

男子百米一级与二级运动员起跑和 前3步加速三维技术分析

毕志远¹, 王泽峰², 李长东³, 何文捷⁴, 李建新⁵

(1. 太原师范学院, 山西 晋中 030619; 2. 国家体育总局体育科学研究所, 北京 100061;
3. 遵义师范学院, 贵州 遵义 563006; 4. 国家体育总局体育信息中心, 北京 100061;
5. 河北省体育科学研究所, 石家庄 050011)

摘要: 目的: 探讨男子百米一二级运动员起跑加速技术差异及影响短跑起跑加速效果的主要因素。方法: 采用三维高速红外摄像解析法对男子百米一级运动员(6名)和二级运动员(7名)的起跑和前3步加速技术动作进行分析。结果: ①起跑器上阶段一二级运动员摆动腿屈髋角速度峰值具有显著性差异($P < 0.05$), 摆动腿屈髋角速度峰值与平均水平速度呈正相关($P < 0.05$), 与支撑时间呈负相关($P < 0.05$); ②第1步水平速度与支撑时间、支撑距离呈正相关($P < 0.05$), 第2步水平速度与支撑时间、支撑距离呈正相关($P < 0.05$), 与腾空时间呈负相关($P < 0.05$); ③起跑和前3步加速一二级运动员平均步频与平均水平速度之间呈正相关($P < 0.05$)。结论: 起跑和前3步加速不同阶段的技术特点是不同的, 起跑器上阶段是为了获得较大起动力度, 因此要求较大的摆动腿屈髋角速度峰值、更短的支撑时间, 而第1步和第2步加速阶段提高水平速度则需要更长的支撑时间、支撑距离和更短的腾空时间, 起跑和前3步加速较快的步频有利于水平速度的提高。

关键词: 男子百米; 一二级运动员; 起跑; 前3步; 加速技术; 参数

中图分类号: G808.1

文献标志码: A

文章编号: 1008-3596(2021)01-0077-06

1 问题的提出

百米运动根据研究需要通常可分为起跑、加速跑、途中跑以及冲刺跑4个技术阶段^[1-2]。在短跑比赛中, 即使是表面上很小的进步也能影响比赛的最终结果, 如2004年雅典奥运会男子100米决赛中排名第2的选手仅以0.01秒的差距落后于金牌得主。多数研究已经证明, 尽快从静止状态加速到最大速度, 从而减少在次最大速度下跑步

所花费的时间, 是提高整体短跑成绩的有利策略^[3-4]。强有力的起跑可使运动员尽快脱离静止状态, 尽早实现水平速度最大化, 从而为后续加速阶段创造有利条件, 起跑加速质量的优劣对短跑运动员获取最大跑速和速度耐力发挥着关键作用^[5-6]。为了达到最大速度, 起跑器上阶段和后续1到3步的加速阶段是影响百米成绩的两个极其重要的阶段(Slawinski, 2010), 对短跑整体成绩的提高发挥着至关重要的作用。国外有研究对预

收稿日期: 2020-07-20

基金项目: 国家体育总局体育科学研究所基本科研业务费课题(基本19-41)

作者简介: 毕志远(1988—), 男, 河南博爱人, 讲师, 硕士, 研究方向为体育教育训练学。

通讯作者: 王泽峰(1966—), 男, 河北秦皇岛人, 研究员, 博士, 研究方向为运动生物力学技术诊断与优化。

文本信息: 毕志远, 王泽峰, 李长东, 等. 男子百米一级与二级运动员起跑和前3步加速三维技术分析[J]. 河北体育学院学报, 2021, 35(1): 77-82.

备姿势、起跑器上阶段、第1步、第2步加速技术进行了生物力学分析,发现起跑器上阶段与第1步、第2步加速技术指标存在差异^[7]。国内关于起跑技术的运动学研究较匮乏^[1-2,5],已有的研究主要围绕优秀运动员预备、着地、离地等特征时相参数进行分析^[1-2],缺乏不同等级运动员间起跑技术差异的研究。本文选取男子百米一级与二级运动员作为实验对象,对其起跑器上阶段运动学参数,以及前3步加速身体重心水平速度、步

频、步长、支撑—腾空时间和距离等运动学参数进行实验研究,探究不同等级运动员间起跑技术差异和影响起跑加速效果的主要因素。

2 研究对象与研究方法

2.1 研究对象

本文选取男子百米一级运动员6名、二级运动员7名作为研究对象(表1),对其起跑和前3步加速技术动作进行分析。

表1 研究对象基本信息

运动等级	身高/cm	体重/kg	年龄	百米最佳成绩
一级($n=6$)	179.16±5.49	67.16±6.67	21.83±1.47	10.71±0.22
二级($n=7$)	183.85±6.30	73.28±7.43	19.85±0.69	11.25±0.31

注:经医学检查所有测试对象身体健康,无伤病

2.2 研究方法

2.2.1 实验方法:三维高速摄像解析法

表2 测试运动员身体 Mark 点粘贴位置

标志点名称	位置
头顶点	人体直立时最高点
头前、后点	头矢状面同一高度
左、右肩点	肩峰
左、右肘点	肱骨外上髁
左、右腕点	桡骨和尺骨茎突连线中点
左、右髂前上棘点	髂前上棘
腰点	第4、5腰椎棘突中点
左、右大腿点	大腿前面
左、右外膝点	股骨外侧髁
左、右小腿点	小腿前面
左、右外踝点	腓骨外踝
左、右内踝点	胫骨内踝
左、右足尖点	第2、3跖骨中点
左、右足跟点	跟骨上与足尖点同高
左、右足第1跖趾关节	第1跖趾关节
左、右足第5跖趾关节	第5跖趾关节

本实验使用14个摄像头的Qualisys红外光点高速运动捕获测试系统(Oqus300, Qualisys

Track Manager, 瑞典),频率为250 Hz,采集运动员数据。实验场地为北京体育大学室内田径跑道,根据实验要求布置摄像机并对场地进行标定,标定区域范围为1.9 m×1 m×6 m,标定的误差为1 mm以内。

对参加测试的13名一二级运动员身上粘贴30枚Mark点,在跑道上进行3次10 m全速起跑冲刺,每两次测试之间安排充分休息时间,选取速度最快一次起跑进行解析,解析软件采用Qualisys Track Manager。

2.2.2 数理统计法

采用SPSS17.0对运动员运动学参数进行描述性统计,一二级运动员间参数均值比较采用Mann-Whitney U检验, $P<0.05$ 为显著性差异水平。当 r 值为正值时表示正相关,当 r 值为负值时表示负相关。

3 研究结果与分析

3.1 预备姿势运动学特征

表3 一二级运动员预备姿势关键参数比较

运动员	起跑线与重心间 水平距离/m	后侧腿髌关节中心 矢状轴位置/m	后侧腿伸 膝角度/(°)	后侧腿 髌角/(°)	后侧腿 膝角/(°)	躯干前 倾角/(°)
一级	0.24±0.04	-0.41±0.05*	13.55±8.45	101.30±16.27	139.68±27.35*	24.49±4.05*
二级	0.27±0.03	-0.46±0.03	17.53±9.13	104.05±16.71	118.85±11.26	18.57±4.60

注:后侧腿髌关节中心矢状轴位置指在建立坐标系中后侧腿髌关节中心的 x 轴坐标;

*表示 $P<0.05$,与二级运动员存在显著性差异

起跑之前运动员较好的起跑预备姿势,有利于肌肉达到最佳发力位置,改善肌肉做功和发力的效果,使运动员获得更大的起跑器上蹬离速

度,实现理想的起跑和加速效果^[5]。由研究结果可知,一二级运动员预备姿势时统计学上存在差异($P<0.05$)的指标有:后侧腿膝角、躯干前

倾角、后侧腿髌关节中心矢状轴位置。经相关性分析结果可知, 后侧腿屈膝峰值角速度与后侧腿膝角呈正相关 ($r=0.857, P<0.05$), 起跑器上阶段平均水平速度与后侧腿屈髌峰值角速度呈正相关 ($r=0.573, P<0.05$), 后侧腿髌关节中心矢状轴位置与起跑线到人体重心水平距离呈高度正相关 ($r=0.915, P<0.05$), 预备姿势时躯干前倾角与起跑器上阶段后侧腿伸膝幅度呈负相关 ($r=-0.563, P<0.05$)。

预备姿势时的后侧腿在起跑器上阶段发挥着重要作用, Van Coppenolle 等 (1989) 对 2 名国际级选手与 1 名国家级选手起跑器上阶段蹬离速度和前后起跑器的峰值力进行比较分析^[8], 发现国家级选手蹬离起跑器时速度 (3.34 m/s) 低于国际级选手 (3.80 m/s 和 3.94 m/s), 国家级选手前起跑器峰值力 (981 N) 与国际级短跑选手 (774 N 和 1 062 N) 相似, 而国家级选手后起跑器峰值力 (442 N) 却远低于国际级选手 (1 487 N 和 1 333 N), 由此得出高水平运动员后侧腿在起跑器上阶段的作用非常重要。本研究预备姿势一级运动员后侧腿膝角大于二级运动员, 与 Slawinski 的研究结论一致, 即高水平运动员后侧腿膝角在预备姿势时更大, Mero 等 (1983) 认为准备姿势时的关节角度差异主要是由于运动员力量水平的差异导致的, 关节角度变化会引起下肢肌肉—肌腱单元长度的改变, 从而对后蹬力的效果产生影响^[9]。王泽峰^[5]指出预备姿势较大的后侧腿膝角有利于缩短起跑器上蹬伸时间从而加快蹬离速度。本研究相关性分析结果显示, 预备姿势时后侧腿屈膝峰值角速度与后侧腿膝角呈正相关 ($r=0.857, P<0.05$), 起跑器上阶段平均水平速度与后侧腿屈髌峰值角速度呈正相关 ($r=0.573, P<0.05$), 这说明预备姿势较大的后侧腿膝关节角度有利于提高后侧腿摆动过程中的屈膝角速度峰值, 对起跑器上阶段

的加速效果有间接影响作用。

起跑线和人体重心间水平距离是评价短跑技术的一项重要指标, Slawinski 研究表明精英选手起跑线和人体重心间水平距离比优秀选手要小, 提出运动员相对较近的起跑线和人体重心间水平距离对运动员前 3 步起跑加速有利。Harland and Steele 等研究的百米成绩分别为 10.35 s、11.11 s、11.85 s 的 3 组运动员对应的起跑线和人体重心间水平距离分别为: 0.16 m、0.20 m、0.27 m, 我国著名短跑运动员苏炳添这一距离为 0.23 ± 0.01 m, 本研究一级运动员起跑线和人体重心间水平距离比二级运动员表现出更小的运动学趋势 (一级为 0.24 ± 0.04 m; 二级为 0.27 ± 0.03 m), 与前人研究结果一致。一级运动员后侧腿髌关节中心在前后方向上位置比二级运动员更靠前, 相关性分析结果显示, 后侧腿髌关节中心矢状轴位置与起跑线和人体重心间水平距离呈高度正相关 ($r=0.915, P<0.05$), 因此预备姿势时较为向前的后侧腿髌关节中心位置更有利于缩短起跑线和人体重心间水平距离, 从而可能更有利于加速起动效果。

预备姿势时二级运动员躯干前倾角显著性小于一级运动员, 相关性分析结果显示后侧腿起跑器上阶段的伸膝幅度与躯干前倾角呈负相关 ($r=-0.563, P<0.05$), 即预备姿势时躯干前倾角越小起跑器上阶段后侧腿伸膝的幅度越大。目前国内外学者普遍认为支撑过程中应减小伸膝角度, 并指出支撑技术的关键是在摆动腿折叠前摆配合下, 支撑腿要快速有力地伸髌而不是伸膝, 支撑腿的膝应随从和配合髌的运动, 过大地伸膝不利于有效伸髌, 因此预备姿势时躯干适当地前倾有利于协调膝关节合理的蹬伸幅度从而影响起跑加速效果。

3.2 起跑器上阶段角速度峰值特征

表 4 一二级运动员起跑器上阶段角速度峰值参数

°/s

运动员	前侧腿				后侧腿						
	髌关节伸	膝关节伸	踝关节屈	踝关节伸	髌关节伸	髌关节屈	膝关节伸	膝关节屈	踝关节蹬伸屈	踝关节伸	踝关节摆动屈
一级	513.60±82.84	756.99±120.14	-263.48±257.41	985.32±160.88	315.26±88.15	-489.49±62.17*	303.78±255.24	-968.98±524.99	-204.07±129.49	689.66±85.37	-539.83±231.48
	501.58±42.40	755.92±176.47	-191.50±101.06	934.05±162.55	250.12±56.81	-428.05±53.55	241.81±79.41	-597.91±150.93	-241.40±76.27	652.13±183.08	-582.28±246.51

注: * 表示 $P<0.05$, 与二级运动员存在显著性差异

通过研究下肢关节运动学特征发现,从预备姿势开始到起跑器上阶段结束,前侧腿髋关节和膝关节只完成伸髋和伸膝的动作,前侧腿髋和膝在起跑器上阶段只出现1次关节角速度峰值,前侧腿踝关节先后完成屈踝—伸踝动作,整个过程前侧腿踝关节共出现2次角速度峰值。预备姿势时的后侧腿在起跑器上阶段先后完成了蹬伸和摆动2个动作,后侧腿髋关节和膝关节在起跑器上阶段先后完成了伸膝—屈膝动作,后侧腿髋关节和膝关节共出现2次角速度峰值,后侧腿踝关节先后经历了屈踝—伸踝—屈踝3个阶段共出现3次角速度峰值。统计学分析结果表明,一二级运动员之间只有摆动腿屈髋峰值角速度存在差异($P < 0.05$),其余峰值角速度均未见显著性差

异,一级运动员摆动腿屈髋峰值角速度(-489.49 ± 62.17 °/s)显著大于二级运动员(-428.05 ± 53.55 °/s),经相关性分析发现,一二级运动员起跑器上阶段平均水平速度与摆动腿屈髋峰值角速度呈正相关($r = 0.573, P < 0.05$),摆动腿屈髋峰值角速度与支撑时间呈负相关($r = -0.559, P < 0.05$),因此在起跑器上阶段摆动腿的屈髋摆动速度越快,起跑器上阶段的支撑时间就越短,越有利于增大起跑器上阶段的水平速度。

3.3 起跑和前3步加速的速度及步频、步长特征

3.3.1 起跑和前3步速度特征

表5 一二级运动员起跑和前3步整体技术参数

运动员	起跑和前3步	重心平均水平速度/(m/s)	重心平均垂直速度/(m/s)	步长/m	步频/(步/s)	重心与支撑腿脚间水平距离/m	支撑距离/m	支撑时间/s	腾空距离/m	腾空时间/s
一级	蹬离	1.76±0.20	0.51±0.13	1.33±0.09	2.20±0.23	0.31±0.03	0.64±0.05	0.36±0.06	0.31±0.08	0.09±0.03
	第1步	3.91±0.09	0.22±0.17	1.10±0.09	4.08±0.67	0.17±0.08	0.60±0.08	0.15±0.02	0.43±0.15	0.10±0.03
	第2步	4.95±0.11	0.22±0.09	1.30±0.05	4.27±0.45	0.11±0.12	0.65±0.15	0.13±0.03	0.56±0.12	0.10±0.02
	第3步	5.73±0.11	0.14±0.13	1.40±0.11	4.44±0.11	0.00±0.00	0.68±0.10	0.12±0.02	0.66±0.09	0.11±0.02
二级	蹬离	1.62±0.20	0.49±0.08	1.33±0.08	2.10±0.27	0.30±0.03	0.65±0.06	0.40±0.05	0.26±0.08	0.08±0.02
	第1步	3.84±0.13	0.18±0.08	1.16±0.09	3.70±0.41	0.13±0.09	0.69±0.15	0.18±0.03	0.42±0.13	0.10±0.03
	第2步	4.93±0.24	0.22±0.08	1.35±0.07	4.14±0.43	0.07±0.13	0.75±0.16	0.15±0.03	0.50±0.07	0.09±0.02
	第3步	5.64±0.22	0.17±0.10	1.49±0.09	4.11±0.26	0.00±0.00	0.79±0.08	0.14±0.01	0.63±0.09	0.10±0.01

目前很多研究已经证实,百米成绩与起跑加速速度以及起跑加速结束后人体重心所能达到的最大水平速度密切相关(Delecluse et al., 1995; Munro, 1987; Frederick Hagy, 1986),而起跑器上阶段和前3步加速技术是起跑加速技术的核心。经统计学检验,起跑器上阶段和前3步加速支撑阶段重心平均水平与垂直速度,一二级运动员之间均不具有显著性差异,但是一级运动员表现出每一步平均水平速度均大于二级运动员的运动学趋势。对一二级运动员起跑器上阶段开始到第3步结束时的每一步水平和垂直方向上的平均速度进行比较,统计学结果显示,每一步重心平均水平速度之间均具有显著性差异($V_{3step} > V_{2step} > V_{1step} > V_{蹬离}, P < 0.05$),重心平均垂直速度起跑器上阶段与第1步、第2步、第3步之间均具有非常显著性差异($P < 0.05$),

第1步、第2步、第3步间均不具有显著性差异。该结果也揭示了起跑加速技术的本质特征,即起跑加速的目的在于快速提高人体水平方向速度,而在蹬离起跑器后要减小垂直方向上速度的增加,从而获得较大的重心水平速度和保持相对较小的重心垂直速度,从起跑器上阶段开始到第3步结束水平速度增长节奏逐渐加快,每一步支撑加速的水平速度增长率分别为:10.40%、23.93%、30.54%、35.13%。

3.3.2 起跑和前3步步长、步频特征

根据Hay James(1978)的观点,在影响跑速的各因素中,步长和步频等生物力学参数对跑速的影响程度是最大的。由表5可知,一二级运动员起跑步长变化均呈“V”字型,起跑器上阶段步长大于第1步,第1步步长最小,从第1步开始步长逐渐增大,一二级运动员步频从起跑器

上阶段开始到第3步结束始终增大,除了第3步步频一级运动员显著大于二级运动员外,其他阶段步长与步频一二级运动员间均不具有显著性。

目前关于步长、步频与跑速的研究主要集中于百米全程和最大速度阶段,相关研究显示,当跑速在3.33—8.33 m/s范围内时,跑速与步长之间呈显著性正相关(Sinning, 1979; Deshon, 1964),在较高速度时,步长变化不大甚至会减小,而步频成为跑速的主要影响因素(Dillman, 1975; Mero, 1986)^[10]。本文对起跑器上阶段开始至前3步起跑加速阶段的各技术参数相关关系分析发现,平均水平速度与平均步频之间呈显著性正相关($r=0.726, P<0.05$),即平均步频越快平均水平速度就越快,平均步长与平均水平速度之间不具有相关性,因此起跑加速过程中的步频是影响起跑加速水平速度的关键因素。

3.3.3 起跑加速前3步支撑与腾空阶段运动学特征

百米起跑加速过程中人体重心的快速向前移动是通过一系列的支撑—腾空阶段的快速交替运动来实现的,对支撑和腾空阶段的运动学参数进行分析有助于我们从整体上了解起跑加速技术的时空结构特征。经统计学检验发现,起跑器上阶段和前3步的支撑距离、支撑时间、腾空距离、腾空时间、支撑腿脚距与重心间水平距离等运动学参数,一二级运动员之间均不具有显著性差异。进一步进行相关性分析发现,蹬离平均水平速度与起跑器上阶段支撑时间呈显著性负相关($r=-0.846, P<0.05$),说明起跑器上阶段较小的支撑时间对提升该阶段的水平速度是有利的,本研究一级运动员支撑时间为 0.36 ± 0.06 s,二级运动员支撑时间为 0.40 ± 0.05 s,一二级运动员起跑器上阶段支撑时间虽然无统计学上差异,但是一级运动员比二级运动员有更短的运动学趋势。

第1步水平速度增量与第1步支撑时间($r=0.767, P<0.05$)、第1步支撑距离($r=0.762, P<0.05$)呈显著正相关,第2步水平速度增量与第2步支撑时间($r=0.595, P<0.05$)、第2步支撑距离($r=0.589, P<0.05$)呈显著正相关,第2步水平速度增量与第2步腾空时间呈显著负相关($r=-0.735, P<0.05$)。研究结果表明,起跑器上阶段与第1步、第2步支撑与腾空阶段的作用是不同的,起跑器上阶段

为了获得较大起动速度要求更短的支撑时间,而第1步和第2步加速阶段则需要更长的支撑时间和支撑距离同时要减少腾空时间来提高水平速度。目前关于支撑—腾空时间与距离与跑速关系的研究并没有形成一致的结论,Taylor (1977)与Mann (1985)发现,随着跑速的增大,运动员支撑的时间缩短,腾空时间增长。王志强研究发现运动员水平速度与腾空时间呈负相关($r=-0.649, P<0.05$),并指出运动员加速的动力只有通过支撑阶段来获得,并应尽可能地缩短腾空时间。刘健生认为,正确的技术应该是腾空时间短、支撑时间也短(在支撑时间尽可能长的前提下),因为这说明蹬地加速的机会多。

4 研究结论

(1) 一二级运动员预备姿势时存在差异的指标有:后侧腿膝角、躯干前倾角、后腿髋关节中心矢状轴位置,预备姿势较大的后腿膝角、更为前倾的躯干以及更为向前的后腿髋关节中心矢状轴位置与较好的后蹬起跑器效果有关。

(2) 起跑器上阶段一级运动员摆动腿屈髋角速度峰值显著性大于二级运动员,较大的摆动腿屈髋角速度峰值,有利于缩短起跑器上阶段的支撑时间,提高起跑器上阶段的平均水平速度。

(3) 起跑器上阶段和前3步,一级运动员重心平均水平速度比二级运动员有更大的运动学趋势,起跑加速的目的在于快速地提高人体重心水平方向速度,减小蹬离起跑器后垂直方向上速度的增加,从而获得较大的重心水平速度和保持相对较小的重心垂直速度。

(4) 起跑器上阶段至第3步加速阶段,一二级运动员步长增长均呈“V”字型,平均步长与平均水平速度之间无相关性,平均步频与平均水平速度之间呈显著正相关($r=0.726, P<0.05$),起跑较快的步频有利于水平速度的提高。

(5) 起跑器上阶段与第1步、第2步腾空与支撑阶段的技术特点是不同的,起跑器上阶段为了获得较大起动速度要求更短的支撑时间,而第1步和第2步加速阶段提高水平速度则需要更长的支撑时间、支撑距离和更短的腾空时间。

参考文献:

- [1] 王泽峰.田径百米和4×100米接力技术诊断与优化[M].石家庄:河北人民出版社,2018.

- [2] 王泽峰,何文捷,王新娜,等.我国优秀男子百米运动员起跑加速技术分析[J].中国体育科技,2019,54(5):108.
- [3] van INGEN SCHENAU G J, JACOBS R, de KONING J J. Can cycle power predict sprint running performance? [J]. European Journal of Applied Physiology, 1991, 63(3):255.
- [4] de KONING J J, de GROOT G, van INGEN SCHENAU G J. A power equation for the sprint in speed skating [J]. Journal of Biomechanics, 1992, 25(6):573.
- [5] 王泽峰,毕志远,王新娜,等.不同水平男子百米运动员起跑加速三维技术研究[J].天津体育学院学报,2019,34(2):150.
- [6] 马杰,王泽峰.我国百米男子运动员苏炳添起跑加速技术研究[J].山东体育学院学报,2017,33(2):92.
- [7] SLAWINSKI J, DUMAS R, CHEZE L, et al. Effect of postural changes on 3D joint angular velocity during starting block phase[J]. Journal of Sports Sciences, 2013, 31(3):256.
- [8] van COPPENOLLE H, DELECLUSE C, GORIS M, et al. Technology and development of speed; evaluation of the start, sprint and body composition of Pavoni, Cooman and Desruelles [J]. Athletics Coach, 1989, 23(1):82.
- [9] MERO A, LUHTANEN P, KOMI P V. A biomechanical study of the sprint start[J]. Scandinavian Journal of Sports Science, 1983, 5(1):20.
- [10] DILLMAN C J. Kinematic analyses of running[J]. Exercise and sport sciences reviews, 1975, 3(1):193.

Three-dimensional Technical Analysis of Starting and Acceleration of the First Three Steps of the First and Second Class Men's 100 m Athletes

BI Zhiyuan¹, WANG Zefeng², LI Changdong³, HE Wenjie⁴, LI Jianxin⁵

- (1. Taiyuan Normal University, Jinzhong 030619, China; 2. China Institute of Sports Science, Beijing 100061, China;
3. Zunyi Normal University, Zunyi 563006, China;
4. Sports Information Center of General Administration of Sport of China, Beijing 100061, China;
5. Hebei Institute of Sports Science, Shijiazhuang 050011, China)

Abstract: *Objective:* To explore the differences of starting acceleration techniques and the main factors affecting the effect of starting acceleration of male 100 m athletes. *Methods:* Analytical method of three-dimensional high-speed infrared camera was used to analyze starting and the first three steps acceleration of 6 first class and 7 second class male athletes. *Results:* ① There was significant difference in the peak value of hip flexion angular velocity between the first and second level athletes in the upper stage of the starting machine ($P < 0.05$), The peak value of hip flexion angular velocity was positively correlated with the average horizontal velocity ($P < 0.05$), and negatively correlated with the support time ($P < 0.05$); ② The first step horizontal speed was positively correlated with support time and support distance ($P < 0.05$), the second step horizontal speed was positively correlated with support time and support distance ($P < 0.05$), and negatively correlated with flight time ($P < 0.05$); ③ There was a positive correlation between the average step frequency and the average horizontal speed ($P < 0.05$). *Conclusion:* The technical characteristics of different stages of starting and the first three steps acceleration are different. The upper stage of the starter is to obtain a larger starting speed, so it requires a larger peak value of hip flexion angular velocity of swinging leg and a shorter support time. In the first and second step acceleration stage, it needs longer support time, support distance and shorter flight time to improve the horizontal speed. The faster step frequency of starting and the first three steps acceleration is conducive to the improvement of the horizontal speed.

Key words: men's 100 m; first and second class athletes; starting; first three steps; acceleration technique; parameters