

## 短跑技术理论研究热点综述

黄达武

(台州学院 体育科学学院, 浙江 临海 317000)

**摘 要:** 短跑技术理论的更新和短跑技术的发展是提高短跑运动成绩的重要因素。半个多世纪以来, 我国的短跑技术理论发生了重大变化。对那些曾经是大家争论的焦点问题进行回顾与总结, 为推动我国短跑技术理论发展进而促进短跑运动水平的提高提供参考。“后扒式”着地技术和“屈蹬式”短跑技术已成为现代短跑技术的重要特征; “髋动力”学说的观点及放松技术对竞赛成绩的重要性已得到大家普遍的认可。而“后扒式”着地技术对整个支撑阶段动作技术有何影响; 如何衔接不同场地上的短跑技术、如何在煤渣跑道和泥土场地上提高“屈蹬式”短跑技术的适用性, 以及如何根据运动员的技术特点、形态条件及同等水平运动员的共同技术特征, 对不同等级运动员做技术诊断和指导等问题有待于进一步研究。此外, 加强放松训练方法手段的研究刻不容缓。

**关 键 词:** 短跑技术; 屈蹬技术; 髋动力; 放松技术; 综述

中图分类号: G808.1; G82 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2009)03-0077-06

### Overview of hot topics in the study of theories on sprint techniques

HUANG Da-wu

(School of Physical Education, Taizhou Institute, Linhai 317000, China)

**Abstract:** The updating of theories of sprint techniques and the development of sprint techniques are important factors for high sprint performance. Major changes have occurred to theories on sprint techniques in China over the last half a century. For boosting the development of theories on sprint techniques in China and thus quickly enhancing sprint performance, it is very important to review and summarize hot issues that have once been debated by many researchers. The “reverse parabolic type” landing technique and “bending striding type” sprint technique have become important characteristics of modern sprint techniques. The importance of the views in the “hip power” theory and relaxation techniques for racing performance has been generally recognized by all. However, such issues as what effects will be produced by the “inverse parabolic type” landing technique on moving techniques in the entire supporting stage, how to smoothly connect sprint techniques on different racetracks, how to enhance the applicability of the “reverse parabolic type” technique on cinder and clay racetracks, and how to provide technical diagnosis and guidance for athletes at different levels according to their technical characteristics, figure conditions and common technical characteristics of athletes at the same level, need to be further studied. In addition, immediate actions should be taken to strengthen the study of methods and means for relaxation training.

**Key words:** sprint technique; bending striding technique; hip power; relaxation technique; overview

从 1896 年第一届现代奥运会, 美国运动员伯克以 11.8 s 夺得 100 m 跑桂冠, 到 2008 年牙买加人博尔特创造了 9.69 s 的世界记录, 100 m 跑成绩提高了 2.1 s。除了科学化训练及场地器械更新等因素外, 短跑技术

的不断完善与发展, 也是重要因素。源于短跑实践的短跑技术理论, 对短跑技术的发展起预测及导向作用, 是短跑技术发展的理论基础。我国短跑技术理论的发展, 经历了 20 世纪五六十年代的引进与借鉴, 七八十

年代的补充与修订。在发展过程中,原来被公认的技术理论,由于不能适应现代短跑运动发展的需要逐渐被舍弃,而有些技术理论则在争论过程中逐渐得到大家的认可。在世界短跑水平稳固发展而我国短跑水平却停滞不前的关键时期,有必要对那些曾经是大家争论的焦点问题进行回顾与总结。

## 1 前蹬阻力——动力问题

传统的短跑技术理论以重心相对于支撑点的空间位置,将一个完整的单步分成着地缓冲(前蹬)与后蹬两个阶段,并根据经典力学理论分析支撑过程中的人体受力情况。其主要观点是,在缓冲阶段,由于重心在支撑点后方,支撑反作用力与人体跑进的方向相反。因此,支撑反作用力是阻力,人体做减速运动。在重心移过支撑上方后,此时支撑腿蹬伸发力,支撑反作用力与人体跑进的方向一致,是动力。所以,该理论认为在前蹬阶段只能被动缓冲以减少制动阻力;在后蹬阶段要积极蹬伸,以加强后蹬效果。这一技术理论对我国短跑运动的发展曾起到重大作用。然而,随着场地器材的更新,相关学科成果的渗透以及分析手段、方法的进步,许多学者对这一理论产生了怀疑。前蹬阶段问题的焦点主要集中在两个方面:先进的着地技术能否有效地减小制动力;前蹬阶段是否存在阻力,为减小制动力而加快小腿回摆速度的技术是否正确。

苏仕君<sup>[1]</sup>通过三维测力台对短跑支撑阶段人体受力情况的测量,从数值上定量地确定了前蹬阶段阻力存在的事实。李诚志<sup>[2]</sup>指出,这种阻力的大小取决于脚着地瞬间相对地面的水平速度,脚着地瞬间正向水平速度越大,前蹬制动力就越大,反之则小。因此,在脚着地前,加快小腿的回摆速度对减小制动力是非常有益的。大多数学者对此着地技术称为“后扒式”或“鞭打式”着地技术。黄香伯<sup>[3]</sup>对此技术的数理分析表明,鞭打扒地动作可使人体在前支撑期间获得动力,前支撑期间动力的大小取决于多种因素,但最主要的因素是鞭打速度。金发仓<sup>[4]</sup>用三维测力台对“戳地式”、“正常式”和“后扒式”3种落地技术的动力学参数的研究表明,“扒地式”落地技术能加强后蹬阶段的水平分力,用力方向较为合理,并能缩短支撑时间。朱谦<sup>[5]</sup>通过教学实验发现,注重“后扒式”着地技术的教学和发展与“后扒式”动作技术有关肌群的力量训练,能优化支撑阶段各运动学参数,并有效提高运动成绩。同时他指出,脚主动积极“后扒”产生的地面反作用力的水平分力与运动方向一致,能减弱由支撑地面产生的与运动方向相反的反作用力的影响,因而能变前蹬减速为加速。此外,主动“后扒”的技术还能减轻

支撑腿负担,节省能量,利用已有的惯性和肌肉收缩力量,提高速度和后程的跑速。骆建等<sup>[6]</sup>对短跑途中跑着地缓冲技术的生物力学研究表明,着地缓冲开始瞬间的“扒地式”着地技术的好坏,不仅对减小人体在着地缓冲时受到与人体运动方向相反的支撑反作用力的水平分力大小有重要作用,而且对增大步长也有关键性影响。张仲景等<sup>[7]</sup>认为,后蹬扒地是短跑运动中支撑脚扒地技术中的一个重要环节,也是推动人体快速向前运动的主要动力。在快速跑中,如果忽视支撑脚后蹬扒地的用力动作,就会间断支撑脚扒地式着地技术的连续性,延长支撑时间,从而丧失跑动作协调配合的整体效益,影响人体前移的速度。此外,在途中跑过程中,正确的后蹬扒地技术可以防止支撑腿膝关节过度伸展,缩小大腿后摆的幅度,有利于使髋屈肌群、股后肌群所产生的收缩力量和摆动力量得到充分的发挥与利用,从而加大腿前摆的速度。王志强等<sup>[8]</sup>对不同水平短跑运动员途中跑支撑反作用力的研究表明,制动力效应不仅与着地前脚相对于地面的水平速度有关,而且着地的动作效果对其的影响可能更大。较小的着地水平速度和合理的前支撑段技术可以在不增加制动效应的基础上增加前支撑距离,从而增加支撑步长,提高技术效果。

从上述众多学者对“后扒式”着地技术的分析可知,该技术的主要优点是能有效地减小制动效应。而着地前小腿的回摆速度对降低脚的水平速度起关键性作用。因此,在着地瞬间,摆动腿大腿应积极下压,小腿做向后的加速运动<sup>[9]</sup>。但是,也有学者对此观点进行了反驳。早在1982年蔡国钧<sup>[10]</sup>就提出,过分地追求小腿的回摆速度是不对的。此后,陈有源<sup>[11]</sup>对“后扒式”着地技术也进行了否定。他从转动力学角度对支撑过程进行分析后认为,着地后人体是以支撑脚为轴向前转动,着地反冲力始终通过转轴,力矩为零。因此,无论它的大小如何,都不能成为支撑腿绕足或关节向前转动的阻力。所以,把鞭打、扒地和小腿后屈作为减小着地反冲力对人体的制动作用,将不具有任何意义。

综上所述,大多数学者对“后扒式”着地技术持肯定态度,但也有学者从不同角度提出相反的意见。尽管还没有研究报道有优秀运动员脚向后的速度大于或等于人体质心向前的速度,但大量的研究结果证明,优秀运动员的小腿后屈速度明显大于一般运动员。因此,尽量减小脚相对于地面的速度是短跑运动员应努力的方向。同时我们也要认识到,短跑是一项要求肢体环节高度协调的运动项目,各环节间的运动应视为一个系统,在其它环节运动没有达到一定要求之前过

分追求小腿的回摆速度会导致整个系统功能的破坏,从而影响跑速。所以,对不同水平运动员,根据其身体形态及各环节生物力学参数来定量评价其着地技术的优劣,以及对“后扒式”着地技术对整个支撑阶段重要影响的研究应引起大家的关注。

## 2 屈蹬技术

所谓的“屈蹬技术”,是相对传统的基于后蹬理论下的髌、膝、踝3关节充分蹬直的技术而言的短跑技术。在20世纪80年代初期,李诚志、黄宗成<sup>[12]</sup>对短跑技术分析时发现,世界优秀短跑选手的后蹬腿膝关节的屈曲度,明显大于我国选手。他们多采用“屈蹬式”的蹬地动作。即蹬地阶段不强调蹬地腿充分蹬伸,如美国运动员蹬离时的膝角为 $151^{\circ}$ ,而我国运动员较直,为 $161^{\circ}$ 。此后,关于“屈蹬式”短跑技术的报道大量出现,众多学者分别从运动解剖学、肌肉生理学、运动生物力学等对此技术的优越性进行了深入探讨。

在1981年B·B丘巴等<sup>[13]</sup>就注意到了蹬伸阶段的“屈蹬现象”。随后他们从生理解剖学上也证实了膝关节从 $164^{\circ}$ 伸展到 $168^{\circ}$ ,髌、踝关节间的距离缩短的事实。刘建生<sup>[14]</sup>在1983年通过三角函数也推算出膝关节大于一定角度时再伸展,其长度增加是很微小的结论。这就在功能解剖学上证明了传统后蹬理论欲通过充分蹬直3关节来追求做功距离的设想是不正确的。赵杰<sup>[15]</sup>认为,屈蹬技术一方面没有发挥最大肌肉力量因而可以保持较高的收缩速度,另一方面能保持较大的肌拉力角和肌拉力矩,从而提高大小腿折叠的力量,缩短前摆半径,提高摆动腿前摆速度。王鲁克<sup>[16]</sup>报道,“屈蹬式”与传统的后蹬型技术相比较,更具有经济性、实效性。具体表现在,屈蹬式技术支撑腿后蹬时膝角变化小,支撑后蹬时间短,小腿倾角及后蹬角小,利于增大向前水平速度,减小重心波动差,增大步幅,提高跑的实效性。于湘泽<sup>[17]</sup>认为“屈蹬技术”能缩短支撑时间,提高步频。代进军等<sup>[18]</sup>提出,后蹬过程中过度伸直膝关节会导致后蹬角度增大。而后蹬角度一旦增大,就会引起腾空高度的增加和腾空时间的延长。这虽然能起到增大步长作用,却贻误了跑的频率、损害了步长与频率的合理配置,从而影响了提高跑速的综合效益。而“屈蹬技术”不仅适应跑道的性能,而且服从跑的整体技术需要。这对保持跑的向前性、连续性、平稳直线性十分有益,从而可以获得步长、步频的双重效益。徐萱俊<sup>[19]</sup>的肌电图实验显示,后蹬过程中,膝关节角度超过 $155^{\circ}$ ,肌肉活动强度明显下降。李强<sup>[20]</sup>从解剖学和肌肉生理学对“屈蹬技术”优

越性的描述为,“屈蹬技术”能避免髌关节出现主动不足的现象,能充分发挥主要关节的力量;短跑技术有利于减小后蹬角,并可协调步幅与步频的关系;有利于肌肉的弹性成分储存能量,使收缩成分产生的张力变化趋于缓和,防止肌肉的损伤。

综上所述,“屈蹬技术”不仅能更好地适应并充分利用塑胶跑道的物理性能,而且能更有效地提高跑速。相对于“后蹬式”短跑技术,其优越性主要表现在3个方面:一是有利于蹬离地后的折叠摆动,提高摆腿速度,这符合现代短跑的技术特征要求;二是能减小重心波动,有利于速度的保持和增加;三是能优化步频和步长的关系,从整体上提高跑的综合效应<sup>[11, 21-24]</sup>。此外,相关研究者从其它角度对“屈蹬技术”现象做了不同的解释。王志强等<sup>[25]</sup>提出,膝、踝关节的主要作用是起坚固的支撑,膝关节缓冲和蹬伸幅度过大不利于髌动力作用的实现。而骆建<sup>[26]</sup>则认为,蹬伸后段所获得的有效反作用力小于人体前进中的阻力,属于无效蹬伸,因此应提前结束蹬伸过程。王保成<sup>[27]</sup>认为,支撑腿膝角变化过大,就增加了腿的支撑时间,降低整条腿在身体下的摆动速度。

因此,无论是“屈蹬技术”带来短跑成绩显著提高的事实,还是大家从各方面对此技术优越性的合理解释,我们都有理由相信,“屈蹬式”短跑技术符合场地器材发展的需要,有利于运动员充分发挥其竞技能力,代表现代短跑技术的发展方向。而我国目前的情况是,很多少年儿童只能在煤渣跑道甚至是泥土场地上接受短跑初级训练,为了取得训练效果或竞赛名次,“后蹬式”短跑技术仍是他们的主流技术。毫无疑问,这将会给他们日后更高层次的训练带来了不利影响。因此,如何衔接不同场地上的短跑技术,使这些少年儿童更快地适应塑胶跑道,或者是如何在煤渣跑道和泥土场地上提高“屈蹬式”短跑技术的适用性等方面的问题应引起大家的重视。

## 3 短跑核心动力来源——髌动力

随着运动生物力学研究的进展,人们逐渐发现支撑阶段髌关节的运动幅度与速度比膝关节的要大得多。结合现代短跑技术特点及髌关节的解剖结构,人们逐渐认识到髌关节才是跑进的动力来源。髌关节的运动参数表现在两个方面,一是支撑阶段支撑腿的伸髌参数;二是支撑过程中摆动腿的屈髌参数,由摆动腿的速度、幅度体现。

丘巴<sup>[28]</sup>的研究结果表明,在短跑中身体质量中心速度损耗的减小是由髌关节的伸展力矩所决定的。J·瓦泽尔<sup>[29]</sup>认为,对跑速起决定作用的是髌部伸肌的

工作能力。宫本庄<sup>[30]</sup>指出,途中跑蹬地过程中股四头肌收缩强度不高,仅起支撑作用,而股后肌群才是最后完成后蹬动作的关键肌肉。朱谦<sup>[5]</sup>在研究中指出,髋所拥有的肌纤维数量和力量比膝、踝大得多,髋伸展幅度达70°左右,膝17°左右,踝25°左右,表明髋是取得跑速动力的主要关节。K·维曼<sup>[31]</sup>通过髋角从支撑阶段开始即始终处于伸展状态这一现象认为,髋股部肌肉能够单独地完成短跑支撑阶段所需的伸髋-伸膝活动。如果收缩速度相同,髋股部肌肉作用产生的动作速度比膝部伸肌大得多。依藤章<sup>[32]</sup>对东京世界田径锦标赛的研究结果表明,在起跑和途中跑中髋关节的伸展速度越快,跑速越快。王卫星<sup>[33]</sup>认为,快速伸髋对跑速的影响远大于快速伸膝。王志强等<sup>[34]</sup>提出,短跑途中跑中髋是人体水平加速的关键环节,两大腿的剪绞速度及支撑腿伸髋的角速度是影响支撑阶段人体水平速度的主要因素。狩野丰<sup>[35]</sup>通过核磁共振技术研究发现,大腿上70%部位的内收肌群和股后肌群的横截面积与100 m跑成绩成正相关,而股四头肌及50%部位各肌群横截面积却不具有统计学意义的相关性。

大家除了对支撑腿伸髋技术及其作用作了深入分析外,对摆动腿参数对短跑速度的影响也展开了广泛的研究。Winfried<sup>[36]</sup>认为,产生较高跑速的原因是有力的摆腿而不是快速的蹬地。金原勇、阿江通良<sup>[37]</sup>提出,大腿运动的角速度及摆动幅度是衡量短跑技术的最好尺度。刘建生<sup>[4]</sup>认为,当肌肉牵动人体某部分运动时,必须要同时牵引人体的另外一部分做相反的运动。因此,只有摆动腿积极前摆,才能使支撑腿迅速后划。金发仓<sup>[4]</sup>曾指出,我国短跑运动员步频慢的主要原因是摆动腿速度慢,加快摆动腿前摆与下压速度并重视摆腿高度是提高我国短跑成绩的主要途径。阿江通良<sup>[35]</sup>通过身体各部分之间能量传递利用的想法对短跑技术进行分析认为,髋部的屈伸肌群是短跑水平运动的主要动力源。关于摆动腿迅速上摆的作用,苏仕君<sup>[1]</sup>认为,高抬大腿能增加势能,加快脚的扒地速度,拉长大腿后群肌肉,加长工作距离,增大步幅;吴太平<sup>[38]</sup>指出,快速前摆大腿能对人体产生向前上方的拉力,减少制动,使身体快速前移,缩短支撑时间,并带动同侧髋关节前移从而增大步长。徐开春<sup>[22]</sup>的研究结果表明,快速摆动大腿可以加大支撑腿对地面的压力,使支撑腿具有更大的势能,加快两腿的交换频率,达到增加步速,加快重心前移的作用。王志强等<sup>[39]</sup>在研究中指出,摆动腿快速前摆对支撑阶段人体水平速度的保持和增加有着重要的意义。徐茂典<sup>[40]</sup>认为,摆动腿最大的摆动速度是影响支撑时间的关键,并直接影响途中

跑的步频和速度。缓冲期加快摆动腿的摆动速度能有效地加快重心的前移速度。

综上所述,大家在对支撑阶段髋关节的运动特点进行描述时,也对快速伸髋和摆腿对保持和提高跑速的重要作用进行了论证,从两方面证实了髋是人体加速的关键环节,髋关节是跑进过程中的重要动力来源。在实践中,髋关节的运动幅度与速度对动力效果的提高、身体重心的快速前移、支撑时间的缩短等积极作用已得到人们认可。因此,很多运动员希望通过加大支撑过程中髋的运动幅度与速度来提高跑速。但是,我们应注意,一方面短跑要求运动过程中人体的各环节必须高度协调统一,髋关节的运动特征必须服从于整个运动系统。为了求大而增大的做法必然要导致动作系统的连续性和平衡性遭到破坏,影响整体动作结构的功能,势必影响跑速的保持和提高。另一方面,过大的伸髋及伸膝所获得的微小利益,相对于此举导致的低效支撑时间过长、后继折叠不力、后蹬角过大等问题而言是得不偿失的<sup>[39]</sup>。因此,在对不同等级运动员做技术诊断和指导时,必须根据其自身的特点及同等水平运动员的共同技术特征来进行。脱离运动员的实际竞技能力去要求其做相关的技术改进,必将事倍功半。

#### 4 放松技术

从短跑的项目特征来看,它是距离最短、强度最大的极限体能类项目,要求运动员在极度缺氧的情况下,能充分发挥人体的速度、爆发力。这就在神经肌肉的功能特点上对短跑运动员提出了较高的要求,一方面,要求神经灵活性高、兴奋与抑制转换快;另一方面,肌肉的收缩与放松能力强,并高度协调。因此,从短跑项目的生理特点上我们就能看出,放松技术对于提高跑速具有十分重要的作用。美国著名短跑教练温特曾说过,教会任何一个田径运动员掌握放松技术,会取得好的甚至惊人的效果,特别是对短跑运动员的成绩起很大的作用。美国著名学者维苏茨金对世界优秀短跑运动员研究表明,短跑运动员的100 m跑成绩由10.9 s提高到10 s的诸因素中,爆发力的提高占20.57%,力量的增加占12.34%,肌肉放松能力的改善占21.57%。这一成果有力地证明了高速跑中放松技术对提高成绩的重要作用。所谓短跑的放松技术是指在短跑过程中,运动员通过心理、生理等因素的合理调节,以保持在高速跑中身体的协调放松,使神经系统与肌肉系统高度配合,肌肉的收缩与舒张得以按照技术要求协调进行,人体以最大限度发挥肌体的能量并获得最高速度的一种提高运动成绩的有效方法<sup>[23, 41]</sup>。

沈红斌<sup>[21]</sup>提出,放松技术有利于减少高速跑时的多余动作,有效地降低运动员赛前的焦虑程度,稳定情绪并改善神经系统的冲动,减轻高速跑时大脑皮质的负担,加快大脑皮质中枢兴奋和抑制的转换速度,有利于步频的提高。王鲁克<sup>[16]</sup>报道,放松技术有利于减小肌肉本身对抗肌的阻力,增大肌肉收缩前的初长度,加快动作速度,提高肌肉工作效率,改善肌肉工作的能量供应过程,减少能量消耗,有利于提高能量利用率和速度耐力。于湘泽<sup>[17]</sup>认为,放松技术能增强技术动作的节奏感,使短跑技术更加完善;能提高肌肉、关节的灵活性和柔韧性,可加大运动幅度,有效地增加步长。宋广林等<sup>[42]</sup>报告,肌肉的协调放松能力对于提高速度素质,经济高效地利用无氧代谢中的ATP—CP系统供能具有重要的意义。

根据上述相关研究可知,放松技术对提高跑速有以下4个方面的作用:一是能减轻神经系统的负担,加快大脑皮质兴奋与抑制的转换,有利于提高步频;二是能增强神经对肌肉系统的控制能力,增加主动肌的收缩力量,减小对抗肌的阻力;三是增大肌肉、关节的运动幅度,有效地提高步幅;四是增强技术动作的节奏感,减小神经系统和肌肉系统的能量消耗。因此,可以说放松技术是现代短跑技术的重要特征之一,是高水平运动员取得胜利的必备技能。但是,对如何提高放松技术的训练方法和手段的研究却相对滞后。只有相关学者对放松大步跑、下坡跑、柔韧性练习等方法对放松技术训练的作用作了一定的探讨,而在技术和力量训练方法和手段等方面的研究显得十分薄弱。因此,加强短跑放松训练方法手段的研究,是丰富我国短跑技术理论的重要内容。

## 5 小结

短跑技术研究的主要目的是,在适应场地、器材、规则等客体因素变化要求的基础上,发展能充分利用这些客体因素及最大限度地发挥人体极限体能的先进技术。在上述中,对曾是大家关注的焦点进行的回顾总结中能深刻地体会这一点。例如,“屈蹬技术”不仅能充分利用塑胶跑道的高弹性、防滑性等物理特性,还能充分发挥髋动力的作用;“后扒式”着地技术能有效地减轻支撑腿负担,节省能量,并且有利于髋屈肌群、股后肌群所产生的收缩力量和摆动力量得到充分的发挥与利用;较大的伸髋幅度和速度及摆腿速度能为跑进过程提供更多的动力来源。这3个研究热点所反应的是如何减小阻力和增大动力的问题。而放松技术的研究则是在更高的层次上探讨如何有效地发挥神经肌肉系统的功能来提高跑速的问题。它们对丰富和

完善我国的短跑技术理论以及推动我国短跑运动的发展起到巨大作用。但“后扒式”着地技术对整个支撑阶段动作技术的重要影响作用;如何衔接不同场地上的短跑技术;如何在煤渣跑道和泥土场地上提高“屈蹬式”短跑技术的适用性;如何根据运动员的技术特点、形态条件及同等水平运动员的共同技术特征对不同等级运动员做技术诊断和指导;加强放松训练方法手段的研究等问题,还有待于日后再进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 苏仕君. 短跑途中跑的生物力学分析[J]. 安徽体育科技, 1992, 13(1): 4-5.
- [2] 李诚志. 百米跑落地动作的生物力学分析[J]. 中国体育科技, 1987, 23(9): 16-18.
- [3] 黄香伯. 短跑鞭打扒地动作数理分析尝试[J]. 武汉体育学院学报, 1980, 14(2): 19-26.
- [4] 金发仓. 短跑途中跑的支撑力分析[J]. 西安体育学院学报, 1985, 2(1): 27-30.
- [5] 朱谦. “后扒式”短跑新技术的探索[J]. 上海体育学院学报, 1987, 11(2): 48-53.
- [6] 骆建, 黄全会. 对短跑途中跑着地缓冲技术的生物力学研究[J]. 成都体育学院学报, 1995, 21(1): 29-35.
- [7] 张仲景, 李新江. 对短跑途中跑支撑脚后蹬扒地技术的初步探讨[J]. 河北体育学院学报, 2004(4): 16-17.
- [8] 王志强, 钟大鹏, 肖建国. 不同水平短跑运动员途中跑支撑反作用力研究[J]. 武汉体育学院学报, 2005, 39(3): 42-45.
- [9] 霍斯凯森, 科切利. 对1990年美国田径运动理事会青年短跑运动员的技术评价[J]. 田径情报资料, 1992, 10(5): 5-14.
- [10] 蔡国钧. 短跑技术理论初探[J]. 体育与科学, 1982, 3(1): 12-19.
- [11] 陈有源. 短跑途中跑的腿运动特点和技术的研究[J]. 武汉体育学院学报, 1988, 22(4): 56-63.
- [12] 李诚志, 黄宗成. 短跑公关技术诊断报告[J]. 中国体育科技, 1985, 21(13): 1-4.
- [13] B·B·丘巴. 短跑蹬地的生物力学[J]. 上海体院译报, 1982: 5-10.
- [14] 刘建生. 运用生物力学分析跑的技术[G]//李思文. 田径文集(第1分册). 四川: 成都体育学院, 1983: 47-50.
- [15] 赵杰. 后蹬式与屈蹬式短跑技术分析[J]. 武汉体育学院学报, 1995, 29(1): 63-65.
- [16] 王鲁克. 现代短跑技术特点及发展趋势[J]. 山东体育学院学报, 2000, 16(3): 33-35.

- [17] 于湘泽. 对现代短跑技术特点及发展态势的认识[J]. 哈尔滨体育学院学报, 2001, 19(1): 79-81.
- [18] 代进军, 许瑞勋. 短跑伸髋高摆扒地技术探析[J]. 河南师范大学学报, 2002, 43(2): 78-81.
- [19] 徐莹俊. 运用现代科学技术信息放大100 m速度素质功能[J]. 广州体育学院学报, 2003, 23(2): 48-50.
- [20] 李强. 基于“屈蹬式”短跑技术的研究[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2003, 21(3): 103-105.
- [21] 沈红斌, 张夏. 当代短跑技术的发展趋势[J]. 北京体育学院学报, 1992, 15(2): 77-82.
- [22] 徐开春. 试论现代短跑技术的发展趋向[J]. 中国体育科技, 1998, 34(2): 14-16.
- [23] 孙学英. 对现代短距离途中跑技术发展方向的分析与探讨[J]. 山西师大体育学院学报, 2003, 18(3): 56-58.
- [24] 王燕珍, 王枫. 100 m跑现代技术特点的研究[J]. 安徽体育科技, 2004, 25(1): 20-22.
- [25] 王志强, 罗跃兵. 对短跑新技术理论的综述与分析[J]. 武汉体育学院学报, 1997, 31(3): 45-47.
- [26] 骆建. 试论100 m途中跑后蹬阶段技术[J]. 体育科学, 1997, 17(6): 52-55.
- [27] 王保成, 周志雄. 短跑技术专门练习的创新与教学训练效果的实验比较研究[J]. 体育科学, 2001, 21(4): 46-49.
- [28] 丘伯. 短跑运动员与地面相互作用的力学机制[J]. 国外体育科技资料, 1979(16-17): 2.
- [29] J·瓦泽尔, 余国旗. 跑的技术训练[J]. 上海体育学院译报, 1985(4): 9-15.
- [30] 宫本庄. 通过下肢肌电观察对短跑途中跑技术和专门力量训练中一些问题的探讨[J]. 体育科学, 1985, 5(2): 52-55.
- [31] K·维曼. 髋股部肌群对短跑水平加速所起的作用[J]. 古文, 译. 国外体育科技, 1990(1): 24-27.
- [32] 依藤章. 世界一流短跑运动员的疾跑技术[J]. 孙玉禄, 译. 田径科技信息, 1994, 12(5): 18-23.
- [33] 王卫星. 髓部肌群对跑速的作用与训练[J]. 中国体育科技, 1993, 29(5): 32-36.
- [34] 王志强, 罗跃兵. 对短跑新技术理论的综述与分析[J]. 武汉体育学院学报, 1997, 31(3): 45-47.
- [35] 于川茗, 宫本庄. 短跑途中跑研究进展[J]. 田径, 2005(1): 8-9.
- [36] Winfrind Vonstein. Some reflection in optimal speed sprinting technique[J]. Track Coach, 1997, (fall): 45-52.
- [37] 金原勇, 阿江通良. 从力学上探讨合理的短跑技术[J]. 钱仲炎, 杨宏, 译. 上海体育学院译报, 1985, 5: 1-8.
- [38] 吴太平. 再论短跑技术训练中“以摆带蹬, 蹬摆结合”[J]. 成都体育学院学报, 1986, 12(4): 46-47.
- [39] 王志强, 吴飞, 李清华, 等. 对短跑途中跑支撑阶段摆动技术机制研究[J]. 北京体育大学学报, 2003, 26(1): 127-129.
- [40] 徐茂典, 吴雪山. 短跑途中跑支撑阶段摆动腿某些运动学特征研究[J]. 北京体育大学学报, 2003, 26(1): 122-123.
- [41] 罗新建. 现代100 m跑技术的生物学分析及放松技术再探析[J]. 成都体育学院学报, 2003, 29(4): 44-47.
- [42] 宋广林, 孙健. 对现代短跑技术特征的研究[J]. 山东师范大学学报, 2004(2): 110-114.

[编辑: 周威]