

对脚背内侧踢球技术各环节生物力学特征和教学问题探究

张凌峰¹ 骆安勋²

1. 四川电子机械职业技术学院, 四川 绵阳 621023

2. 西南科技大学, 四川 绵阳 621010

[摘要]脚背内侧踢球技术是足球运动中基本技术之一, 常见于各大、小赛事, 熟知于各技、战术的配合, 如经典的“下底传中”和“长传打身后”。同时在各级各类中小学和足球俱乐部所开授的足球基本课程, 该项技术依然是教学之重点。在进行一学期的足球基本技术教学工作的同时, 对比和观察体育教学过程中, 传统教授脚背内侧踢球技术所采用的教学方法单一, 讲解以直接经验为主, 示范为辅。导致相应学生对该项技术整体理解和力学传导机制模糊, 进而表现为“随缘脚法”等。同时也有学生对其掌握程度“以球被踢出的高远, 来进行评价;”综合以上现实问题, 查阅有关该项技术的相关文献和书籍, 对该项技术相关环节、各环节的力学传导形式进行系统回顾和综述; 并回看第22届世界杯, 欧洲杯等足球体育赛事, 深化对该项技术的理解, 进一步探讨该项技术中各环节生物力学机制和比赛中实际运用情况。并结合该技术各环节力学机制对相应教学问题进行反思, 对相关问题进行探讨与总结, 给予足球基本技术教学相关建议, 更好地服务于足球教学实践之中。

[关键词]脚背内侧踢球技术; 环节力学特征; 教学问题

DOI: 10.33142/jscs.v4i6.14818

中图分类号: G8

文献标识码: A

Exploration on the Biomechanical Characteristics and Teaching Issues of Various Stages of Kicking Technique on the Inner Side of the Instep

ZHANG Lingfeng¹, LUO Anxun²

1. Sichuan Electronic and Mechanic Vocational College, Mianyang, Sichuan, 621023, China

2. Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan, 621010, China

Abstract: The technique of kicking the ball on the inside of the instep is one of the basic skills in football, commonly seen in major and minor competitions, and is well known for the coordination of various techniques and tactics, such as the classic "bottom pass" and "long pass hitting the back". At the same time, the basic football courses taught in primary and secondary schools, as well as football clubs at all levels, still focus on this technology in teaching. While conducting a semester of basic football skills teaching, comparing and observing the process of physical education teaching, it was found that the traditional teaching method for kicking the ball on the inside of the instep was single, with direct experience as the main explanation and demonstration as a supplement. Causing corresponding students to have a vague understanding of the overall understanding and mechanical transmission mechanism of the technology, resulting in behaviors such as "following the trend". At the same time, some students evaluate their mastery level based on the distance of the ball being kicked out. Taking into account the above practical problems, relevant literature and books on this technology are consulted to systematically review and summarize the relevant links and mechanical transmission forms of each link in this technology; Looking back at the 22nd World Cup, European Championship and other football sports events, deepen the understanding of this technology, further explore the biomechanical mechanisms of each link in this technology and the actual application in competitions, and combined with the mechanical mechanism of each link of the technology, reflect on the corresponding teaching problems, explore and summarize the relevant issues, provide relevant suggestions for football basic technology teaching, and better serve the practice of football teaching.

Keywords: kicking technique on the inner side of the instep; mechanical characteristics of links; teaching issues

引言

踢球技术是重要的基本技术之一, 而脚背内侧踢球则为必要的踢球技术之一, 在比赛和教学之中, 有着举足轻重的地位^[1]; 在日常的教学和训练中, 教练员、教师多数以一种经验式教学, 难以对该项技术的每个技术环节的身体姿势、动作轨迹、动作幅度等, 进行完整而细致的描述; 同时也受现实原因的制约, 很难进行定量的数据分析, 这

也与体育“说着重要, 其实不要”的现状有关。现代足球的发展, 更多以“强身体、实效性、全面性”地展现自身技术, 而在比赛中难有“大开大合”的传球姿势, 难有“固定的球”来踢, 这也使得需要进一步认识该项技术的每个环节中常出现的问题, 以及以力学传导的角度来探讨问题产生的原因, 并做可行性方法的改进, 更好地服务于足球基本技术教学。

1 研究对象和研究方法

1.1 研究对象

本研究以脚背内侧踢球技术各环节生物力学特征和教学问题为研究对象,以生物力学的角度来分析教学中常见的问题,并提出一定的建议;并以四川电子机械职业技术学院社体 23.3 班全体学生为教学和观察对象。

1.2 文献资料法

文献是回顾和理解该项技术在不同环节下,对相应力学传导分析之关键;以关键词:“脚背内侧踢球技术生物力学”“脚背内侧踢球技术”“足球长传球”在知网、万方等文献库进行检索与查询。

1.3 比赛技术统计法

该类方法是体育科研特有方法,为进一步了解该项技术在实际比赛的运用,以观看各级足球赛事的视频录像中,就 22 届世界杯中,采用该项技术进行常用的“高举高打”战术、斜长传和弧线定位球,以及射门等,并合理运用该项技术。该项技术触球部位刚性强,灵活多变,来应对快节奏的攻防转换,基本上以场场均可见的情况。

1.4 视频录像法

脚背内侧踢球技术在准备和完成的阶段,短短 2~3 秒的时间,击球和触球一瞬间,大约 0.5 秒左右;对于该项技术细节的进一步把握应以视频录像的方式进行;录像人在踢球者左右侧、后侧分别进行录像;对视频录像以慢动作回放,进行进一步观察,并用相应软件来分析关节角度的变化(如大小腿折叠角度的变化)。

2 脚背内侧踢球技术各环节生物力学机制

2.1 该项技术基本概念

“脚背内侧踢球技术”运用《现代足球》和相应资料综述为:“合理应用第一趾骨及跖趾关节部位触击球的踢球方法,包含助跑、支撑脚站位、摆动腿摆动、摆动腿击球和随挥动作五个动作环节。”^[2] 对该项技术环节生物力学分析,以学生连续完成这五个技术环节为主。

2.2 助跑阶段的力学探讨

助跑是完成该项技术的第一步,以常见的斜线助跑进行分析:斜线助跑以球的轴线,来确定一个坐标轴,并选择合适的助跑角度,从而使身体获得相应的动量。斜线助跑的运用,有助于支撑脚摆向出球方向,支撑腿一侧肌群完成良好的等长收缩形式的同时,也为摆动腿提供更大摆动腿空间,并形成“助跑-制动-绕制动点转动”的有支点和无实体轴的转动形式,更有效地利用了做工距离。当然助跑的距离一直是一个较大考虑因素,为获得更大的动能和冲量,尝试更远距离的斜线助跑,以更大的大腿后摆幅度,来提高击球效益,但也会造成相关肌群的损伤,为此得不偿失。

2.3 支撑阶段的力学探讨

当身体完成助跑环节后,需要强有力的支撑制动点来将惯性与冲量整合。同时当身体高速向斜前移动时,忽然

制动会造成重心的偏移和旋转运动反射,会引起支撑脚一侧的肌群的肌张力反射。为保持动作的稳定与流畅,可适当使用同侧手向同侧外移,以及支撑脚由后脚跟滚动到全脚掌的方式,来减缓突然制动对膝盖的冲击。

表 1 支撑脚位置与球飞行轨迹变化的关系

支撑脚位置	击球部位和摆动力量轨迹	球飞行的角度
靠后	不变或靠于球的中上部,作用力减少(够球)	不变或地滚球
近于一侧	击球部位靠脚内侧(踝关节),作用力于球的外侧	往支撑腿一侧
远于一侧	击球部位靠脚外侧,作用力于球的内侧	往摆动腿外侧

在该阶段中,良好的支撑位点的选择,是击球效益和球飞行轨迹的关键;当支撑点靠后,形成“够球”造成触球部位未击到球,大量的动能损耗于与地面的摩擦,而造成击球的整体效益不高,甚至击球中上部,而起不了球形成地滚球;同时支撑脚近于球一侧,在摆动腿由侧后向斜前摆出,并击球,触球部位和力量传导途径对球产生的作用会发生方向性的偏移,由视频录像看出,摆动腿的击球部位会向踝关节方向靠,从而造成球的内侧飞行;相反则往摆动腿外侧飞行,并以表 1 看出,对于支撑脚的位置的选择,是对球的击打质量、球飞行轨迹的不同有着不可忽视的作用。

2.4 摆动腿和脚击球的力学环节探讨

表 2 摆动腿摆动三环节与击球质量的关系

摆动腿摆动环节	击球质量(整体击球效益)	摆动速度
大腿后摆幅度	负相关	正相关
大小腿折叠夹角	正相关	正相关
小腿主动前摆	正相关	正相关

支点架构完成后,在强有力的支撑下,摆动腿由侧后向斜前下摆动与击球;在此过程中,有三个环节不同程度地决定着击球的质量和效果,分别为大腿后摆幅度、大小腿折叠角度、小腿主动前摆;在此环节和过程中,大、小腿后摆折叠,摆动腿大腿后肌群做向心的蓄势,而膝关节前肌肉群被动拉长做一定“代发”。在完成“蓄势待发”之后,大腿加速带动小腿向斜前下摆,形成鞭打动作。利用动量守恒定理“ $E_{mv} = \text{恒量}$ ”和击球时动量定理 $Ft = mv$ 得出,人体作用于球的动量越大,效益越高。而当质量一定时,要加大对球的效益,只能加大环节施加的动量^[3]。而在摆动过程中,大小腿力量呈动态变化。

李璐在《足球脚内侧踢球技术摆动腿运动学特征分析》一文中对三个不同层次的运动水平的学生,采用 Vicon 高速照相机和三围动作捕捉系统,进行该项技术摆动腿的生物力学定量分析,摆动腿后摆为给前摆提供更大的动力势能和前摆空间,在快速的后摆中,给予摆动腿前摆更大的速度^[4];而在常识之中,大腿后摆幅度越大,就能获得越大的击球效益,但现实往往相反;当自身关节、肌肉超过了原有的适宜长度后,对其收缩效果会大打折扣,并会

造成一定的运动损伤；同时，在一侧支撑的过程中，过大的后摆幅度，对身体的稳定性，自身力量的链式传导能力要求极大，一般水平的学生难以完成，并不能有效提升击球质量，也不利于技术实效性的展现，因此，不应过度追求过大的大腿后摆幅度，来增强摆动腿前摆速度；那么加大小腿摆速显得尤为重要，在李明《对脚背风侧踢定位球的生物力学研究》中：“大小腿折叠夹角越小，膝关节角度达到135°以上时，大腿带动小腿下摆速度收益更高，对踝关节水平速度效益更好，同时也影响整体的合速度。^[5]”除开上述两环节外，小腿主动由侧后向斜前的前摆，所产生的环状角速度也是对击球效益又一影响因素；当然，因其腿部力量差异，学生对于小腿的前摆，是在大腿后摆、大小腿折叠后摆所产生的惯性而挥出，少有存在主动前摆、加速前摆的倾向，这也是专项技术水平和专项力量差异所造成。

整体来说，摆动腿的摆动一直是生物力学方向研究的重点，利用三维运动图像捕捉，对关节角度变化、摆动幅度、环状速度的描述等；再结合相应文献综述和自身实践所得，大腿后摆能增强前摆速度和空间，但不是越大越好，呈现负相关；大小腿折叠越充分，那么膝关节收缩角度大，股四头肌牵张反射效果高，小腿前摆速度好，合速度高；同时小腿主动前摆受专项技术、专项力量的影响大，可进行分解练习，提高小腿主动前摆能力。

2.5 脚击球和随挥动作力学特征的探讨

当第一趾骨及跖趾关节部位触球，脚踝跖曲，横切于地面，并保持一定的刚性，对球不同部位产生碰撞的力，形成不同的出球路线。如弧线球：在触球部位碰撞球时，对球的冲力不全部贯穿球的重心，利用摆动腿下摆与上提，并击打球的下1/3处，使触球部位给予球一个在空中外旋的动能，此时脚呈背曲。

同时，脚踝的刚性是人体作用力传导于球的关键，是缩短触球时间的关键。刚性是人体以等长收缩的形式，对相关关节、肌肉进行收紧，形成硬物体的能力^[6]；而在击球过程中，脚踝的固定程度、击球部位击球时以踝关节为轴，整体击球部位的等张收缩的变化，都对击球效果产生着极大的影响；在这一环节中，球是弹体，当球碰到硬物体时会反弹，而碰到软物体时，会受力吸收；这也是为什么，在常见的口头禅中：“脚踝松了、踝关节固定；”

而具体击球环节完成后，重心会随力量惯性、身体姿势惯性，以及球的反作用力向后或向支撑脚一侧移动，同时完成球和身体完成最后的控制，随即挥动作。随挥动作是卸力和维持平衡的关键，是承接下一动作的关键，也是评价这一整体动作的关键。

3 教学、训练实践问题与解决方法

3.1 助跑不过于追求距离，落地稳定且支撑有力，是传导动力关键

在教学和训练过程中，存在对助跑距离片面的认识，如：“只要有远距离助跑，就能获得更快的鞭打的动作和

较高冲量，从而获得良好的击球效益；”其实不然，在该项技术的力学传导中，有力的支撑、脚踝的刚性都是获得技术效益的关键。在教授和讲述这一环节时，不过分强调助跑的距离的远近，角度的大小，而应明确最后一步的重要性和在合适的速度中，摆动腿移动到落脚点后及时蹬离地面，给予身体更好的向前力度，来促进支撑脚快速下压，落于球的左侧或右侧合适的支撑位点，以强有力的支撑来保证一定的摆腿空间，为转动速度与运动环节做铺垫。

3.2 落点合适因人而异，注重移动中把握

在现实的教学与训练中，落脚点位的选择是影响出球轨迹和路线的重中之重，当支撑脚踏于球一侧相对位置较远时，球因脚触球和击球部位共同发生变化，会导致球在空中往支撑脚异侧方向飞行；相反支撑脚踏点过于近时，则往同侧飞行。在纠正和改进该项技术中应因人而异，并针对学员不同的技术特点来帮助其找到最佳的支撑落脚点，不应过分对“合适”这个词进行定量解释，应注重球在移动中，在动态环境下，可在比赛中和相应战术配合下，学员对支撑位点的把握与选择，从而提高专门化感知觉能力。

3.3 理解力量传导，加强小肌肉群力量，综合整体效益

在该项技术的后面这三个环节的教学与训练过程中，存在过分利用大腿力量，来增大大腿摆速和带动小腿，开出所谓一脚“高质量”长传，造成相应肌群拉伤，常见的有股四头肌因肌张力过大，超过适应活动范围，而造成拉伤；脚踝刚性不足，球对其反作用力造成脚踝软组织损伤和长期积累效应的“足球踝”等；这些损伤的发生，往往是对最后三个环节力学传导机制的不理解，曲解各环节速度对球产生的影响和对关键因素的片面化评价。应从整体去看运动环节力学传导的整体机制，不是大腿后摆越大击球力量越大，也不是脚踝松动去触球；在这我们需要进行一定的脚踝的抗旋转和抗屈伸的力量训练，并加强踝关节周围肌群训练，预防和减少踝关节损伤。同时运用相应辅助动作练习，来提高小腿摆腿速率，提升整体动作效益。

3.4 注重心理训练，降低练习难度，以低目标培养和建立自信心，提高个体自我效能感

在日常的练习中，难以起高球、击球的远度不够，所导致的失败、挫败、甚至于愤怒等情绪，常见于初学者和非惯用脚的练习情况之中；学生对于该项技术的评价整体是以高度、远度来感知，并无良好地注重击球部位、注意技术动作细节的把握；而在日常教学之中，因用分解动作练习、球门定位踢远练习（5米、10米、15米等）、单人踢墙练习等，来增强练习无对抗练习的多样性，学生在不同的难度、场景、空间下，进一步提升对球的击球感觉；同时以一些可行的目标来加强学生自身的自我效能，冲击原有练习过程中的枯燥、烦闷等心情；

3.5 注重实战技术的演练，因赛而练，使技术逐渐过渡为技能

足球同场对抗类项目，赛事会伴随着对手的身体冲撞、

不同速度移动下的传球、快速的技术衔接和攻防转换；而不是为了让学生通过考试所练习的固定长传球、高远方传球等；对于此、基于此，在日常学习和教学过程中，强调身体对抗的重要性、加强赛因素的融合、并在学习的过程中，从无球、固定球、移动球、对抗中传球、比赛中传球，进行步步过渡，以此来合理技术学习，并逐步过渡到技能。

4 结论

基本技术教学是复杂而精细、动态而变化的过程，在深化认识脚背内侧踢球技术各环节力学传导、做工方式、对球进行的加速度来源、不同弧线球下，所以对球施加的应力面等基础上，用生物力学的角度，总结前人之研究进行考量和探究；虽然因现实原因，不能进行定量的数据分析，提供有力的数据佐证，但也一定程度上改观“凭经验，看高远”的教学方式；同时，在加深自身理解下，以间接经验传授给学生，让其在比赛、日常训练、教学中不断精进。



图1 日常教学图片

[参考文献]

[1]王崇喜. 球类运动——足球[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.

[2]邵妮娜. 陕西省优秀女子足球运动员脚背内外侧踢定位球技术的运动生物力学分析[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2019.

[3]郭尼. 男子足球运动员脚背内侧踢球技术运动学特征分析[D]. 太原: 中北大学, 2016.

[4]李璐, 黄传兵, 李建朋. 足球脚内侧踢球技术摆动腿运动学特征分析[J]. 浙江体育科学, 2018, 40(4): 66-70.

[5]李明. 对脚背风侧踢定位球技术的生物力学研究——踢球腿主要关节运动速度的研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2004.

[6]耿彪. 足球脚背内侧踢球技术的生物力学研究[J]. 青少年体育, 2014(4): 60-61.

[7]马运超, 宋顶焯, 单文勇, 等. 不同疲劳状态下脚背内侧踢球支撑腿运动生物力学分析[A]. 第十二届全国体育科学大会论文摘要汇编——专题报告(运动生物力学分会)[C]. 北京: 中国体育科学学会, 2022.

[8]王栋, 黄达才, 宁军徽. 表象训练在大学生足球技术学习不同阶段对学习效果的影响研究[A]. 第五届中国足球文化与校园足球发展大会论文摘要集[C]. 北京: 国家体育总局体育文化发展中心、中国体育科学学会, 2021.

[9]杨中权, 雷鸣. 足球脚背内侧踢高远球技术动作解析与训练方法探究[J]. 文体用品与科技, 2018(19): 180-182.

[10]张承意. 运动生物力学测试仪器在足球技术动作诊断中的应用[J]. 运动, 2018(16): 20-21.

[11]于雪梅. 不同级别男子足球运动员脚背内外侧踢定位球技术动作的运动生物力学分析[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2018.

[12]原文惠, 吴剑, 郭尼. 足球运动员足背内侧踢球技术踢球腿运动学特征分析[J]. 体育研究与教育, 2018, 33(1): 92-96.

[13]郭尼. 浅谈足球运动员不同踢球技术踢定位球的技术特点[J]. 搏击(武术科学), 2015, 12(4): 25.

[14]Ismail, Ahmad Rasdan. Biomechanics of Medial Meniscus Injury to Football Player During Instep Kick[J]. Advanced Science Letters, 2013, 19(9): 28.

[15]张晓宇, 仇亚宾. 足球脚背内侧踢球技术的教学研究[J]. 考试周刊, 2011(62): 14.

[16]张有才. 脚背内侧踢球易犯错误及对策[J]. 中国学校体育, 2010(12): 130.

[17]刘捷. 脚背内侧踢球技术的教法[J]. 职业, 2009(3): 155.

[18]陆明辉, 吴燕波. 足球脚背内侧踢球技术的教学设计[J]. 体育学刊, 2007(8): 25.

[19]蒲一川. 脚背内侧踢定位球技术教学的实践性研究[J]. 绵阳师范学院学报, 2005(5): 45.

[20]王东, 刘斌. 脚背内侧踢球技术特点与分析[J]. 周口师范高等专科学校学报, 2001(5): 86-88: 80.

[21]王钢, 宋丹云. 国家女足脚背内侧踢定位球技的生物力学分析[J]. 中国体育科技, 1993(10): 103.

[22]殷艳玲. 优秀足球运动员踢“香蕉球”的运动生物力学分析[D]. 西安: 西安体育学院, 2023.

作者简介: 张凌峰(2000—), 男, 汉族, 四川巴中人, 硕士在读, 助教, 四川电子机械职业技术学院, 研究方向: 足球教学; 骆安勋(2002—), 男, 汉族, 四川成都人, 本科, 西南科技大学, 研究方向: 足球教学。