



影响我国男子100 m运动员起跑能力的因素探讨 Discussion on the Factors Affecting the Starting Ability of Chinese Men's 100 m Athletes

陆晓洲^{1,2}, 范运祥², 陈辉^{1,3}, 柴国荣^{1*}

LU Xiaozhou^{1,2}, FAN Yunxiang², CHEN Hui^{1,3}, CHAI Guorong^{1*}

摘要:目的:通过对2019年多场国内男子100 m决赛的起跑时间-压力曲线数据、前10 m用时和比赛成绩的分析,探析影响我国不同运动员技术等级的男子100 m运动员起跑能力的影响因素。方法:通过菲普莱电子起跑监测系统获取运动员起跑的时间-压力曲线,通过全国田径竞赛管理系统获取比赛成绩,使用视频拍摄和软件解析获得运动员前10 m用时,以其作为评价起跑能力的指标,采用皮尔森相关分析法,对起跑时间-压力曲线的数据、前10 m用时和比赛成绩进行相关分析。结果:1)我国国际级运动健将等级男子100 m运动员的前10 m用时与比赛成绩($r=0.847, P=0.003$)、反应时($r=0.894, P=0.016$)呈显著正相关,与动作时($r=-0.946, P=0.004$)呈非常显著负相关;2)运动健将等级男子100 m运动员的前10 m用时与峰值力($r=-0.545, P=0.024$)呈显著负相关,与比赛成绩($r=0.543, P=0.024$)呈显著正相关;3)一级运动员等级男子100 m运动员的前10 m用时与比赛成绩($r=0.505, P=0.039$)、单前脚蹬伸时($r=0.410, P=0.042$)呈显著正相关,与双脚做功冲量($r=-0.433, P=0.031$)呈显著负相关。结论:1)我国国际级运动健将等级男子100 m运动员起跑能力主要取决于反应时、动作时和峰值力;2)运动健将等级男子100 m运动员起跑能力主要取决于前脚蹬离时和峰值力;3)一级运动员等级男子100 m运动员起跑能力主要取决于单前脚蹬伸时、峰值力和双脚做功冲量。

关键词: 起跑;时间-压力曲线;蹲踞式

Abstract: Objective: Through the analysis of the starting time-pressure curve data, the time spent in the first 10 m and the competition results of the domestic men's 100 m finals in 2019, to find out the factors that affect the starting performance of Chinese men's 100 m athletes at different levels. Methods: Obtain the starting time-pressure curve of athletes through the Philippe Electronic Start Monitoring System, obtain the competition results through the National Track and Field Competition Management System, using video shooting and software analysis to obtain the athlete's first 10 m time and the previous 10 m time used is used as an index to evaluate starting performance, and Pearson correlation analysis method is used to analyze the data of starting time-pressure curve, the time used in the first 10 m and the performance of the competition. Results: 1) The time spent in the first 10 m of male sprinters at the international master level in China was significantly positively correlated with competition performance ($r=0.847, P=0.003$) and reaction time ($r=0.894, P=0.016$), and it was significantly negatively correlated with action time ($r=-0.946, P=0.004$); 2) there was a significantly negatively correlated with the time used in the first 10 m of male sprinters in China's elite master level and peak force ($r=-0.545, P=0.024$), and there was a significantly positively correlated with competition performance ($r=0.543, P=0.024$); 3) the first 10 m time and competition performance ($r=0.505, P=0.039$) of the first-level male sprinters in China and the single front pedal extension ($r=0.410, P=0.042$) was significantly positively correlated, and it was significantly negatively correlated with the impulse of both feet ($r=-0.433, P=0.031$). Conclusions: 1) The starting performance of Chinese male sprinters at the international master level mainly depends on reaction time, action time and peak force; 2) the starting performance of Chinese male sprinters at elite master level mainly depends on the forward kick-off time and peak force; 3) the starting performance of Chinese male sprinters at the

基金项目:

全国教育科学“十三五”规划教育部青年课题(ELA200416)

第一作者简介:

陆晓洲(1987-),男,讲师,在读博士研究生,主要研究方向为田径教学与训练, E-mail: 413026456@qq.com。

*通信作者简介:

柴国荣(1963-),男,教授,博士,主要研究方向为田径教学与训练, E-mail: guorongchai@126.com。

作者单位:

- 1.北京体育大学,北京 100084;
- 2.湖南师范大学,湖南长沙 410081;
- 3.重庆第二师范学院,重庆 400065
1. Beijing Sport University, Beijing 100084, China;
2. Hunan Normal University, Changsha 410081, China;
3. Chongqing University of Education, Chongqing 400065, China.

China's first level mainly depends on the time of single front pedal extension, peak force and the impulse of both feet.

Keywords: start; time-pressure curve; squat start

中图分类号: G822.1 **文献标识码:** A

快速的起跑能力是田径短距离项目运动员的重要专项能力。良好的起跑对于短跑的运动表现至关重要 (Gough, 2006; Santana, 2000), 特别是 60 m 和 100 m 中的运动表现高度依赖于运动员的快速起动能力 (Collet, 1999)。距离越长, 起跑与最终成绩的相关性就越低 (Moravec et al., 1988)。在运动员蹬踏起跑器到双脚离开起跑器的过程中, 会在电子起跑监测系统中形成一个起跑后蹬时间-压力曲线。每个运动员从开始对起跑器施压到双脚离开起跑器的过程中, 对起跑器所施加的压力以及所形成的时间-压力曲线的线形不一 (Eikenberry et al., 2008)。综合考虑力与时间维度, 才能探寻出影响起跑速度的深层次原因 (谢洪昌, 2006)。运动员在比赛中获得优胜, 需要在收到起动信号后尽快开始运动。优秀运动员的起跑在运动学和动力学参数上优于一般运动员, 差异主要表现在反应时间、动作时间、前后抵趾板作用力的大小、施加在起跑器上力的峰值、产生峰值的时间间隔和从起跑过渡到加速的衔接流畅程度 (Brown et al., 2012; Milan et al., 2015)。最小化每个部分的持续时间有助于缩短起跑时间, 并最终提高起跑能力 (Brown et al., 2008)。本研究通过比较分析我国不同运动员技术等级的男子 100 m 运动员在比赛中的前 10 m 用时、比赛成绩与起跑后蹬时间-

压力曲线数据, 探析我国不同运动员技术等级的男子 100 m 运动员起跑能力的影响因素。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究以 2019 年全国田径大奖赛 (肇庆站)、2019 年全国短跨跳及接力项群赛 (2)、2019 年全国田径冠军赛暨大奖赛总决赛、2019 年全国田径锦标赛、2019 年世界田径锦标赛选拔赛、2019 年亚洲田径大奖赛等男子 100 m 决赛运动员为研究对象, 共 28 名, 身高为 (177.6 ± 5.7) cm, 体质量为 (63.4 ± 3.5) kg。以比赛成绩为分组标准: 国际级运动健将等级成绩 6 个, 运动健将等级成绩 17 个, 一级运动员等级成绩 25 个。

1.2 数据采集

采用 Fairplay 电子起跑监测系统获取参赛运动员的时间-压力曲线图 (运动员起跑的压力阈值为 40 kg, 起跑反应时限为 100 ms) (图 1)。比赛成绩从全国田径竞赛管理系统获取。使用 Sony 摄像机在赛场内对男子 100 m 运动员起跑前 10 m 进行拍摄, 拍摄频率为 100 Hz, 曝光时间为 $1/400$ s, 机身高度为 1.2 m, 距最外侧跑道 10 m, 主光轴与运动平面平行。

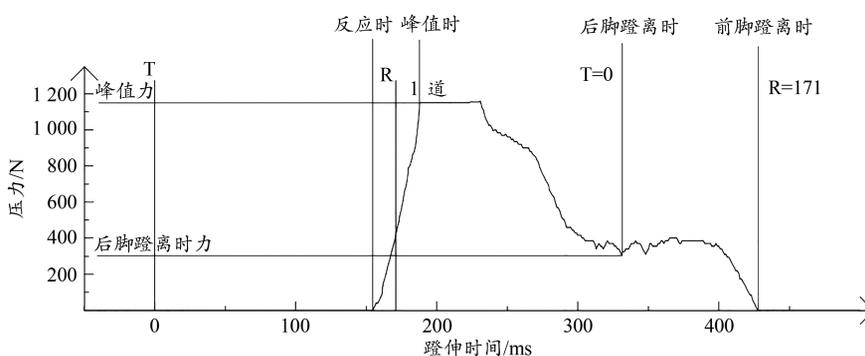


图 1 起跑压力曲线研究参数示意图

Figure 1. Schematic Diagram of Starting Pressure Curve Research Parameters

1.3 数据处理

借助 HyperSnap 6 软件对曲线图进行截图操作, 利用 Photoshop 软件进行固定比例尺测量获得反应时、动作时、峰值时、峰值力、前脚蹬离时、后脚蹬离时、后脚蹬离时力, 冲量面积使用 CAD 2010, 将时间-压力曲线图横轴 100 ms 的长度标定为 100 mm, 计算时间-压力曲线与横轴所构成图形的面积 (图 2)。使用北京体育大学视迅视频解析软件对拍摄视频进行解析, 获得前 10 m 用时等

数据。

1.4 数据分析

分别以 100 m 用时、反应时、动作时、峰值时、峰值力、双脚做功冲量、单前脚做功冲量、前 10 m 用时为自变量, 以 100 m 用时、反应时、动作时、峰值时、峰值力、双脚做功冲量、单前脚做功冲量、前 10 m 用时、前脚蹬离时、前脚单蹬伸时等为因变量, 应用皮尔森相关分析法分析运动员起跑反应时、动作时、峰值时、峰值力、双脚做功冲量、单

前脚做功冲量、前10 m用时与各项指标的相关性,从而探讨我国不同运动员技术等级的男子100 m运动员起跑特点及影响起跑能力的因素。所有统计分析用SPSS 23软

件完成,显著性水平定为一类误差不大于0.05,非常显著性水平定为一类误差不大于0.01。

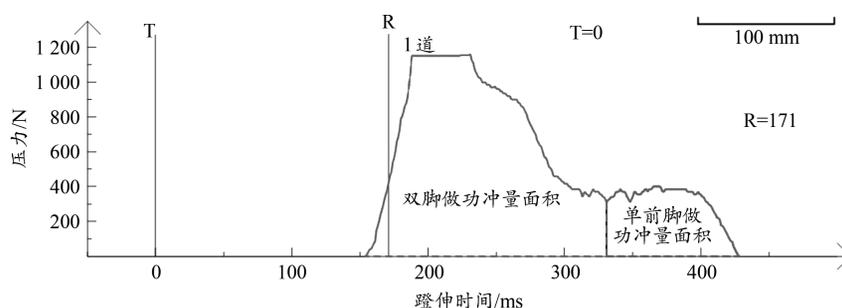


图2 起跑压力曲线功冲量示意图

Figure 2. Schematic Diagram of Starting Pressure Curve for Power Impulse

2 研究结果

2.1 反应时与各项指标的相关关系

相关性分析结果显示,国际级运动健将等级成绩的反应时与动作时、峰值力呈显著负相关,与前10 m用时呈

显著正相关。运动健将等级成绩的反应时与前脚蹬离时呈非常显著正相关,与峰值时呈显著正相关。一级运动员等级成绩的反应时与前脚蹬离时呈显著正相关,与峰值时呈非常显著正相关(表1)。

表1 反应时与各项指标的相关关系

Table 1 Correlation among the Reaction Time and Each Index

参数	国际级运动健将等级(n=6)			运动健将等级(n=17)			一级运动员等级(n=25)		
	M±SD	r	P	M±SD	r	P	M±SD	r	P
100 m 用时/s	10.17±0.07	-0.359	0.485	10.42±0.07	0.304	0.235	10.62±0.09	-0.174	0.406
前10 m 用时/s	1.728±0.014	0.894*	0.016	1.743±0.025	-0.435	0.081	1.765±0.041	0.027	0.899
动作时/ms	290.50±18.91	-0.844*	0.034	299.65±12.87	-0.222	0.393	298.52±27.75	-0.363	0.075
前脚单蹬伸时/ms	126.33±8.73	0.791	0.061	136.35±13.00	-0.056	0.832	127.32±20.53	0.133	0.526
前脚蹬离时/ms	426.00±15.96	0.773	0.072	448.71±18.67	0.740**	0.001	445.92±28.87	0.444*	0.026
峰值时/ms	191.50±22.05	-0.371	0.469	206.06±26.94	0.600*	0.011	206.36±48.72	0.539**	0.005
峰值力/N	1 172.77±37.53	-0.823*	0.044	1 123.57±83.20	-0.241	0.351	1 038.80±190.41	0.038	0.859
双脚做功冲量面积/cm ²	163.68±18.37	-0.418	0.409	153.69±17.89	-0.196	0.451	152.14±40.16	-0.048	0.821
单前脚做功冲量面积/cm ²	53.33±29.16	0.669	0.146	51.82±18.35	0.324	0.205	54.10±27.38	0.273	0.187

注:*表示P<0.05,**表示P<0.01;下同。

2.2 动作时与各项指标的相关关系

相关性分析结果显示,国际级运动健将等级成绩的动作时与前10 m用时呈非常显著负相关,与反应时呈显著负相关,与峰值力呈显著正相关。运动健将等级成绩的动作时与100 m用时、前脚蹬离时呈显著正相关。一级运动员等级成绩的动作时与前脚蹬离时呈非常显著正相关(表2)。

2.3 峰值时、峰值力与各项指标的相关关系

相关性分析结果显示,国际级运动健将等级成绩的峰值时与各项指标都不存在相关关系。运动健将等级成绩的峰值时与100 m用时、前脚蹬离时呈非常显著正相关,与反应时呈显著正相关。一级运动员等级成绩的峰值时与反应时呈非常显著正相关,与峰值力呈非常显著

负相关(表3)。

国际级运动健将等级成绩的峰值力与反应时、单前脚做功冲量呈显著负相关,与动作时呈显著正相关。运动健将等级成绩的峰值力与前脚单蹬伸时、前10 m用时呈显著负相关,与双脚做功冲量呈非常显著正相关。一级运动员等级成绩的峰值力与峰值时呈非常显著负相关,与双脚做功冲量呈非常显著正相关(表4)。

2.4 冲量与各项指标的相关关系

相关性分析结果显示,国际级运动健将等级成绩的双脚做功冲量与其他指标都不存在相关关系。运动健将等级成绩的双脚做功冲量与峰值力呈非常显著正相关。一级运动员等级成绩的双脚做功冲量与前脚单蹬伸时、前10 m用时呈显著负相关,与峰值力呈非常显著正相关(表5)。

表 2 动作时与各项指标的相关关系
Table 2 Correlatio among the Action Time and Each Index

参数	国际级运动健将等级(n=6)			运动健将等级(n=17)			一级运动员等级(n=25)		
	M±SD	r	P	M±SD	r	P	M±SD	r	P
100 m 用时/s	10.17±0.07	0.016	0.975	10.42±0.07	0.496*	0.043	10.62±0.09	0.358	0.079
前 10 m 用时/s	1.728±0.014	-0.946**	0.004	1.743±0.025	-0.136	0.603	1.765±0.041	0.001	0.994
反应时/ms	135.50±28.30	-0.844*	0.034	149.06±16.68	-0.222	0.393	147.40±22.89	-0.363	0.075
前脚单蹬伸时/ms	126.33±8.73	-0.747	0.088	136.35±13.00	0.413	0.100	127.32±20.53	0.136	0.518
前脚蹬离时/ms	426.00±15.96	-0.312	0.547	448.71±18.67	0.491*	0.045	445.92±28.87	0.674**	0.000
峰值时/ms	191.50±22.05	0.693	0.127	206.06±26.94	0.473	0.055	206.36±48.72	-0.135	0.521
峰值力/N	1 172.77±37.53	0.865*	0.026	1 123.57±83.20	-0.033	0.899	1 038.80±190.41	-0.089	0.672
双脚做功冲量面积/cm ²	163.68±18.37	0.285	0.585	153.69±17.89	0.062	0.814	152.14±40.16	0.394	0.052
单前脚做功冲量面积/cm ²	53.33±29.16	-0.645	0.167	51.82±18.35	-0.068	0.796	54.10±27.38	0.042	0.844

表 3 峰值时与各项指标的相关关系
Table 3 Correlation among Peak Time and Each Index

参数	国际级运动健将等级(n=6)			运动健将等级(n=17)			一级运动员等级(n=25)		
	M±SD	r	P	M±SD	r	P	M±SD	r	P
100 m 用时/s	10.17±0.07	-0.579	0.229	10.42±0.07	0.691**	0.002	10.62±0.09	-0.022	0.916
前 10 m 用时/s	1.728±0.014	-0.566	0.241	1.743±0.025	-0.408	0.104	1.765±0.041	0.373	0.066
反应时/ms	135.50±28.30	-0.371	0.469	149.06±16.68	0.600*	0.011	147.40±22.89	0.539**	0.005
动作时/ms	290.50±18.91	0.693	0.127	299.65±12.87	0.473	0.055	298.52±27.75	-0.135	0.521
前脚单蹬伸时/ms	119.67±3.83	0.599	0.209	114.65±8.49	-0.049	0.852	106.00±19.43	-0.517**	0.008
前脚蹬离时/ms	426.00±15.96	0.164	0.757	448.71±18.67	0.862**	0.000	445.92±28.87	0.298	0.148
峰值力/N	1 172.77±37.53	0.599	0.209	1 123.57±83.20	-0.049	0.852	1 038.80±190.41	-0.517**	0.008
双脚做功冲量面积/cm ²	53.33±29.16	-0.235	0.653	51.82±18.35	0.239	0.355	54.10±27.38	0.207	0.320
单脚做功冲量面积/cm ²	191.50±22.05	-0.235	0.653	206.06±26.94	0.239	0.355	206.36±48.72	0.207	0.320

表 4 峰值力与各项指标的相关关系
Table 4 Correlation among Peak Force and Each Index

参数	国际级运动健将等级(n=6)			运动健将等级(n=17)			一级运动员等级(n=25)		
	M±SD	r	P	M±SD	r	P	M±SD	r	P
100 m 用时/s	10.17±0.07	0.263	0.614	10.42±0.07	0.199	0.443	10.62±0.09	-0.237	0.255
前 10 m 用时/s	1.728±0.014	-0.810	0.051	1.743±0.025	-0.545*	0.024	1.765±0.041	-0.341	0.095
反应时/ms	135.50±28.30	-0.823*	0.044	149.06±16.68	-0.241	0.351	147.40±22.89	0.038	0.859
动作时/ms	290.50±18.91	0.865*	0.026	299.65±12.87	-0.033	0.899	298.52±27.75	-0.089	0.672
前脚单蹬伸时/ms	126.33±8.73	-0.564	0.244	136.35±13.00	-0.561*	0.019	127.32±20.53	-0.219	0.293
前脚蹬离时/ms	426.00±15.96	-0.435	0.389	448.71±18.67	-0.238	0.357	445.92±28.87	-0.056	0.791
峰值时/ms	191.50±22.05	0.599	0.209	206.06±26.94	-0.049	0.852	206.36±48.72	-0.517**	0.008
双脚做功冲量面积/cm ²	163.68±18.37	0.172	0.744	153.69±17.89	0.801**	0.000	152.14±40.16	0.691**	0.000
单前脚做功冲量面积/cm ²	53.33±29.16	-0.851*	0.032	51.82±18.35	-0.091	0.727	54.10±27.38	0.225	0.279

国际级运动健将等级成绩的单前脚做功冲量与峰值力呈显著负相关。运动健将等级成绩的单前脚做功冲量与其他指标都不存在相关关系。一级运动员等级成绩的单前脚做功冲量与前脚单蹬伸时呈非常显著正相关(表 6)。

2.5 前 10 m 用时与各项指标的相关关系

相关性分析结果显示,国际级运动健将等级成绩的前 10 m 用时与 100 m 用时、反应时呈显著正相关,与动作时呈非常显著负相关。运动健将等级成绩的前 10 m 用时

与峰值力呈显著负相关,与 100 m 用时呈显著正相关。一级运动员等级成绩的前 10 m 用时与 100 m 用时、单前脚蹬伸时呈显著正相关,与双脚做功冲量呈显著负相关(表 7)。

3 讨论

本研究表明,影响我国不同运动员技术等级的男子 100 m 运动员起跑能力的因素不同。影响国际级运动健将等级运动员的因素包括反应时、动作时和峰值力;影响

运动健将等级运动员的因素包括前脚蹬离时和峰值力; 脚做功冲量。峰值力是影响我国男子100 m运动员起跑影响一级运动员的因素包括单前脚蹬伸时、峰值力和双能力的共同因素。

表5 双脚做功冲量与各项指标的相关关系

Table 5 Correlation among the Impulse of Two Feet and Each Index

参数	国际级运动健将等级(n=6)			运动健将等级(n=17)			一级运动员等级(n=25)		
	M±SD	r	P	M±SD	r	P	M±SD	r	P
100 m用时/s	10.17±0.07	-0.117	0.826	10.42±0.07	0.241	0.351	10.62±0.09	-0.073	0.728
前10 m用时/s	1.728±0.014	-0.502	0.310	1.743±0.025	0.344	0.177	1.765±0.041	-0.433*	0.031
反应时/ms	135.50±28.30	-0.418	0.409	149.06±16.68	-0.196	0.451	147.40±22.89	-0.048	0.821
动作时/ms	290.50±18.91	0.285	0.585	299.65±12.87	0.062	0.814	298.52±27.75	0.394	0.052
前脚单蹬伸时/ms	126.33±8.73	-0.704	0.118	136.35±13.00	-0.407	0.105	127.32±20.53	-0.400*	0.047
前脚蹬离时/ms	426.00±15.96	-0.404	0.427	448.71±18.67	-0.132	0.612	445.92±28.87	0.340	0.096
峰值时/ms	191.50±22.05	0.398	0.435	206.06±26.94	0.010	0.971	206.36±48.72	-0.390	0.054
峰值力/N	1 172.77±37.53	0.172	0.744	1 123.57±83.20	0.801**	0.000	1 038.80±190.41	0.691**	0.000
单前脚做功冲量面积/cm ²	53.33±29.16	0.308	0.552	51.82±18.35	-0.045	0.864	54.10±27.38	0.045	0.832

表6 单前脚做功冲量与各项指标的相关关系

Table 6 Correlation among Impulse of Single Forefoot and Each Index

参数	国际级运动健将等级(n=6)			运动健将等级(n=17)			一级运动员等级(n=25)		
	M±SD	r	P	M±SD	r	P	M±SD	r	P
100 m用时/s	10.17±0.07	-0.433	0.391	10.42±0.07	0.272	0.292	10.62±0.09	-0.183	0.382
前10 m用时/s	1.728±0.014	0.521	0.289	1.743±0.025	-0.298	0.246	1.765±0.041	0.156	0.456
反应时/ms	135.50±28.30	0.669	0.146	149.06±16.68	0.324	0.205	147.40±22.89	0.273	0.187
动作时/ms	290.50±18.91	-0.645	0.167	299.65±12.87	-0.068	0.796	298.52±27.75	0.042	0.844
前脚单蹬伸时/ms	126.33±8.73	0.202	0.700	136.35±13.00	0.100	0.702	127.32±20.53	0.651**	0.000
前脚蹬离时/ms	426.00±15.96	0.422	0.405	448.71±18.67	0.242	0.349	445.92±28.87	0.257	0.216
峰值时/ms	191.50±22.05	-0.235	0.653	206.06±26.94	0.239	0.355	206.36±48.72	0.207	0.320
峰值力/N	1 172.77±37.53	-0.851*	0.032	1 123.57±83.20	-0.091	0.727	1 038.80±190.41	0.225	0.279
双脚做功冲量面积/cm ²	163.68±18.37	0.308	0.552	153.69±17.89	-0.045	0.864	152.14±40.16	0.045	0.832

表7 前10 m用时与各项指标的相关关系

Table 7 Correlation among Time for the First 10 m and Each Index

参数	国际级运动健将等级(n=6)			运动健将等级(n=17)			一级运动员等级(n=25)		
	M±SD	r	P	M±SD	r	P	M±SD	r	P
100 m用时/s	10.17±0.07	0.847*	0.033	10.42±0.07	0.543*	0.024	10.62±0.09	0.505*	0.039
反应时/ms	135.50±28.30	0.894*	0.016	149.06±16.68	-0.435	0.081	147.40±22.89	0.027	0.899
动作时/ms	290.50±18.91	-0.946**	0.004	299.65±12.87	-0.136	0.603	298.52±27.75	0.001	0.994
前脚单蹬伸时/ms	126.33±8.73	0.231	0.659	136.35±13.00	0.169	0.517	127.32±20.53	0.410*	0.042
前脚蹬离时/ms	426.00±15.96	-0.416	0.412	448.71±18.67	0.360	0.156	445.92±28.87	0.023	0.915
峰值时/ms	191.50±22.05	-0.566	0.241	206.06±26.94	-0.408	0.104	206.36±48.72	0.373	0.066
峰值力/N	1 172.77±37.53	-0.810	0.051	1 123.57±83.20	-0.545*	0.024	1 038.80±190.41	-0.341	0.095
双脚做功冲量面积/cm ²	163.68±18.37	-0.502	0.310	153.69±17.89	0.344	0.177	152.14±40.16	-0.433*	0.031
单前脚做功冲量面积/cm ²	53.33±29.16	0.521	0.289	51.82±18.35	-0.298	0.246	54.10±27.38	0.156	0.456

相关分析结果显示,国际级运动健将等级运动员的前10 m用时越短,动作时越长,蹬伸峰值力越大,反应时越短;运动健将等级运动员的前脚蹬离时和峰值时越短,反应时越短;一级运动员的前脚蹬离时和峰值时越短,反应时越短。本研究发现,反应时会一定程度上影响

100 m运动员的起跑能力和比赛成绩,且对于国际级运动健将等级运动员会进一步影响前10 m用时。

运动员听到枪声再蹬腿起跑的时间是一种典型的简单反应时间(张田勤,2008)。起跑中的动作时是指从脚开始蹬起跑器到蹬离起跑器的时间(朱旭红,2005)。反

应时和技术动作的完善程度联系紧密,反应时的降低必须通过技术水平的巩固与提高,动作速度可以通过训练手段来加以提高(姚卫宇,2003)。蹬伸阶段的目的是尽快获得最大水平速度,85%以上的起动力是在两腿蹬伸阶段产生(Debaere et al.,2013)。随着训练时间增加及运动水平提高,运动员反应时增幅减小且接近极限,此时提升动作速度对起跑效果的影响较大(姜宏斌,2016)。提高起跑时两腿的动作速度,减少蹬离起跑器的时间,对提高起跑速度有重要意义。因此,我国男子 100 m 运动员应不断完善起跑技术,降低动作潜伏期、缩短反应时、提升动作时。

相关分析结果显示,国际级运动健将等级运动员的蹬伸峰值力越大,反应时越短,单脚做功冲量越小,动作时越长;运动健将等级运动员的蹬伸峰值力越大,双脚做功冲量越大,前脚单蹬伸时越短,前 10 m 用时越短;一级运动员的蹬伸峰值力越大,达到峰值力的时间越早,双脚做功冲量越大。这说明我国不同运动员技术等级的男子 100 m 运动员的蹬伸峰值力是影响起跑能力的重要因素,提高峰值力,其他指标也会相应改善,进而提升起跑的整体运动表现。

运动员达到第一蹬力峰值时间以及第一蹬力峰值的情况,反映运动员爆发力的大小(罗江南等,2011)。运动员的动作速度或爆发力对起跑反应时可能有较大影响,据此引入冲量概念对运动员的起跑能力进行评价。冲量($I=F \times t$)在数学上等于力-时间曲线下的总面积,是有效起跑的最重要标志之一(Slawinski et al.,2010)。力量越大则加速度也越大,所用时间越短,即运动员的爆发力越好,人体运动速度就越快(柴国荣等,2012;姚卫宇,2003)。由于双腿之间的急性切换可能造成协调性降低,还必须考虑反应时间和总蹬伸持续时间的影响(Taboga et al.,2014)。动作技术在运动学上的高度协同,表现为应答动作在时间、空间上的高度统一。在不延长整个蹬伸阶段持续时间的前提下,最大限度地增加后腿力量的大小和持续时间,是提高蹬伸阶段平均水平力量的重要手段。因此,我国男子 100 m 运动员应提高起跑时两腿的蹬伸力量和加快蹬伸的动作速度,提高爆发力,加强起跑动作相关的日常力量训练。

4 结论与建议

我国国际级运动健将等级男子 100 m 运动员的起跑能力主要取决于反应时、动作时和峰值力;运动健将等级男子 100 m 运动员的起跑能力主要取决于峰值力和前脚蹬离时;一级运动等级男子 100 m 运动员的起跑能力主要取决于峰值力和双脚做功冲量。峰值力是影响我国不同运动员技术等级的男子 100 m 运动员起跑能力的共同

因素。

建议我国男子 100 m 运动员不断完善起跑技术,降低动作潜伏期、缩短反应时、提升动作时,同时注意提高起跑时两腿的蹬伸力量和加快蹬伸的动作速度,提高爆发力,减少蹬离起跑器的时间,加强起跑动作相关的日常力量训练。

参考文献:

- 柴国荣,高连峰,2012.世界优秀 100 m 运动员起跑反应时研究[J].北京体育大学学报,35(4):122-124.
- 姜宏斌,2016.田径短跨项目起跑反应时与运动成绩关联的研究[J].首都体育学院学报,28(5):469-475.
- 罗江南,谢洪昌,2011.第 16 届亚运会 100 m 跑男、女运动员起跑反应时的差异研究[J].中国体育科技,47(4):14-18.
- 谢洪昌,2016.基于电子起跑监测系统的短跑起跑反应时间影响因素研究[J].武汉体育学院学报,50(3):81-85.
- 姚卫宇,2003.影响短跑起跑速度的若干因素分析[J].成都体育学院学报,29(4):41-43.
- 张田勘,2008.分秒之争[J].生命世界,(8):50-53.
- 朱旭红,2005.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,31(1):49-51.
- BROWN A M, KENWELL Z R, MARAJ B K V, et al., 2008. "Go" signal intensity influences the sprint start[J]. Med Sci Sports Exerc, 40(6):1142-1148.
- BROWN T D, VESCOVI J D, 2012. Maximum speed: Misconceptions of sprinting[J]. Strength Cond J, 34(2): 37-41.
- COLLET C, 1999. Strategic aspects of reaction time in world-class sprinters[J]. Percept Mot Skills, 88(1):65-75.
- DEBAERE S, DELECLUSE C, AERENHOUTS D, et al., 2013. From block clearance to sprint running: Characteristics underlying an effective transition[J]. J Sports Sci, 31(2):137-149.
- EIKENBERRY A, MCAULIFFE J, WELSH T N, et al., 2008. Starting with the "right" foot minimizes sprint start time[J]. Acta Psychol, 127(2):495-500.
- GOUGH M, 2006. The forty-yard dash for the high school athlete[J]. Strength Cond J, 28(2): 24-25.
- MORAVEC P, RUZICKA J, SUSANKA P, et al., 1988. The 1987 International Athletic Foundation/IAAF scientific project report: Time analysis of the 100 metres events at the II World Championships in athletics[J]. New Stud Athl, 3(3):61-96.
- MILAN Č, MILAN Ž, 2015. Differences between the elite and sub-elite athletes in kinematic and dynamic variables of sprint-start[J]. Res Phys Educ Sport Health, 4(2):3-6.
- SANTANA J C, 2000. Maximum running speed: Great marketing, limited application[J]. Strength Cond J, 22(5):31-32.
- SLAWINSKI J, BONNEFOY A, LEVEQUE M, et al., 2010. Kinematic and kinetic comparison of elite and well-trained sprinters during sprint start[J]. J Strength Cond Res, 24(4): 896-905.
- TABOGA P, GRABOWSKI A M, DI PRAMPERO P E, et al., 2014. Optimal starting block configuration in sprint running: A comparison of biological and prosthetic legs[J]. J Appl Biomech, 30(3): 381-389.

(收稿日期:2021-01-26; 修订日期:2022-06-17; 编辑:尹航)