

文章编号: 1000-5862(2014)03-0324-04

蹲踞式起跑技术微观结构探踪

——国内部分优秀110 m栏运动员起跑时间-压力曲线特征分析

张文涛, 詹晓梅

(江西师范大学体育学院, 江西南昌 330022)

摘要: 运用文献资料、数理统计、信息技术等方法,对2011年7月全国田径冠军赛暨大奖赛总决赛(南昌)男子110 m栏前8名运动员的预赛和决赛起跑时间-压力曲线进行了研究,研究结果表明,完美的起跑应该是反应快、压力值大、时间-压力曲线呈双波峰,并就起跑技术训练改进从微观层面提出建议,为改进起跑技术提供参考。

关键词: 110 m栏; 蹲踞式起跑; 时间-压力曲线; 特征分析

中图分类号: G 822.6

文献标志码: A

1 研究对象和方法

1) 研究对象 以2011年7月全国田径冠军赛暨大奖赛总决赛(南昌)男子110 m栏前8名运动员预赛和决赛蹲踞式起跑的时间-压力曲线为研究对象。

2) 研究方法 ①文献资料法:检索和查阅与本研究相关的文献资料661篇,为本研究的顺利开展打下了较为坚实的理论基础;②信息技术法:用Fairplay电子起跑监测系统对直道栏运动员起跑反应时进行监测、记录,并获取其时间-压力曲线图。借助HyperSnap6软件对曲线图进行截图操作,再利用Photoshop拟合运动员预、决赛的时间-压力曲线并制图;③数理统计法:运用SPSS16.0统计软件对采集的数据进行分析处理,主要采用描述统计、配对样本 T 检验和相关分析,显著性水平为 $p < 0.05$ 。

2 研究结果与分析

2.1 起跑技术探踪

起跑是人体由静止状态转入加速运动状态的瞬间过程^[1],包括反应时间和动作时间。它是一个简单而复杂的过程,简单体现在瞬间通过四肢的蹬摆使身体脱离静止状态,复杂则体现在它是听觉、知觉、动觉协调配合的过程。

反应时是人对外界信号刺激做出应答性反应所

需的时间。反应速度是衡量个体反应快慢最有效的指标,而动作速度是指人体快速完成某一运动动作的能力。由于涉及声电转换及其后为产生可靠同步信号并充分考虑抗干扰能力所作的一系列处理,使发令传感器环节成为电动计时仪测量误差的关键,故需进行赛前的零点测试,必须将误差控制在1 ms以内。

动作潜伏期是指从执行信号到应答动作开始的一段时间,高水平运动员反应潜伏期为100~180 ms,这是人类的生理极限,很难通过训练而改变^[2-3]。这段时间的间隔不论多短,都在运动员反应过程心理结构中起着重大的作用。此时,运动员虽然处于相对静止状态,但大脑中却进行着激烈的神经活动过程,并准备完成起动动作^[4]。

动作时间是指从脚开始蹬起跑器到蹬离起跑器的时间,约为0.22~0.45 s^[5]。一般情况下,运动员两手离地的时间为150 ms,抬后脚的时间为250 ms,抬前脚的时间为380 ms。经过实践证明^[6-7],起跑反应时间可通过反应训练、技术和力量素质的提高使之缩短。

2.2 起跑的时间-压力曲线分析

本次比赛运用菲普莱公司的硬件FP-2001电子起跑系统和软件Fairplay StarRun V4.11版,起跑的压力阈值设为女子35 kg,男子40 kg,与2005年30 kg的设置不同^[8],起跑反应时限为100 ms。

1) 起跑的时间-压力曲线特点分析 跨栏是以时间来判定胜负的项目,起跑所需的时间短为应采用的技术。在双脚后蹬阶段,双波峰与3波峰在波形

收稿日期: 2013-11-20

基金项目: 江西省教育厅高校教改课题(JXJG-13-2-13)资助项目。

作者简介: 张文涛(1978-),男,山东淄博人,讲师,硕士,主要从事体育教学与训练的研究。

结构上具有较大差异,见图 1。在双波峰时间段里只出现 1 个明显波峰,且为最大值。而 3 波峰有 2 个明显的波峰,其中有 1 个波峰是最大值。这 2 种曲线线

形具有非常显著性差异($p < 0.01$)。双波峰的起动时间明显比 3 波峰要短,说明双波峰的运动员具有更快的起动速度,即本文所采用的起跑技术。

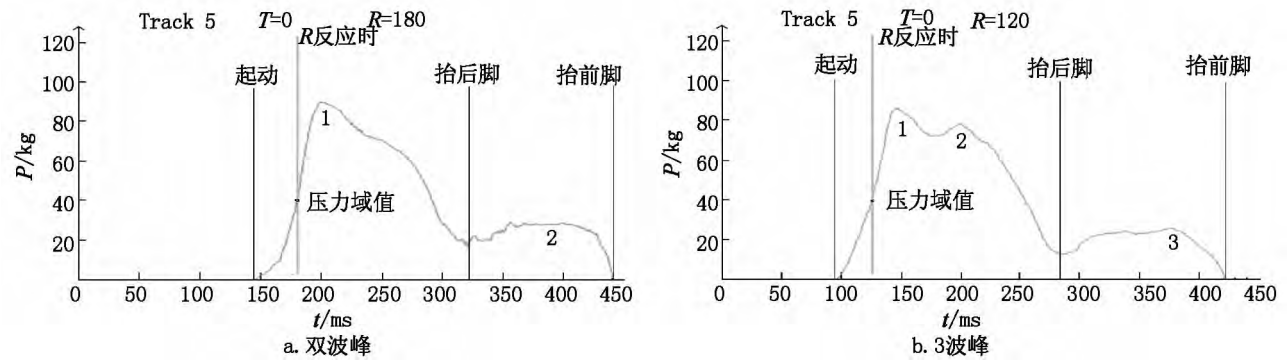


图 1 双脚后蹬阶段 2 种后蹬时间-压力曲线

跨栏的起跑类似于短跑起跑,当然也有差别,主要体现在跨栏的起身要早,作用在水平方向的力量就会相对较小,合力偏向上,目的是使运动员踏上第 1 栏起跨点时身体姿势接近途中跑姿势。8 名运动员决赛的曲线图中,有 5 名运动员的曲线呈 3 波峰特点,而史冬鹏、张建新和尹靖 3 名运动员的曲线呈双波峰特点,他们 3 人的起跑时间也相对其他运动员短。决赛中起跑最好的是史冬鹏,反应时 129 ms,起跑用时 413 ms。在 120 ms 处,史冬鹏呈“各就位”姿势,“预备”口令后,随着臀部的逐渐抬起,足与起跑器蹬踏面的接触面积逐渐加大,人作用在起跑器上的力亦逐渐加大,压力线逐渐抬起,“鸣枪”后至 R 线处的反应时为 129 ms。随着双腿继续施力于起跑器,运动员躯干由“团身”姿势逐渐伸展,双膝关节的角度逐渐加大,此时人体做向前的加速运动。由于人体质量的反作用力与人体运动的方向相反,所以向后“压力”逐渐加大,史冬鹏起跑总压力曲线超过 100 kg。压力曲线到达最高点后,人体做减速运动。人体质量的反作用力与人体运动方向一致,减轻了对起跑器的压力,故曲线逐渐向下。曲线向下至 300 ms 处时,达到了曲线运动的第 1 个低点,表明运动员后脚蹬离了起跑器(第 1 抛物曲线)。继而运动员前脚单支撑,膝关节的角度继续加大,在单支撑

加、减速运动下,出现了小于第 1 抛物曲线的第 2 抛物曲线,这是由于单支撑运动的结果。至 412 ms 处,运动员完成了起跑发力过程,进入腾空阶段。

大多数运动员在第 1 波峰和第 1 波谷中间的曲线出现波动,说明后脚在脚踏板上没有蹬紧,踝关节背屈的程度不够,在先屈压后蹬伸方面未形成 1 次性完全用力。表明起跑时双支撑阶段两脚蹬伸的协同性不佳,这是有待改进的技术结点。

2) 预、决赛起跑反应时及成绩比较分析 根据中国田径协会官网资料,将参加决赛运动员的反应时、成绩及名次统计列于表 1。预赛最快的反应时是 142 ms,平均为 158 ms;决赛最快的是 129 ms,平均为 148 ms^[9],决赛比预赛反应时平均缩短 10 ms。由表 1 可见 8 名运动员除刘羽外,其他 7 名运动员决赛反应时均短于预赛,标准差亦呈现相应特征,最明显的是史冬鹏,预决赛反应时相差 35 ms,表明反应时与比赛名次的重要性高度相关。另外,也与运动员的思想状态和战术策略有关。由表 1 还可见 8 名运动员除刘羽外,其他 7 名运动员决赛成绩均优于预赛,这种反应时与运动成绩呈正相关的现象揭示出反应时在短跑比赛中的重要性。从中也可看出刘羽在决赛赛前安排方面的不足。

表 1 前 8 名运动员预决赛反应时与成绩表

姓名	史冬鹏	张建新	江帆	洪啸峰	尹靖	刘羽	马磊	李海峰	- x ± s
名次	1	2	3	4	5	6	7	8	
决赛成绩/s	13.53	13.68	13.73	13.76	13.82	14.06	14.13	14.52	13.90 ± 0.32
决赛反应时/ms	129.00	141.00	132.00	133.00	153.00	183.00	139.00	175.00	148.13 ± 20.53
预赛成绩/s	13.93	13.79	13.77	13.88	13.84	13.92	13.96	14.04	13.89 ± 0.09
预赛反应时/ms	164.00	145.00	142.00	146.00	160.00	178.00	157.00	179.00	158.88 ± 14.37

注:决赛风速为 +0.7 m/s;预赛风速 2 组分别为 +0.4 m/s 和 +1.0 m/s。

对男子 110 m 栏前 8 名运动员预决赛起跑反应时及成绩进行配对样本 T 检验,结果如表 2 所示:男

子 110 m 栏预赛和决赛 2 次起跑的反应时具有统计学意义上显著性差异($p < 0.05$)。预赛共 15 人参

加,分2组,小组前3名和2个最好成绩晋级决赛。预赛中运动员目标明显,有实力的运动员把更多的注意力放在栏间节奏上,进入小组前3名并无过大的压力。因此,放松和节省体力则成了他们预赛的主要战术思维。而另一部分则要尽全力创造好的成绩,

否则将进不了决赛。这些运动员力争在各个环节发挥最高水平,起跑首当其冲。运动员的战术意图和行为势必产生反应时赛次差异的显著性,表2成绩的标准差(预赛平均0.09 s,决赛平均0.32 s)就是一个很好的佐证。

表2 预、决赛起跑反应时及成绩配对样本 T 检验结果

	配对差异				T 值	自由度	显著性
	平均数	标准差	标准误	95% 置信区间 低 高			
预决赛反应时	-10.75	11.95	4.22	-20.74 -0.76	-2.55	7	0.038*
预决赛成绩	-0.01	0.26	0.09	-0.23 -0.20	-0.14	7	0.895

注: * 表示具有统计学意义上显著性差异。

另外,对男子110 m 栏运动员的起跑反应时和比赛成绩进行相关统计,可见二者的相关系数为0.656,具有统计学意义上非常显著性差异。这就意

味着110 m 栏运动员的起跑不仅和成绩关系密切,而且是110 m 栏重要制胜因素之一,这应引起广大教练员和运动员的高度重视。

表3 前8名运动员起跑反应时与成绩的相关系数

项目	人次	平均反应时/ms	平均成绩/s	r 相关系数	p 值
男子110 m 栏	16	154 ± 18	13.90 ± 0.23	0.656(**)	0.006

注: ** 具有统计学意义上非常显著性差异。

表4 前8名运动员预、决赛起跑时间统计

姓名	史冬鹏	张建新	江帆	洪啸峰	尹靖	刘羽	马磊	李海峰	$\bar{x} \pm s$
决赛起跑时间	412	418	456	456	440	480	490	465	452.13 ± 27.60
预赛起跑时间	460	420	462	463	445	495	492	475	464.00 ± 24.45

3) 预、决赛起跑时间分析 对前8名运动员预、决赛起跑时间进行配对样本 T 检验,结果显示:预赛和决赛2次起跑时间的显著性为0.063,不具有统计学意义上显著性差异($p > 0.05$)。从运动员的起跑时间和比赛成绩进行相关统计可见:平均起跑时间为458 ms,标准差为25.92,二者的相关系数为0.602,具有统计学意义上显著性差异($p < 0.05$)。分别对预、决赛的起跑时间与比赛成绩进行相关分析,结果发现预赛二者的相关系数为0.656,不具有统计学意义上显著性差异;决赛二者的相关系数为0.707,具有统计学意义上显著性差异($p < 0.05$)。这充分说明起跑技术确实与运动成绩有较高的关联度,同时也可看出运动员比赛精力越集中、

对比赛越重视、起跑时间越短,与成绩的相关性越高,而且差异越明显。

4) 预、决赛起跑蹬伸的最大压力值比较分析 对前8名运动员预、决赛起跑蹬伸最大压力值进行配对样本 T 检验,结果显示:预赛和决赛2次起跑的蹬伸最大压力值的显著性为0.049,具有统计学意义上显著性差异($p < 0.05$)。除刘羽、江帆外,预赛的最大压力值均小于决赛,决赛最大压力值提高了11.62 kg,说明越重要的比赛,运动员普遍会发挥比较好。由表5可见,决赛中压力值最大的是张建新的128 kg和尹靖的117 kg,这2人都是典型的起跑曲线双波峰类型,充分说明双波峰的运动员比3波峰的运动员具有更大的蹬力。

表5 前8名运动员预、决赛起跑的蹬伸最大压力值统计

姓名	史冬鹏	张建新	江帆	洪啸峰	尹靖	刘羽	马磊	李海峰	$\bar{x} \pm s$
决赛最大压力	100	128	78	80	117	80	92	115	98.75 ± 19.40
预赛最大压力	83	100	87	74	95	85	66	107	87.13 ± 13.43

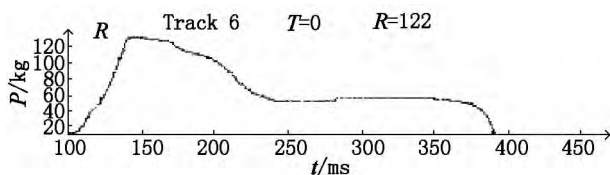


图2 刘翔2010年广州亚运会110 m 栏决赛起跑时间-压力曲线

刘翔在2010年广州亚运会以13.09 s的成绩卫冕冠军,他在决赛中的反应时为122 ms^[10],是8名运动员中排名第2的起跑反应时,其动作潜伏期110 ms,整个起跑时间为391 ms,起跑蹬伸最大压力值为130 kg,各项数值在目前有记录的110 m 栏运动员中是最佳的。刘翔广州亚运会的夺冠,完美的起

跑就奠定了成功的基础,其起跑曲线双波峰类型也佐证了本文的观点。

3 结论与建议

1) 结论 ①2011年全国田径冠军赛暨大奖赛总决赛(南昌)男子110 m栏前8名运动员预赛和决赛2次起跑的反应时具有统计学意义上显著性差异,而预、决赛的成绩没有显著性差异;②运动员的起跑反应时与比赛成绩具有统计学意义上非常显著性差异,起跑时间与比赛成绩具有统计学意义上显著性差异;③双支撑阶段两脚蹬伸的协同性差,是运动员没能形成一次性连续用力的主要原因,从而导致曲线在第1波峰和第1波谷之间出现波动;④8名运动员的起跑时间-压力曲线图呈双波峰和3波峰2种波形特点,双波峰曲线的起跑时间明显少于3波峰类型,且起跑的蹬伸最大压力值明显优于3波峰类型;⑤完美的起跑应该是反应快、压力值大、时间-压力曲线呈双波峰。具体体现在:动作潜伏期要短、反应时要小、动作时间要快,脚蹬伸最大压力值越大越好,压力值越大,后续的动作就会越快。

2) 建议 广大教练员和运动员应充分利用起跑的时间-压力曲线来完善自己的起跑,尤其是3波峰类型的运动员,要努力向双波峰类型靠拢,有效改善自己的起跑动作,明确自己的努力目标,争取为自

己获得更加优异的成绩起好跑、开好头。同时还要突出加强两脚蹬伸的协同性能力训练,以提高支撑阶段的最大蹬力。

4 参考文献

- [1] 徐茂典. 蹲踞式起跑动作的生物力学分析 [J]. 体育科学研究, 2008, 12(3): 67-69.
- [2] 沈建华, 张晓龙. 从抢跑规则的改变看竞技赛场的程序正义 [J]. 体育科研, 2007, 28(2): 68-70.
- [3] 程其练, 龚榕滨, 李宏明, 等. 论人类速度极限: 初揭创造短跑世界纪录牙买加运动员博尔特的秘诀 [J]. 江西师范大学学报: 自然科学版, 2009, 33(3): 376-378.
- [4] 王坦. 短跑起跑技术的探析 [J]. 上海体育学院学报, 1989(3): 25-28.
- [5] 朱旭红. 国外优秀男子百米起跑反应时与成绩的研究 [J]. 成都体育学院学报, 2005, 31(1): 49-51.
- [6] 彭立群. 短跑起跑 ABC [J]. 田径, 1998(2): 10-12.
- [7] 黄沛天, 黄小棣, 马善钧, 等. 竞技体育中的变加速运动及其概念规范 [J]. 江西师范大学学报: 自然科学版, 2006, 30(4): 339-341.
- [8] 赵伟科, 吴畏, 韩东, 等. 关于起跑抢跑判定参数研究的思考 [J]. 首都体育学院学报, 2011, 23(3): 65-68.
- [9] 中国田径协会官方网站 [EB/OL]. <http://www.athletics.org.cn/search/index.html>.
- [10] 广州亚运会官方网站 [EB/OL]. <http://www.gz2010.cn/info/CHN.html>.

The Analysis on Micro Structure of Crouch Start Technique

——Characteristic Analysis on Start Time-pressure Curve of Excellent Domestic Part 110 m Male Hurdlers

ZHANG Wen-tao, ZHAN Xiao-mei

(College of Physical Education, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China)

Abstract: By using the methods of literature study, mathematical statistics and information technology, taking top 8 110 m male hurdlers' preliminary and final start time-pressure curve in National Track and Field Championship in July 2011 as research objects, the results show that the perfect start is fast reaction, high pressure value, double peaks type time-pressure curve. Propose suggestions for the training of start techniques at the microscopic level.

Key words: 110 m hurdles; crouch start; time-pressure curve; characteristic analysis

(责任编辑: 王金莲)