率能力;此外,由于专项力量耐力训练所用传动比较大,运动员骑行过程中维持频率会对肌肉力量具有较高要求,按摩对肌肉的良好作用造成了按摩放松组,与恢复性骑行相比运动员的平均频率维持较好。

第三,与仅采用按摩放松和主动性恢复骑行的专项力量耐力训练课相比,采用恢复性骑行配合按摩放松模式时,运动员在运动成绩、功率和频率方面均表现最佳,特别是在训练课中完成后两组行进750 m训练时,M+A恢复模式可有效防止第三组行进750 m各专项指标的下降,并更有效地提高运动员完成第四组行进750 m的训练强度。恢复性骑行10 min后再进行10 min按摩放松,虽然分别减少了恢复骑行和按摩的时间,但二者的有机结合充分发挥了两种消除疲劳手段的优势,可能是促进运动员场地专项力量耐力训练组间体能恢复,保证较高训练强度的最佳模式。

4 结论

4.1 在场地专项力量耐力训练中,专项成绩、平均功率和平均频率是评价运动员疲劳积累的有效指标,而最大功率、最大频率有针对性地反映了运动员骨骼肌和神经系统的疲劳程度。

4.2 按摩放松可有效缓解运动员场地大强度力量耐力训练后局部肌肉的酸胀、疼痛感,对于保证训练强度作用显著;而主动恢复性骑行可改善神经肌肉系统机能,加快代谢产物消除,预防疲劳积累。

4.3 针对重点队员汪××的场地专项力量耐力训练,确定了在组间间歇20 min内进行恢复骑行10 min后再局部按摩10 min的最佳疲劳消除干预模式。

参考文献:

- [1] 邓运龙. 个案运动训练理论引论[J]. 中国体育科技, 2006, 42(5): 8-14.
- [2] Craig N.(1995). Measuring power output - the SRM Powermeter developed in Germany. *Bicycling Australia*, 6(3):66-68.
- [3] Lawton EW, Martin DT, Lee H.(1999). Validation of SRM power cranks using dynamic calibration. *Sports Medicine Australia*, 199.
- [4] Balmer J, Davison RCR, Coleman DA, et al.(2000). The validity of power output recorded during exercise performance tests using a Kingcycle air-braked cycle ergometer when compared with an SRM powermeter. *International journal of sports*



- [7] 陈灏珠. 关于心率变异性的研究[J]. 中华内科杂志, 1995, 34(5): 291-292
- [8] Andre E, Auber, Bert Seps, et al.(2003). Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Med*, 33(12):889-919
- [9] A.L.T. Uusitalo, A.J.Uusitalo, H.K.Rusko.(2000). Heart Rate and Blood Pressure Variability during Heavy Training and Overtraining in the Female Athlete. *Int J Sports Med*, 21:45-53
- [10] D Atlaoui, V Pichot, L. Lacoste, et al.(2007). Heart Rate Variability, Training Variation and Performance in Elite Swimmers. *Int Sports Med*, 28:394-400.
- [11] C P Earnest, R Jurca, T S Church, et al.(2004). Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclist during the Tour of Spain. *Br J Sports Med*, 38:568-575
- [12] Macor F, Fagard R, Amery A.(1996). Power Spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: comparison between cyclist and controls. *J Int J Sports Med*, 17(3):1775-1781
- [13] Furlan R, Piazza S, Dell'Orto, et al.(1993). Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. *Cardiovasc Res*, 27(3):482-488
- [14] Buchheit M, Simon C, Viola AU, et al.(2004). Heart rate variability in sportive elderly: relationship with daily physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 36:601-605.
- [15] 李之俊, 高炳宏. 男子赛艇运动员有氧能力与心率变异性分析[J]. 中国运动医学杂志, 2006, 25(2): 2232-2233
- [16] Martin Bachiheit, Chamtal Simon, Antoine Eranio Viola.(2001). Heart rate Variability Sportive Elderly, Relationship with Daily Activity. *Med Sci Sports Exe*, 36(4):601-605
- [17] R Seals et al.(1989). Influence of physical training on heart rate variability and baro reflex circulatory control. *J Appl Physiol*, 66(4): 1886-1895
- [18] 曹西南, 杨远和. 二磷酸果糖对心脏作用及机制研究进展[J]. 医药导报, 2004, 23(4)

(责任编辑: 何聪)

(上接第66页)

- medicine*, 21(3): 195-199.
- [5] Ravier G, Grappe F, Rouillon JD.(2003). Comparison between the maximal variables of velocity, force and power from two analysis methods in the functional assessment of karate. *Science and sports*, 18(3): 134-140.
- [6] 魏安奎. 大运动量训练的运动生理学分析与探讨[J]. 中国运动医学杂志, 2003, 22(4): 24-30.
- [7] Burke ER.(1996). SRM training system. *Winning bicycling illustrated*, 150:62.
- [8] Ingersoll J.(1996). Just look who's using the SRM. *VeloNews*, 25(10):31-33.
- [9] Paton CD, Hopkins WG.(2001). Tests of cycling performance. *Sports medicine*, 31(7):489-496.
- [10] Gardner AS, Stephens S, Martin DT, et al.(2004). Accuracy of SRM and power tap power monitoring systems for bicycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(7):1252-1258.
- [11] 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.
- [12] 张百鸣, 沈金康, 朱柏强. 场地自行车运动员在不同场地的骑行功率、阻力、速度和场地条件关系的探讨[J]. 体育科学, 2005, 25(1): 33-36.
- [13] 苟波, 严金慧, 李之俊等. SRM训练系统在场地短距离自行车运动员专项力量训练中的应用[J]. 西安体育学院学报, 2008, 25(5): 18-22.
- [14] 苟波, 李之俊, 严金慧等. SRM功率自行车模拟场地原地起动的研究[J]. 体育科学, 2007, 27(5): 38-42.
- [15] 李之俊, 马国强, 苟波. 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[J]. 体育科研, 2007, 28(4): 26-30.
- [16] 李子让. 两种不同按摩方法对消除运动性疲劳的效果观察[J]. 中国运动医学杂志, 2000, 19(2): 51-54.

(责任编辑: 何聪)