

跆拳道后旋踢技术动作的运动学特征分析

杨小芳

(上饶师范学院 体育系, 江西 上饶 334000)

摘要: 采用三维高速摄像技术和运动生物力学原理, 对后旋踢技术身体重心移动、动作所用时间、踝关节角度、膝关节角度和髋关节角度的运动学特征进行比较分析, 得出结论: 踢击腿在离地瞬间身体重心要快速向回旋方向移动; 踢击腿膝关节最大程度弯曲, 以缩短动作时间、加快踢击速度; 踢击腿髋关节只有最大程度地弯曲, 弯曲的膝关节才能快速展开; 踢击腿的髋关节最大程度弯曲再打开时, 踝关节能快速鞭打; 支撑腿弯曲后在踢击腿踢出的瞬间, 髋关节开始伸展, 将对打击高度产生影响; 踢击腿膝关节和髋关节最大程度弯曲时能增加击打力度。

关键词: 跆拳道; 后旋踢技术; 运动学特征; 踝关节; 膝关节; 髋关节

中图分类号: G804.6

文献标志码: A

文章编号: 1008-3596 (2016) 03-0081-05

跆拳道技术动作以腿法为主, 常用的腿法有横踢、下劈、后踢、后旋踢等。其中难度系数最高的腿法就是后旋踢, 所以在比赛当中后旋踢使用频率不高, 但在2004年雅典奥运会跆拳道男子80公斤以上级总决赛中, 韩国选手文大成以后旋踢技术KO对手夺得金牌后, 后旋踢技术被各国教练员和运动员广泛重视。特别是随着竞赛规则“后旋踢技术击中头部可得4分”实施后, 运动员频频增加后旋踢技术的使用频率, 后旋踢技术目前已成为世界各国跆拳道教练员和运动员重点训练的技术。

本研究采用三维高速摄像技术和运动生物力学原理, 选取韩国龙仁大学8名运动员, 通过对其后旋踢技术身体重心移动、动作所用时间、踝关节角度、膝关节角度和髋关节角度的运动学特征进行比较分析, 揭示跆拳道后旋踢动作中各技术环节的运动学原理和本质, 以期跆拳道教学与训练提供科学依据。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

韩国龙仁大学跆拳道竞技运动员训练年限

10年以上并在世界级跆拳道比赛中获得前三名的优秀选手4名和没有以上经历的非优秀选手4名, 共8名。研究对象的身体特征和经历见表1。

表1 研究对象的身体特征和经历

选手类别		年龄	身高/cm	体重/kg	运动年限
优秀选手	M	23.5	173.5	71.5	12.8
	SD	0.6	1.3	1.3	1.0
非优秀选手	M	21	173.5	71.5	10.8
	SD	0.8	1.3	1.3	1.0

1.2 研究方法

1.2.1 影像测量法

(1) 采用Qualisys公司制造的ProReflex MCU摄像机8台(前后左右各设置2台), 在实验控制条件下对跆拳道运动员进行三维同步定点拍摄(100帧/秒), 获得后旋踢动作技术录像。

(2) 利用直径为25 mm能被ProReflex MCU摄像机识别的表面反射标记粘附在身体各关节中心处(图1), 使用Qualisys Track Manager 2.0 (QTM) 分析系统对运动员的技术图像

收稿日期: 2016-01-27

作者简介: 杨小芳(1978—), 女, 江西上饶人, 讲师, 博士, 研究方向为跆拳道教学理论与实践。

进行解析,获取相关技术参数。

1.2.2 测试方法

在韩国龙仁大学生物力学实验室进行测试。测试前,向研究对象对实施动作的空间和测试内容进行理论上的说明和讲解,在进行30分钟充分的准备活动后开始做后旋踢动作。对每位研究对象后旋踢动作各拍摄3次,拍摄每个技术动作前,采用外置闪光同步方法,以保证8台摄像机拍摄同步。

所有研究对象均穿着黑色的紧身服并在身体各关节处贴上反射标记后演示后旋踢动作(图1),将摄像机得到的模拟资料通过MX Control系统处理后运用MX Net系统传输到电脑主机。

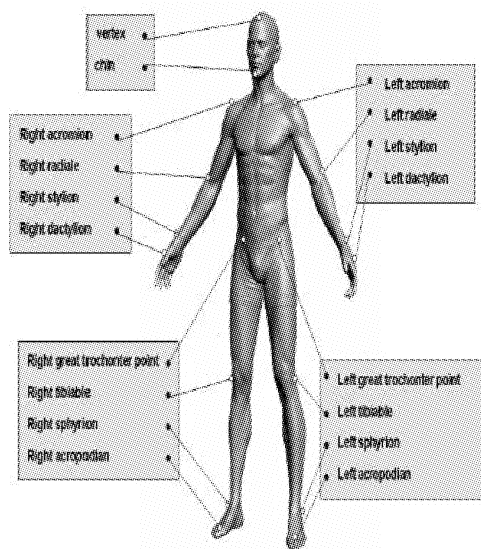


图1 反射标记粘附部位

1.2.3 资料处理方法

本研究中的资料分析运用了Qualisys Track Manager 2.0系统,数据分析模型采用汉纳范(Hananvan)人体标准分析模型,对已拍摄的控制对象,使用DLT方法获取解析点的空间坐标,并对18个人体分节和关节点进行坐标处理。对资料采用Butterworth 4th low-pass filter进行平滑处理,截断频率设置为12 Hz。

1.2.4 统计处理

研究过程中,组间检验采用独立样本t检验确定组间差异,统计学检验的显著性水平为0.05,非常显著性水平为0.01。

1.2.5 动作及阶段的划分

根据动作结构原理,任何复杂技术动作都是

由一系列不同的简单动作组合而成的。为了便于分析,根据后旋踢技术动作的特征将整个过程分为以下阶段(图2):

按照动作节点E1(支撑腿向前上一步着地的瞬间)、E2(踢击腿离地的瞬间)、E3(踢击腿膝关节最大程度弯曲的瞬间)、E4(踢击腿髋关节最大程度弯曲的瞬间)、E5(击打目标的瞬间)划分为阶段1(E1—E2)、阶段2(E2—E3)、阶段3(E3—E4)、阶段4(E4—E5)。

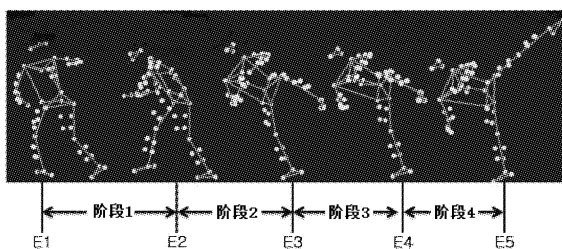


图2 动作和阶段

3 结果与分析

3.1 身体重心移动

优秀选手和非优秀选手后旋踢动作踢击时身体重心移动的有效检定结果如图3所示。

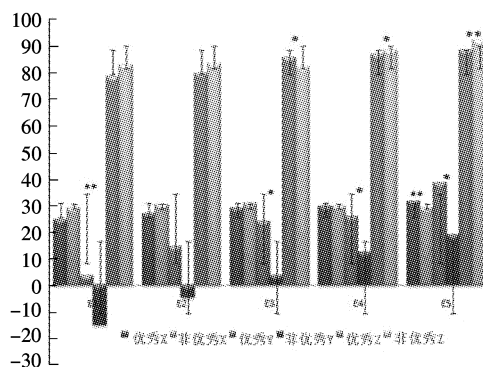


图3 身体重心移动有效检定结果

注:*表示 $P<0.05$,**表示 $P<0.01$,

***表示 $P<0.001$,以下图类同。

E5动作节点时,优秀选手身体重心X轴移动值为 31.5 ± 0.1 cm,非优秀选手为 28.8 ± 1.1 cm, $P<0.01$,表现出非常显著性差异。

E1动作节点时,优秀选手身体重心Y轴移动值为 3.4 ± 0.8 cm,非优秀选手为 -15.1 ± 8.0 cm, $P<0.01$,表现出非常显著性差异;

E3、E4、E5 动作节点时, 优秀选手身体重心 Y 轴移动值分别为 23.9 ± 0.7 cm、 26.0 ± 0.5 cm、 38.41 ± 0.52 cm, 非优秀选手分别为 3.6 ± 13.7 cm、 12.3 ± 11.1 cm、 19.0 ± 11.5 cm, $P < 0.05$, 表现出显著性差异。

E3、E4 动作节点时, 优秀选手身体重心 Z 轴移动值分别为 85.6 ± 0.4 cm、 86.7 ± 0.2 cm, 非优秀选手为 82.0 ± 2.6 cm、 88.2 ± 0.8 cm, $P < 0.05$, 表现出显著性差异; E5 动作节点时, 优秀选手身体重心 Z 轴移动值为 88.2 ± 0.1 cm, 非优秀选手为 91.9 ± 1.8 cm, $P < 0.01$, 表现出非常显著性差异。

统计结果显示, 在 E3、E4、E5 时, 两组选手身体重心在 Y 轴上的移动出现显著性差异 ($P < 0.05$); 在 E1 时, 具有非常显著性差异 ($P < 0.01$)。后旋踢技术主要是攻击对手的头部, 因此控制好运动员踢击瞬间时身体重心的稳定和平衡, 是完成进攻动作的关键。否则会给对手以反击机会。在做后旋踢动作时, 踢击腿离地瞬间身体重心应快速向回旋方向移动, 并尽量上提, 如果重心降低, 腰部就会松弛, 导致支撑腿弯曲, 影响动作速度。

3.2 动作所用时间

优秀选手和非优秀选手动作所用时间的有效检定结果如图 4 所示。后旋踢动作踢击时优秀选手在阶段 1 和阶段 2 完成动作所用时间为 0.4 ± 0.1 s 和 0.5 ± 0.1 s; 非优秀选手为 0.6 ± 0.1 s 和 0.8 ± 0.1 s, $P < 0.05$, 表现出显著性差异, 说明优秀选手比非优秀选手完成动作用时更短。

阶段 4 优秀选手动作用时为 0.7 ± 0.1 s, 非优秀选手为 1.0 ± 0.1 s, $P < 0.01$, 表现出非常显著性差异, 也说明优秀选手完成动作用时远远少于非优秀选手。

在跆拳道实战比赛中, 运动员发动进攻的效果取决于很多因素, 而快速击打、攻击不备是一个重要策略。在完成后旋踢动作过程中, 转体提膝阶段所用时间可被认为是守方运动员的反应时间, 起动、转体提膝时间越短, 留给对方运动员的反应时间也就越少。在对方反应不足的情况下, 完成快速后旋踢进攻动作, 必然有利于取得比赛的主动权。

3.3 踝关节角度

优秀选手和非优秀选手踝关节角度的有效检定结果 (表 2) 显示, E4 时, 优秀选手踢击腿

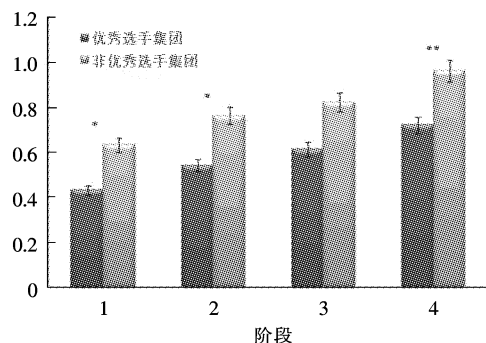


图 4 动作所用时间有效检定结果

踝关节角度为 $140.55 \pm 14.69^\circ$, 非优秀选手为 $103.05 \pm 14.41^\circ$, $P < 0.05$, 表现出显著性差异。E5 时, 优秀选手踢击腿踝关节角度为 $154.54 \pm 6.39^\circ$, 非优秀选手为 $114.59 \pm 10.59^\circ$, $P < 0.01$, 表现出非常显著性差异。

支撑腿踝关节角度方面, 优秀选手和非优秀选手之间没有显著性差异。

表 2 踝关节角度 ($^\circ$)

动作	组别	踢击腿			支撑腿		
		M	SD	t	M	SD	t
E1	优秀选手	87.98	9.92	1.149	111.65	10.19	2.360
	非优秀选手	80.81	4.31		91.10	11.12	
E2	优秀选手	115.60	8.54	1.527	82.56	0.69	-0.021
	非优秀选手	95.49	21.15		82.82	22.05	
E3	优秀选手	104.37	16.17	.268	112.26	10.71	.287
	非优秀选手	100.56	18.52		108.65	18.85	
E4	优秀选手	140.55	14.69	3.156*	121.87	13.14	1.292
	非优秀选手	103.05	14.41		109.69	9.71	
E5	优秀选手	154.54	6.39	5.594**	128.43	6.07	1.512
	非优秀选手	114.59	10.59		113.42	16.09	

优秀选手和非优秀选手在做后旋踢动作时, 踢击腿的髋关节最大化弯曲的瞬间和击打目标瞬间踢击腿踝关节角度表现出显著性或非常显著性差异。摆动腿在向后蹬出击打时踝关节有明显的外展动作, 也就是所谓的“鞭打”。建议在后旋踢时尽量减少踢击腿和地面的角度, 在摆动腿跟地面水平时攻击目标, 这时踝关节才能保持最大化的伸展, 产生“鞭打”效果, 并且踢击腿的髋关节最大程度弯曲再打开时踝关节能快速鞭打。

3.4 膝关节角度

优秀选手和非优秀选手膝关节角度的有效检定结果(表3)显示,E4、E5时,优秀选手踢击腿膝关节角度分别为 $138.67 \pm 1.52^\circ$ 、 $172.24 \pm 1.08^\circ$,非优秀选手分别为 $146.57 \pm 3.64^\circ$ 、 $165.49 \pm 3.44^\circ$, $P < 0.05$,表现出非常显著性差异。

E4时,优秀选手支撑腿膝关节角度为 $166.66 \pm 1.34^\circ$,非优秀选手为 $156.03 \pm 3.29^\circ$, $P < 0.01$,表现出非常显著性差异。E5时,优秀选手支撑腿膝关节为 $164.42 \pm 9.62^\circ$,非优秀选手为 $144.67 \pm 3.19^\circ$, $P < 0.05$,表现出非常显著性差异。

表3 膝关节角度 ($^\circ$)

动作	组别	踢击腿			支撑腿		
		M	SD	t	M	SD	t
E1	优秀选手	134.46	8.67	1.912	142.97	6.56	.508
	非优秀选手	147.66	8.23		145.75	6.81	
E2	优秀选手	160.73	5.81	-1.235	146.95	3.07	2.762
	非优秀选手	154.42	6.67		163.51	9.92	
E3	优秀选手	102.84	3.35	2.691	166.48	8.33	-1.998
	非优秀选手	129.98	17.14		161.65	0.96	
E4	优秀选手	138.67	1.52	3.467*	166.66	1.34	-5.181**
	非优秀选手	146.57	3.64		156.03	3.29	
E5	优秀选手	172.24	1.08	-3.245*	164.42	9.62	-3.375*
	非优秀选手	165.49	3.44		144.67	3.19	

在髋关节最大弯曲瞬间和进行踢击的瞬间,优秀运动员和非优秀运动员的踢击腿和支撑腿膝关节角度均出现显著性或非常显著性差异。由此可以判断:踢击腿髋关节只有最大程度地弯曲,弯曲的膝关节才能快速展开,在比赛时两条腿均应最大弯曲到踢击点为止。

3.5 髋关节角度

优秀选手和非优秀选手髋关节角度的有效检定结果(表4)显示,E2时,优秀选手踢击腿髋关节角度为 $132.75 \pm 1.63^\circ$,非优秀选手为 $156.45 \pm 2.85^\circ$, $P < 0.001$,表现出非常显著性差异。E4时,优秀选手踢击腿髋关节角度为 $103.97 \pm 2.23^\circ$,非优秀选手为 $86.25 \pm 3.77^\circ$, $P < 0.01$,表现出显著性差异。E3时,优秀选手支撑腿髋关节角度为 $134.62 \pm 0.31^\circ$,非优秀选手为 $147.07 \pm 0.07^\circ$, $P < 0.001$,表现出非常显著性差异。

表4 髋关节角度 ($^\circ$)

动作	组别	踢击腿			支撑腿		
		M	SD	t	M	SD	t
E1	优秀选手	135.54	5.09	1.350	169.49	3.33	-2.343
	非优秀选手	145.33	11.48		153.38	11.43	
E2	优秀选手	132.75	1.63	12.484***	156.98	4.65	1.640
	非优秀选手	156.45	2.85		161.40	0.50	
E3	优秀选手	110.16	2.99	-1.237	134.62	0.31	68.219***
	非优秀选手	106.69	3.83		147.07	0.07	
E4	优秀选手	103.97	2.23	-7.009**	130.74	1.08	2.242
	非优秀选手	86.25	3.77		140.33	7.33	
E5	优秀选手	130.03	21.26	-1.726	134.65	6.98	-2.321
	非优秀选手	108.83	0.71		120.43	8.00	

踢击腿在E2和E4、支撑腿在E3时,优秀选手髋关节角度同非优秀选手相比表现出非常显著性差异。支撑腿快速上步的同时踢击腿已经屈膝回旋,在旋转的同时开始进行后旋踢动作,优秀选手踢击腿髋关节最大弯曲角度更大。研究结果显示,支撑腿的膝关节形成最大弯曲瞬间,髋关节也同时弯曲,由此可以认为,在开始后旋踢动作时,支撑腿弯曲后在踢击腿踢出的瞬间,髋关节开始伸展,将对打击高度产生影响。踢击腿膝关节和髋关节最大程度弯曲时能增加击打力度。这与Ha C S, Kim J G^[9]的研究结果“有效地掌握后旋踢技术,膝关节和髋关节要最大化地弯曲,这样在踢击目标物时才能充分展开,增加击打力度”基本一致。

从以上比较分析的结果可以看出,后旋踢技术是跆拳道腿法当中难度很大的一个技术动作,有必要将其与直线性腿法和旋转性腿法区分开来,成为独立的技术形态。运动员想要完成高质量的后旋踢动作,重要的是在旋转上身的瞬间掌握好下身的弯曲角度变化,而且踢击时踝关节最大伸展和脚掌速度也非常重要。踢击腿离地瞬间支撑腿的髋关节要最大弯曲,紧接着膝关节弯曲,这时踢击腿迅速伸展,完成踢击。

4 结论

(1)跆拳道选手在做后旋踢动作时,身体重心移动在E3、E4时有明显差异,踢击腿在离地瞬间身体重心要快速向回旋方向移动,同时重心要尽量上提,如果重心降低,腰部就会松弛,导

致支撑腿弯曲影响动作速度。

(2) 优秀选手比非优秀选手能更快完成动作,在E1到E2阶段,这时踢击腿膝关节应最大程度弯曲,才能加快踢击腿的踢击速度,缩短动作时间。

(3) 在髋关节最大弯曲瞬间和进行踢击的瞬间,优秀选手踢击腿、支撑腿的膝关节角度与非优秀选手相比均出现显著性差异。因此,踢击腿髋关节只有最大程度地弯曲,弯曲的膝关节才能快速展开。

(4) 踢击腿髋关节最大化弯曲瞬间和击打目标瞬间,优秀选手踢击腿踝关节角度与非优秀选手相比表现出显著性或非常显著性差异。踢击腿髋关节最大程度弯曲再打开时,踝关节能快速鞭打。

(5) 踢击腿在E2、E4,支撑腿在E3时,优秀选手髋关节角度同非优秀选手相比表现出非常显著性差异。支撑腿弯曲后在踢击腿踢出的瞬间,髋关节开始伸展,将对打击高度产生影响,踢击腿膝关节和髋关节最大程度弯曲时能增加击打力度。

参考文献:

- [1] 卢德明.运动生物力学测量方法[M].北京:北京体育大学出版社,2000.
- [2] 陆爱云.运动生物力学[M].北京:人民体育出版社,2012.
- [3] 胡宗祥,刘学贞.跆拳道横踢技术中各环节配合的生物力学分析[J].北京体育大学学报,2008,31(1):64-66.
- [4] 周长涛.男子跆拳道高水平运动员下劈技术动作三维运动学特征研究[J].山东体育学院学报,2012,28(5):79-84.
- [5] 王磊.山东省优秀女子跆拳道运动员下劈技术动作生物力学分析[D].济南:山东体育学院,2012.
- [6] 冀林.优秀跆拳道运动员后踢技术动作的生物力学分析[D].西安:西安体育学院,2012.
- [7] 程磊.女子跆拳道运动员横踢、前踢、下劈实战动作技术的生物力学分析[D].金华:浙江师范大学,2007.
- [8] 唐守彦.跆拳道360°前旋踢动作的生物力学分析[J].广州体育学院学报,2014,34(5):88-93.
- [9] Ha C S, Kim J G. The Kinematic Analysis of Momdollyo Huryo Chagi in Taekwondo[J]. The Korean Journal of Sports Science,2009, 18(1):1135-1144.

Analysis of Kinematic Features of Taekwondo Back Spinning Kick

YANG Xiao-fang

(Department of PE, Shangrao Normal University, Shangrao 421000, China)

Abstract: In this research 3-dimensional high-speed photography technology and sports biomechanics are applied to make a comparative analysis of kinematics features of gravity movement, time consumed by the movement, ankle joint movements, knee joint movements and hip joint movements. It is concluded that: when a kicking foot is off the ground, the gravity should move quickly towards the circle direction; in order to shorten the time of movements, knee joint of the kicking foot should bend to the maximal degree so as to speed up the kicking speed; Only when hip joints bend to the greatest extent can the bent knee joints stretch out quickly when having kicking, the kicking foot bends to the maximal degree while the hip joint bends the knee joint so as to speed up; the moment the supporting leg kicks out after the kicking foot bending; the hip joints begin to stretch out, which has impact on kicking height, when the knee joint and hip joint are bent to the maximal degree can increase the intensity of the impact.

Key words: taekwondo; back spinning kick; kinematic feature analysis; ankle joints; knee joints; hip joints