



# BMX 小轮车泥地竞速赛的有氧和无氧代谢特征

陈建敏, 宋永旺

**摘要:**目的:研究和揭示小轮车泥地竞速比赛的有氧代谢和无氧代谢特征。方法:对3名广东省重点运动员在赛前模拟赛、全国冠军赛和锦标赛赛时进行全程心率和赛后血乳酸进行值测试和分析。结果:(1)在模拟赛、全国冠军赛和全国锦标赛赛时运动员每轮比赛的最高心率都达到个人峰值心率( $HR_{peak}$ )的90%以上,平均心率达到88%  $HR_{peak}$  以上;(2)每轮比赛赛后间歇期平均心率处在67%~70% $HR_{peak}$  的中等强度心率范围,且整体呈上升趋势;(3)全国正式比赛赛后血乳酸水平明显高于模拟赛,达到最高乳酸训练区(血乳酸值大于15 mmol/L)的强度。结论:小轮车泥地竞速项目不仅对运动员最大无氧代谢能力提出了极高要求,同时要求运动员具备优秀的有氧代谢能力。

**关键词:**小轮车;比赛;有氧代谢;无氧代谢;特征

中图分类号:G804.22 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2018)04-0065-05  
DOI:10.12064/ssr.20180411

## Aerobic and Anaerobic Metabolic Characteristics of BMX Mud Racing

CHEN Jianmin, SONG Yongwang

(Huangcun Sports Training Center of Guangdong Province, Guangzhou, 510663, Guangdong)

**Abstract:** Objective: To study and reveal the characteristics of aerobic and anaerobic metabolism in BMX racing. Method: The full-time heart rate and blood lactic acid value after each round of 3 elite athletes of Guangdong Province were measured and analyzed during the pre-competition simulation race and the national championships. Result: (1) The maximum heart rate of the subjects in each round reached more than 90% of the individual peak heart rate ( $HR_{peak}$ ), and the average heart rate reached more than 88%  $HR_{peak}$ . (2) The average heart rate during the interval period after each round was in the range of moderate heart rate of 67% -70%  $HR_{peak}$ , and the overall trend was upward. (3) The value of blood lactic acid (BLA) after the national championships was obviously higher than that of the simulation competition, reaching the highest training area lactate (BLA> 15 mmol/L). Conclusion: BMX racing not only requires the maximum anaerobic metabolic ability of the athletes, but also requires excellent aerobic metabolic capacity.

**Key Words:** BMX; racing; aerobic metabolism; anaerobic metabolism; characteristics

小轮车泥地竞速运动竞争激烈,技巧性强,同时又具有极强的对抗性,体能要求很高。检测和分析小轮车优秀运动员在重要比赛全过程的心率表现及赛时和赛后即刻的血乳酸指标,有助于进一步理解小轮车泥地竞速运动的有氧和无氧代谢特征,加深对项目特点的认识,为日常训练计划制定和赛时指挥提供借鉴。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

广东省优秀女子小轮车运动员马××,女,27岁,

身高163 cm,体重61 kg,国家运动健将,亚运会冠军;官××,女,22岁,身高160 cm,体重55 kg,国家运动健将、全国锦标赛第二名;廖××,女,25岁,身高163 cm,体重60 kg,国家运动健将、全国冠军赛第二名。

### 1.2 测试指标与方法

对赛前模拟赛、全国冠军赛和全国锦标赛时运动员的心率和血乳酸指标进行了测试,以反映小轮车项目赛时的负荷强度和供能特征。三类比赛分别在广州(赛道长365 m,女子运动员平均完成时间38~42 s)、宿迁(赛道长约355 m,女子运动员平均完

收稿日期:2018-05-31

第一作者简介:陈建敏,男,助理研究员。主要研究方向:运动人体科学。E-mail:chjm4301@sina.com。

作者单位:广东省黄村体育训练中心,广东省广州市,510663。



成时间 37~41 s)和太原(赛道长 360 m,女子运动员平均完成时间 37~42 s)进行,3 条赛道均举办过年度最高级别的全国锦标赛,难度差别不明显。广州模拟赛与全国冠军赛和锦标赛赛时的间歇时间相近(前三轮预赛赛后间歇时间约为 20~25 min,预赛和半决赛之间间歇 40~45 min,半决赛与决赛之间间歇约为 30~35 min)。

### 1.2.1 心率测试

#### 1.2.1.1 个人峰值心率( $HR_{peak}$ )

运动员在模拟赛前一个月的功率车强度训练课上,作为训练课的开始部分,进行了个人峰值的测试。测试办法为:首先在功率车上热身 10 min,然后进行一约 5 min 的大强度骑行,心率控制在 160~170 次/分,踏频约为 90~95 次/分,紧接着进行 30 s 的全力冲刺,在冲刺结束后达到力竭,最后自由骑行放松 5 min,测试结束。使用 POLAR M400 型心率表记录运动员全过程心率,找出个人达到的最高心率,作为个人峰值心率  $HR_{peak}$ 。

#### 1.2.1.2 模拟赛和正式比赛赛时心率

在赛前模拟赛和全国冠军赛、锦标赛赛场,于比赛准备活动前佩戴 POLAR M400 型心率表,记录运动员比赛全程的心率,赛后通过配套的 POLAR 心率专业分析软件,对心率记录时段进行分析处理。

### 1.2.2 血乳酸测试

应用 Lactate Scout Analyzer 便携式血乳酸仪(德

国)采集指尖血,并立即测试血乳酸指标。

在模拟赛时尽可能在每轮赛后采集指尖血测试。而为了减少对正式比赛的影响,全国比赛只在决赛轮结束后采集指尖血测试。指尖血采集的时间点是参考相关著作<sup>[2]</sup>并在日常训练监控和多场次赛后监控实践的基础上确定的。运动员通常在赛后 5 min 测得最高血乳酸值。

### 1.3 统计分析方法

应用 EXCEL 软件对多次测试取得的心率和血乳酸数据进行统计分析。结果表示为平均值±标准差,应用人体生理学和生物化学相关原理,参考国内外相关文献进行分析讨论。

## 2 测试结果

### 2.1 心率测试结果

#### 2.1.1 模拟赛和正式比赛多轮次赛程的心率表现及比赛全程的心率曲线

表 1 显示:官××无论是在模拟赛、冠军赛还是全国锦标赛赛时每轮比赛的最高心率都达到 190 次/分以上,最高心率中,最低 192 次/分,为  $HR_{peak}$  的 94%;最高 200 次/分,为  $HR_{peak}$  的 98%;平均达到 195 次/分以上。廖××在全国比赛时每轮产生的最高心率中,最低 179 次/分,为  $HR_{peak}$  的 92%,最高 187 次/分,为  $HR_{peak}$  的 96%,平均在 182 次/分以上。

表 1 个人峰值心率  $HR_{peak}$  (次/分)和各轮次比赛最高心率(次/分)及占  $HR_{peak}$  的百分比

Table I Individual  $HR_{peak}$  and the Highest Heart Rate in Each Round and Their Proportion in  $HR_{peak}$

| 比赛    | 姓名  | $HR_{peak}$ | 第 1 轮    | 第 2 轮    | 第 3 轮    | 半决赛      | 决赛       | $\bar{X} \pm S$ |
|-------|-----|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 模拟赛   | 官×× | 205         | 197(96%) | 196(96%) | 196(96%) | 193(94%) | 194(95%) | 195.2±1.64      |
| 全国冠军赛 | 官×× | 205         | 193(94%) | 195(95%) | 192(94%) | 198(97%) | 197(96%) | 195±2.55        |
|       | 廖×× | 195         | 182(93%) | 182(93%) | 183(94%) | 184(94%) | 184(94%) | 183±1.00        |
| 全国锦标赛 | 官×× | 205         | 195(95%) | 195(95%) | 196(96%) | 200(98%) | 196(96%) | 196.4±2.07      |
|       | 廖×× | 195         | 180(92%) | 179(92%) | 183(94%) | 183(94%) | 187(96%) | 182.4±3.13      |

表 2 显示的是运动员每轮比赛从出发到结束的平均心率。官××除锦标赛第一轮以外,其余各轮比赛平均心率均在 184 次/分以上,为  $HR_{peak}$  的 90%。半决赛和决赛平均心率均在 189 次/分以上,为  $HR_{peak}$

的 92%。廖××每轮比赛的平均心率最低一轮为 172 次/分,为  $HR_{peak}$  的 88%,最高一轮为 185 次/分,为  $HR_{peak}$  的 95%。从第 1 轮到决赛,平均心率在 174 次/分,为  $HR_{peak}$  的 89%。

表 2 各轮次比赛的平均心率(次/分)及占  $HR_{peak}$  的百分比

Table II Average Heart Rate of Each Round and Their Proportion in  $HR_{peak}$

| 比赛    | 姓名  | $HR_{peak}$ | 第 1 轮    | 第 2 轮    | 第 3 轮    | 半决赛      | 决赛       | $\bar{X} \pm S$ |
|-------|-----|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| 模拟赛   | 官×× | 205         | 184(90%) | 187(91%) | 192(94%) | 189(92%) | 190(93%) | 188.4±3.05      |
| 全国冠军赛 | 官×× | 205         | 185(90%) | 188(92%) | 191(93%) | 193(94%) | 193(94%) | 190±3.46        |
|       | 廖×× | 195         | 185(95%) | 176(90%) | 176(90%) | 175(90%) | 177(91%) | 177.8±4.09      |
| 全国锦标赛 | 官×× | 205         | 178(87%) | 184(90%) | 186(91%) | 190(93%) | 185(90%) | 184.6±4.34      |
|       | 廖×× | 195         | 172(88%) | 174(89%) | 174(89%) | 172(88%) | 182(93%) | 174.8±4.15      |



表3中显示了各轮比赛赛间间歇期的平均心率、总平均心率及赛间各轮次间歇总时间占全赛程时长的百分比。从表中可以看出:模拟赛每1轮赛后间歇期,官××的平均心率为140次/分,而第2轮赛后间歇期平均心率为144次/分,平均心率上升了

2.9%,在第3轮赛后平均心率为142次/分,平均心率又下降了1.4%,半决赛后的间歇期平均心率为148次/分,比第3轮赛后平均心率又上升了4.2%。模拟赛各轮次赛后间歇期总平均心率为143.5次/分,占个人HR<sub>peak</sub>的70%。

表3 赛后间歇期的平均心率(次/分)、总平均心率(次/分)及间歇总时间占全赛程时长的百分比

Table III Average Heart Rate in the Interval Period after the Competition, Total Average Heart Rate and the Proportion of Total Intervals in the Whole Competition Period

| 比赛    | 姓名  | 第1轮赛后 | 第2轮赛后 | 第3轮赛后 | 半决赛后 | 总平均心率(%HR <sub>peak</sub> ) | 赛间间歇/全赛程 |
|-------|-----|-------|-------|-------|------|-----------------------------|----------|
| 模拟赛   | 官×× | 140   | 144   | 142   | 148  | 143.5(70.0%)*               | 68.5%    |
| 全国冠军赛 | 官×× | 139   | 144   | 144   | 149  | 144(70.2%)                  | 71.0%    |
|       | 廖×× | 129   | 132   | 131   | 136  | 132(67.7%)                  | 72.0%    |
| 全国锦标赛 | 官×× | 141   | 143   | 144   | 147  | 143.8(70.1%)                | 69.0%    |
|       | 廖×× | 129   | 134   | 129   | 134  | 131.5(67.4%)                | 69.3%    |

注:\*表示5轮比赛间歇期的总平均心率及此平均心率占个人HR<sub>peak</sub>的百分比。

总体来看,不管是模拟赛还是全国正式比赛,各运动员在每轮赛后间歇期平均心率均处于个人中等强度心率水平,官××的总平均心率较高,在143次/分以上,廖××的总平均心率相对较低,在131.5次/分以上。各轮次赛后间歇总时长占全赛程时长的68.5%以上。值得注意的是第3轮赛后间歇期平均心率相比第2轮赛后平均心率变化不大,且部分呈现小幅下降状态。综合各轮次情况,赛后间歇期平均心率整体呈波动式上升的状态,最大上升幅度为5.7%,最小上升幅度为3.9%。

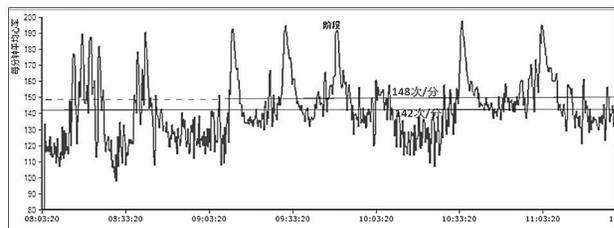


图1 官××小轮车泥地竞速赛冠军赛全程心率曲线  
Figure 1 Guan's Heart rate Curve during the Whole Race of BMX Mud Championships

图1显示的是官××冠军赛全程的心率变化曲线。图中实线为从准备活动算起到比赛结束运动员的平均心率为142次/分;图中虚线加实线表示从第一轮比赛开始至比赛结束运动员的平均心率为148次/分。图中心率曲线在比赛时间9:00以后出现了5次大的跳跃式波动,波动从波谷至波峰的上升段可以看作一组比赛的开始至结束,每轮比赛的持续时长约为38~40s。

## 2.2 血乳酸测试结果

### 2.2.1 模拟赛血乳酸测试结果

模拟赛时马××的最高血乳酸值出现在第3轮,

为15.21 mmol/L,半决赛和决赛轮次,分别为14.37 mmol/L和13.94 mmol/L,平均血乳酸值达到14.4 mmol/L以上;廖××的最高血乳酸值出现在第2轮赛后,为13.93 mmol/L,决赛血乳酸值为12.44 mmol/L,平均赛后血乳酸值在13.3 mmol/L以上。

表4 模拟赛血乳酸测试结果(单位:mmol/L)

Table IV Test Results of the Lactic Acid of the Simulation Race (mmol/L)

| 比赛  | 姓名  | 第2轮   | 第3轮   | 半决赛   | 决赛    | X±S       |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 模拟赛 | 马×× | 14.24 | 15.21 | 14.37 | 13.94 | 14.4±0.54 |
|     | 廖×× | 13.93 | 13.27 | 13.45 | 12.44 | 13.3±0.62 |

### 2.2.2 全国正式比赛血乳酸测试结果

从表5可以看出,在全国比赛中,运动员的最高血乳酸水平明显超过模拟赛,马××的血乳酸水平为15.2 mmol/L,廖××则最高达到14.5 mmol/L。在全国冠军赛中官××的血乳酸值为13.5 mmol/L,在全国锦标赛中,官××的血乳酸值达到16.3 mmol/L。

表5 全国冠军赛和锦标赛决赛赛后血乳酸测试结果(单位:mmol/L)

Table V Test Results of the Lactic Acid after the Finals of the National Championships (mmol/L)

| 比赛    | 姓名  | 决赛赛后血乳酸值 |
|-------|-----|----------|
| 全国冠军赛 | 马×× | 15.2     |
|       | 廖×× | 14.1     |
|       | 官×× | 13.5     |
| 全国锦标赛 | 廖×× | 14.5     |
|       | 官×× | 16.3     |

## 3 讨论与分析

### 3.1 赛时心率和血乳酸测试结果所反映的小轮车泥地竞速赛对运动员无氧能力的要求

无氧能力是运动员在短时间内输出最大功率的



能力,表示肌肉在磷酸原和糖酵解供能条件下的做功水平,是运动中人体肌肉的无氧代谢供能系统提供 ATP 的极限能力<sup>[1]</sup>。在日常训练中常用心率和血乳酸指标来监控运动员的训练强度,并评价运动强度对运动员有氧和无氧能力的要求。

心率在一定范围内随运动强度的增加而升高,呈良好的线性相关<sup>[2]</sup>。实践中,通常把心率按照个人最大心率的百分比来分区,如最大心率的 50%~60% 为健身区,60%~70% 为脂肪燃烧区,70%~80% 为有氧、无氧混合区,80%~90% 为无氧阈区,90%~100% 为警惕区<sup>[3]</sup>,并以此来判断运动负荷的生理要求。本研究发现,运动员在每轮比赛中最高心率都达到了个人最高心率的 90% 以上。官××在比赛中最低一轮达到个人  $HR_{peak}$  的 94%,而最高一轮则达到个人  $HR_{peak}$  的 98%。廖××在赛中的最高心率则达到个人的 92%~96%  $HR_{peak}$ 。这说明每轮比赛运动员都动员了心脏的最大能力,为肌肉做功提供最大的生理保障。理论上无氧阈区在 80%~90%  $HR_{peak}$ ,显然小轮车泥地竞速赛赛时的强度要求远远超出了一般有氧供能区,而进入高水平无氧供能状态。从表 2 的统计结果来看,每轮比赛的平均心率都在 88%  $HR_{peak}$  以上,进一步说明在平均 40 多秒一轮的比赛中,小轮车运动员大部分时间处在了无氧供能为主的代谢状态。接下来对血乳酸测试结果的分析讨论则会进一步说明比赛条件下无氧供能的要求不是低水平的,而是不断加强直到比赛结束。

乳酸是糖无氧酵解的终产物。运动时,骨骼肌是产生乳酸的主要场所,乳酸释放进入血液,被进一步氧化或排出体外。血乳酸是评价运动项目能量代谢特征的重要指标。通过测试运动时血乳酸指标的变化能够很好地区分有氧训练和无氧训练,并且血乳酸的升高与训练负荷强度的增加呈正相关<sup>[2]</sup>。

研究表明,无氧无乳酸供能可持续的时间约为 5~7 s,无氧乳酸供能可持续的时间约在 45~90 s<sup>[4]</sup>。比赛中小轮车运动员从出发开始就进入你争我夺全力争先的状态,平均用时约 40 s。可以想见,无氧乳酸供能占主导的无氧代谢必定在小轮车项目中占据重要位置。在实际比赛过程中,运动员从出发到第一弯道之前(约 10 s 以内),以无氧无乳酸供能为主。从第一弯道开始,运动员体内的血乳酸开始大量产生,并逐渐堆积。运动员需要在高乳酸的内环境下依据场地条件和比赛实际情况,接连不断地在车上完成多次起跳飞越和蹬伸拉滑。这些技术运用均需要爆发性发力,血乳酸产生的速度很快。在比赛的最后一个直道,高速冲刺将进一步增加血乳酸的生成。

Mateo-March M. 等的研究为以上分析提供了实验依据,他通过对 9 名西班牙国家队队员在难度不同的赛道进行控制骑行动作的实验,揭示了血乳酸产生的动态过程,其结果是:11.7% 的血乳酸产生在出发加速阶段,65.7% 的血乳酸产生于比赛中途的非踏蹬(跳跃、拉滑)阶段,22.6% 的血乳酸生成于终点前的最后冲刺<sup>[5]</sup>。

本研究中,模拟赛时运动员每轮比赛后最低的血乳酸值为 12.44 mmol/L,最高值为 15.21 mmol/L。全国比赛时运动员每轮比赛后所产生的最大心率中的最低血乳酸值是 13.5 mmol/L,而最高值达到 16.3 mmol/L。从乳酸供能训练的角度来看,赛时血乳酸生成量远远超过了血乳酸耐力训练(血乳酸水平在 10~12 mmol/L)的要求,而达到最高乳酸训练(血乳酸大于 15 mmol/L)区的水平<sup>[2]</sup>。J. Louis 等的研究,通过对 10 名(6 男 4 女)国际级小轮车运动员进行完整的 6 轮模拟赛测试,得到的赛后血乳酸测试值为  $14.5 \pm 4.5$  mmol/L<sup>[6]</sup>,这与本研究结果相近。

可以想见,同组出发的高水平选手会在有限的时间内充分调动自身最大的无氧能力,表现出最大的赛时功率,力争位居前列。在基础体能状况良好、技术水平相差不大的情况下,谁的无氧代谢能力强,谁将在短时间内表现出最大功率,从而赢得比赛。

### 3.2 赛时心率和血乳酸测试结果所反应的小轮车泥地竞速赛对运动员有氧能力的要求

从图 1 可以看出,运动员除了在比赛时心率上升到极高水平外,其余时间,包括准备活动和赛间间歇时间,心率则维持在相对较低水平。如官××一轮比赛的完成时间约在 40~43 s,5 组全部完成高心率持续的时间总计不过 5~6 min,而比赛全程持续近 3 h。从表 3 的统计结果可以看出,运动员在每轮赛后的间歇期——在近 70% 的比赛时间中心率水平处在靠近脂肪燃烧区上限的 70%  $HR_{peak}$  左右<sup>[2]</sup>,依靠有氧代谢供能。如果把准备活动计算在内,则有氧供能时间占比将提高至 97%。从整场比赛能量代谢的全过程分析,小轮车竞赛是一个长时间中等强度的有氧代谢间有短时间高强度无氧和无氧乳酸供能的能量代谢过程。小轮车项目对于运动员的有氧代谢具有特殊的要求,远非传统的认识——即小轮车项目是一个乳酸供能为主的项目所能概括<sup>[7]</sup>。

研究发现,就算是单个轮次的小轮车比赛也会对运动员有氧能力提出很高的要求。J. Louis 等通



过对国际上优秀的10名小轮车运动员进行真实赛道的6轮模拟赛进行测试发现,在每一轮次比赛后运动员的平均摄氧量达到 $(94.3\pm 1.2)\% \text{VO}_{2\text{max}}$ 水平<sup>[6]</sup>。由此认为有氧代谢在小轮车项目的供能方面起到了重要的作用,最大摄氧量 $\text{VO}_{2\text{max}}$ 可能是小轮车运动项目的制胜因素之一。他们进一步分析,高摄氧量水平产生的原因可能是由于最初的大强度冲刺(从出发门出发)导致了磷酸肌酸供能系统的大量消耗,从而启动或者触发了身体的有氧能量代谢。有氧代谢在运动员出发后的跳跃等技术动作及上肢等动支撑方面继续发挥作用,直至比赛结束。该研究引用Bailey等的论文更进一步阐明,包含有全力冲刺内容的短时间重复训练会有效地增加肌肉对氧的摄取,机体摄氧更快,从而改善了大强度训练的耐力。而小轮车项目正是这种短时间重复全力冲刺的项目。

值得注意的是,在本研究结果中,运动员在第3轮赛后间歇期的平均心率与第2轮赛后相比变化不大,且部分呈现小幅下降状态。其原因可能是由于3轮资格赛后运动员有一个相对长的间歇期(达到近40 min以上),运动员的身体机能在一定程度上得到恢复。但这种恢复是相对的。在J. Louis的研究中,运动员在休息25 min后平均血乳酸水平仍有 $(5.4\pm 1.2 \text{ mmol/L})$ <sup>[6]</sup>。在本研究中,间歇期运动员平均心率整体呈波动式上升状态,最大上升幅度为5.7%。这也说明运动员在比赛开始后,虽有赛间间歇,但这种休息或者说恢复是不充分的,在前一轮高强度冲刺后,只有有限的时间留给运动员做尽可能的体能恢复,为下一轮比赛做准备。已知个体的有氧能力对于大强度负荷后体能恢复具有重要作用<sup>[8]</sup>,因此运动员自身有氧能力高低在很大程度上决定了恢复效果的好坏。

在模拟赛每轮赛后的血乳酸连续测试中发现,运动员最高血乳酸水平并不出现在最后一轮决赛中,而是出现在第2轮(廖xx)或第3轮(马xx)。J. Louis的研究中,同样血乳酸的最高值出现在第2轮 $(15.8\pm 1.4 \text{ mmol/L})$ ,最低值出现在最后一轮 $(13.9\pm 0.8 \text{ mmol/L})$ 。这也许并不是巧合。小轮车泥地竞速运动每轮比赛都是极限强度冲刺,而在 $90\%\sim 95\% \text{VO}_{2\text{max}}$ 以上强度运动时,肌糖原消耗最大<sup>[9]</sup>。小轮车竞赛中运动员动力肌群内的肌糖原充分动员,通过无氧酵解,生成能量和乳酸。多轮全力冲刺必然会导致肌肉内糖原储备大量消耗,在比赛的中后期,可能正是由于肌糖原这一酵解底物的储备减少,加上机体内环境的酸化,使无氧供能受限,乳酸生成减少。这极有可能是运动员在比赛中后期血乳

酸水平降低的重要原因。而有氧代谢能力的提高,将增强赛中、赛后肌糖原、脂肪酸有氧化供能能力,对肌糖原的利用起到节约作用,为决赛阶段运动员发挥最大能力提供能量保障。

综合以上分析,小轮车比赛是一个多轮次竞争的项目,而且越接近决赛,竞争越激烈。要赢得最后的胜利,运动员必须具备强大的无氧能力和优秀有氧能力以保障完成前面的4轮淘汰赛,并在第5轮决赛前使身体机能处于良好的竞技状态。优秀的有氧能力必然对间歇期的快速恢复、决赛期最大竞技能力的动员起到相当的促进作用。当前的训练理论已经证实:以大量有氧训练为基础,少量突出强度的训练为重点的负荷节奏,不仅对那些以有氧供能为主的长距离运动项目(如铁人三项/马拉松跑和冬季两项等)具有重要影响,而且对许多以有氧化或无氧乳酸代谢为主的短、中距离耐力项目也具有不可忽视的参考价值<sup>[3]</sup>。事实上,国内小轮车运动著名教练张焯就在优秀运动员逯艳(女)的训练中大量使用心率控制在140~150次/分的有氧训练,并认为有氧训练不仅对机体氧摄取能力的提高有帮助而且也非常适合提高运动技术<sup>[9]</sup>。

本研究对小轮车泥地竞速赛有氧和无氧代谢特征进行了初步的探讨。受研究平台所限,虽然选取了省内最优秀的国家级健将运动员,在真实的竞赛场地进行了相关指标的测试,具有一定的代表性。但样本量小,指标体系不够完备,使研究的深入性受到影响。今后的研究应尽可能扩大样本量,并在研究设计中完善指标体系,注重综合应用多指标如摄氧量、无氧功、乳酸阈等分析问题,并在基础资料搜集、细化研究过程方面努力加强。

#### 4 小结与建议

本研究通过对模拟赛和全国正式比赛运动员全程心率和血乳酸(组间及赛后)进行测试分析,揭示小轮车项目对运动员的最大功率能力和无氧乳酸代谢有极高的要求;不管从每轮比赛,还是整个赛程来看,小轮车项目都要求运动员具备优秀的有氧代谢能力。

在实际训练中,小轮车教练员应充分认识到运动员有氧能力对专项能力的保障和促进作用。重新审视项目训练负荷量和强度的比例安排,在重视运动员最大无氧能力发展的同时,有意识地提高运动员的有氧能力,从有氧耐力、速度耐力和快速冲刺等各种强度级别提升运动员的专项水平。

(下转第88页)



- 853.
- [27] Vithoulka I., Malliou A. B., Aggelousis N., et al. The effects of Kinesio-Taping~R on quadriceps strength during isokinetic exercise in healthy non athlete women[J]. *Isokinetics & Exercise Science*, 2010, 18(1):1-6.
- [28] Lumbroso D., Ziv E., Vered E., et al. The effect of kinesio tape application on hamstring and gastrocnemius muscles in healthy young adults[J]. *J. Bodyw Mov. Ther.*, 2014, 18(1):130-138.
- [29] Csapo R., Hecceg M., Alegre L. M., et al. Do kinaesthetic tapes affect plantarflexor muscle performance?[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2012, 30(14):1513-1519.
- [30] 余波,陈文华,王人卫.肌内效贴改善运动功能的临床研究现状与思考[J].*中国运动医学杂志*,2014,33(3):275-280.
- [31] Slupik A., Dwornik M., Bialoszewski D., et al. Effect of Kinesio Taping on bioelectrical activity of vastus medialis muscle. Preliminary report[J]. *Medsportpress*, 2007, 6(6):644-651.
- [32] Firth B. L., Dingley P., Davies E. R., et al. The effect of kinesiotape on function, pain, and motoneuronal excitability in healthy people and people with achilles tendinopathy[J]. *Clin. J. Sport Med.*, 2010,20(6):416-421.
- [33] Hsu Y. H., Chen W. Y., Lin H. C., et al. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome [J]. *J. Electromyogr Kinesiol.*, 2009, 19:1092-1099.
- [34] De H. M., Alvarez M. A., Sanudo B., et al. Immediate effect of kinesio taping on muscle response in young elite soccer players.[J]. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2013, 22(1):53.
- [35] Fu T. C., Wong A. M. K., Pei Y. C., et al. Effect of kinesio taping on muscle strength in athletes-A pilot study [J]. *J. Sci. Med. Sport*, 2008, 11:198-201.

(责任编辑:刘畅)

(上接第 69 页)

**参考文献:**

- [1] 冯连世,张漓.优秀运动员训练中的生理生化监控实用指南[M].北京:人民体育出版社,2007.
- [2] 冯炜权.运动训练的生理生化监控方法[M].北京:人民体育出版社,2006.
- [3] 国家体育总局科教司.现代教练员科学训练理论与实践[M].北京:人民体育出版社,2015.
- [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:人民体育出版社,2003.
- [5] Mateo-March M., Zabala M., Blasco-Lafarga C., et al. Blood lactate concentration versus design and difficulty of the track in BMX[J]. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 2012, 45(12):52-66
- [6] Louis J., Billaut F., Bernad T., et al. Physiological demands of a simulated BMX Competition[J]. *International Journal of Sports Medicine*, 2012, 34 (6):491-496.
- [7] 张莉,林丽雅,陈建敏.优秀小轮车运动员马丽芸专项速耐训练手段的综合评价[J].*中国体育科技*,2015,51(3):94-99.
- [8] 全国体育院校教材委员会.运动生物化学[M].北京:人民体育出版社,1999.
- [9] 张焯.BMX 小轮车运动员训练手段及规律探析[J].*西部体育研究*,2012,2(31):73-75.

(责任编辑:刘畅)