



跆拳道横踢、侧踢技术参数解析与评价指标建立

王新建, 张志勇, 刘少辉

摘要: 通过 200 fps 高速摄像采集 17 名备战全运会跆拳道运动员的横踢、侧踢主动攻击技术影像。以 Dartfish6.0 运动技术分析模块为例, 从运动影像采集、指标选定、运动技术参数解析整个分析过程出发, 旨在探究跆拳道横踢、侧踢运动技术参数解析与指标参数采集, 试图建立两项技术的运动学参数评价指标, 为进一步运动技术评价诊断提供参考。

关键词: 后腿横踢; 侧踢; 参数解析; 评价指标

中图分类号: G841 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2020)03-0098-07

DOI: 10.12064/ssr.20200414

Technical Parameters Analysis and Evaluation Index Establishment for Taekwondo Turning Kick and Side Kick

WANG Xinjian, ZHANG Zhiyong, LIU Shaohui

(Xi'an Institute of Physical Education, Xi'an 710068, China)

Abstract: In this study, 200 fps high-speed cameras were used to capture the technical images of the turning kicks and the side kicks in active attack by 17 Taekwondo athletes preparing for the National Games. Taking Dartfish 6.0 motion technology analysis module as an example, the study first examined the whole analysis process from the aspects of motion images collection, indicators selection and technical parameters, and then explored technical parameters analysis and evaluation indicators collection of Taekwondo turning kicks and side kicks, so as to establish the parameter evaluation index for the two techniques, and to provide references for further evaluation and diagnosis of sports techniques.

Key Words: turning kick; side kick; parameter analysis; evaluation index

运动技术分析评价就是以现有的训练条件和身体素质为基础, 将运动目的和战术思想抽象化为理想运动效果, 试图通过改进运动形式以提高运动效果为目的研究过程^[1]。运动技术诊断与分析的主要对象是运动员的技术动作, 其目的是探索运动技术的基本原理, 探求运动技术的最佳化组合以及防治运动损伤, 实现技术动作的“经济性”与“实效性”, 提高运动技术水平^[2]。因此, 运动技术分析诊断要取得实效性结果, 有两个必备条件: 一是正确地发现运动过程中存在的问题, 二是采用有效的训练手段, 二者缺一不可^[3]。根据运动项群理论, 跆拳道属于技能主导类格斗对抗性项群运动项目^[4], 此类项目都是属于按照体重分级别分组比赛的项目, 在奥运会、全

运会中是大项。近年来, 中国知网跆拳道项目生物力学方面相关的研究虽然不多, 但研究层次具有较高水平, 说明生物力学在该项目的研究中具有相当的必要性^[5]。本研究试图基于高速摄像与运动技术分析研究横踢与侧踢两项技术的运动学特征, 进而探究建立两项技术的参数解析与评价指标方法, 为进一步技术分析诊断提供依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究以备战第十四届全国运动会的陕西队男子运动员 17 人为研究对象, 其中一级运动员 12 名, 二级运动员 5 名, 个人信息如表 1 所示。

收稿日期: 2020-01-07

基金项目: 陕西省体育局基础研究项目(2018063)。

第一作者简介: 王新建, 男, 硕士, 讲师。主要研究方向: 运动技术与诊断、运动训练手段创新、体育教学。E-mail: wxinjian@qq.com。

作者单位: 西安体育学院, 陕西 西安 710068。

表 1 实验对象基本信息表 ($\bar{X}\pm SD$)

Table 1 Basic Information of Subjects ($\bar{X}\pm SD$)

运动员等级	身高/cm	体重/kg	年龄/岁	训练年限/年
一级(N=12)	188.56±7.59	72.56±6.76	21.11±1.52	5.33±1.49
二级(N=5)	182.47±2.34	66.37±2.56	19.32±1.23	3.21±1.26

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

查阅中国知网“跆拳道”和“运动技术分析和诊断”相关文献资料,用以研究跆拳道项目运动技术分析和诊断相关资料,为本研究提供理论依据和参考。

1.2.2 实验法

1.2.2.1 运动技术影像采集

利用高速摄像机拍摄运动员侧踢和横踢技术的动作影像(定点定焦平面摄像,拍摄速度 200 fps),测试运动员与同伴按照实战场景,根据场上时机按照既定路线适时采用技术进攻并采集运动影像。测试现场设计如图 1 所示,实际测试情况如图 2 所示。

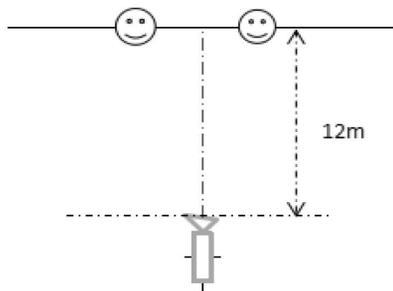


图 1 实验高速摄像机位示意图

Figure 1 High-speed Camera Bitmap Video in Experiment



图 2 实验测试视频截图

Figure 2 Screen-shot of Experiment Test Video in Experiment

1.2.2.2 影像解析

剪辑完整单个技术影像,采用 Dartfish6.0 运动技术解析软件,根据横踢和侧踢技术中脚的运动轨迹和动作路线,采用辅助线的方式划分技术细节起

止点,并通过标记时间、位移、角度等指标起止点,采集各个技术环节的参数值(图 3)。

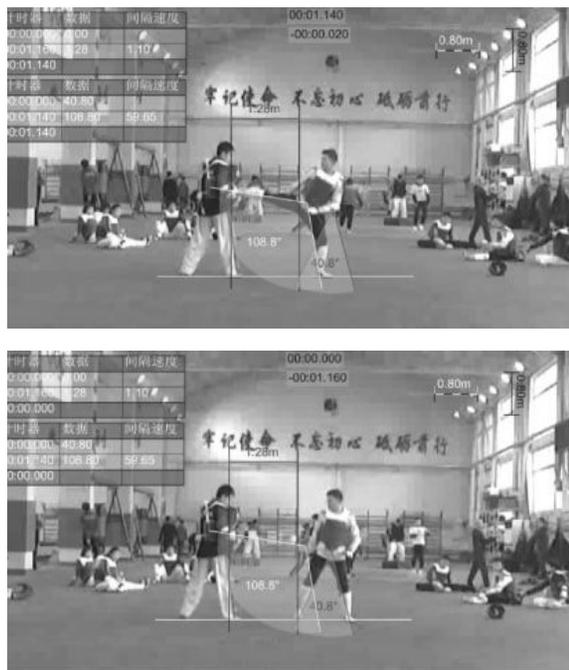


图 3 运动技术影像参数解析结果示意图

Figure 3 Schematic Diagram of Analysis Results of Motion Technology Image Parameters

1.2.3 数理统计法

采用 Excel2017 和 SPSS19.0 录入采集解析指标参数,再根据计算公式推算出相关指标参数,并统计平均值、标准差。

2 结果与分析

2.1 竞技跆拳道横踢、侧踢技术特点

跆拳道竞技运动是以灵活多变的技战术,以腿法动作为主、拳法为辅精准击打有效部位得分为目的的格斗对抗项目^[6]。经统计,总体上腿法使用频次高低依次为横踢、侧踢、双飞踢、下劈踢、前踢、后踢、旋风踢和后旋踢^[7]。其中,横踢是高水平比赛中使用率最高的技术,横踢、侧踢是得分效果最好的技术^[8]。如 2013 年世界跆拳道锦标赛女子决赛共计 8 个级别 25 局比赛中,横踢技术使用 337 次,使用率为 49.3%,侧踢技术在比赛中使用了 281 次,使用率为 36.8%。由此可见,横踢、侧踢是高水平竞技跆拳道比赛中运用频次和得分率较高的两项技术^[6,7,9]。横踢技术动作简捷,出腿迅速、隐蔽,是便于运动员从侧面施力于对方的一种进攻腿法,并且该动作打击准确,易在实战中得分制胜,因而在比赛中经常被采用^[6]。侧踢技术攻防转换速度快,出腿直接,是最佳的阻截与防守手段^[10]。

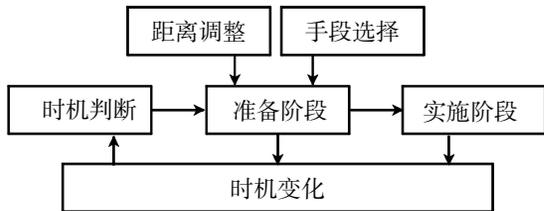


2.2 横踢、侧踢技术动作结构与动作起止点确定

2.2.1 横踢、侧踢技术结构分析

技术结构包括动作基本结构和技术组合,动作基本结构是由动作基本环节和环节之间的顺序构成,亦可称为技术的微观结构。每一项技术动作的基本结构都包括若干个基本环节。这些基本环节按特定的、一般不能予以改变的顺序形成动作基本结构,也称为“技术链”,而动作基本环节可称作“技术链”上的各个点,“顺序”则成为连结各个点的连线^[4]。

据此,按照“技术链”不同阶段的目的性,可以将横踢和侧踢技术分为时机判断阶段、准备阶段、实施阶段(图4)。本研究针对技术实施阶段动作的基本环节做出技术分析、参数解析和评价。



注:根据田麦久等“技术链”修改^[4]

图4 进攻实施过程示意图

Figure 4 Schematic Diagram of Attack Implementation Process

2.2.1.1 横踢技术结构分析

横踢技术分为后腿横踢、前腿横踢和高横踢^[7],本研究以后腿横踢为例。后腿横踢技术指进攻队员充分利用髋和躯干的转动,进攻腿通过屈腿前摆,送髋上提,小腿横踢等动作完成打击的技术动作。以右腿攻击为例,其动作过程为:进攻开始时,身体重心迅速移至左腿,在左腿支撑蹬伸、左脚前脚掌碾地内旋的同时,右腿提腿送髋,大腿、小腿适度折叠。随后髋稍左转,左腿伴随着蹬伸内旋幅度逐渐加大,右腿膝关节向前上方摆动至水平面。随后小腿紧接着快速有力地横向踢出,力达脚背,击打目标,然后迅速回收右腿,恢复至实战准备姿势^[11]。因此后腿横踢技术实施阶段,其攻击动作目标任务就是以攻击脚离地踢摆腿开始,用脚击打对方有效部位中的结束。

2.2.1.2 侧踢技术动作结构分析

侧踢技术指进攻队员充分利用髋上提摆动,前腿屈腿上提,伸腿侧踢等一系列动作完成打击的技术动作。以右腿攻击为例,运动员以右架开始进攻,准备阶段移动结束时,身体重心后移至左腿,随即右腿侧身屈腿提膝,小腿伸腿前踢,以脚底攻击对方有

效部位,随后右腿快速回收,恢复成为攻防准备姿势^[11]。按照侧踢的单个技术实施阶段,以侧身屈腿提膝开始,小腿伸腿前踢,以脚底攻击有效部位中的结束。

2.2.2 后腿横踢、侧踢技术动作起止点确定

2.2.2.1 后腿横踢

攻击实施阶段动作起止点的确定:攻击动作目标任务就是攻击脚离地踢摆腿,用脚击打对方有效部位。因此,该动作起于攻击脚离地瞬间,止于该脚触及对方有效部位时刻。该动作包括脚离地前摆阶段,此时身体重心在支撑腿后方;垂直摆动瞬间,此时攻击腿大腿位于支撑平面;大腿外展摆腿横踢阶段,该阶段攻击腿大腿外展,带动小腿继续加速横向前踢,直至脚击打中的。攻击动作止于击打中的时刻,此时脚的速度最大。如图5、图6所示。

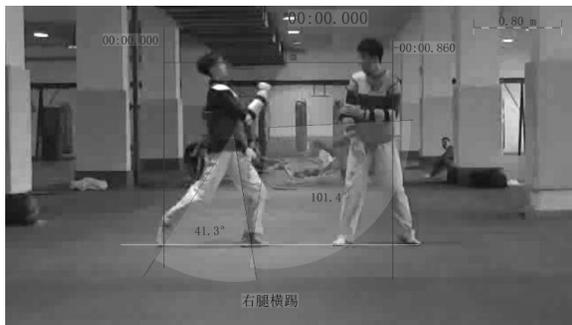


图5 进攻开始时刻

Figure 5 Start Time of Attack

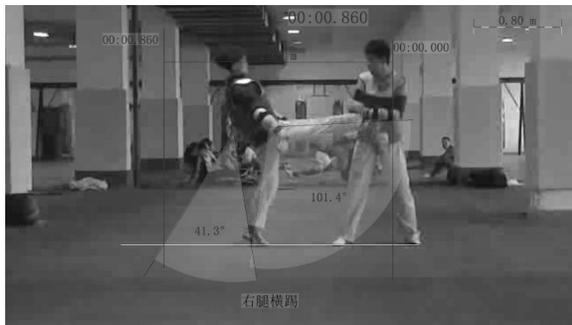


图6 进攻结束时刻

Figure 6 End Time of Attack

2.2.2.2 前腿侧踢

经过分析统计,前腿侧踢技术是跆拳道竞技运动中运用最多的技术之一,也是运动员控制进攻距离、突袭进攻和防守反击中应用最多的技术。该技术动作可由双腿支撑或后腿支撑完成攻击,本研究以双腿支撑完成攻击为例分析。分析中发现部分运动员,在准备阶段结束后,有后脚落地后前脚直接出脚侧踢完成攻击的现象,这种技术完成多见于防守反击和突袭攻击。而此处所分析的起止点,都是由双支撑开始、双支撑结束。这也符合技术统计中运动员主动进攻和迎击的实际技术运用习惯。

在攻击实施阶段,前脚离地瞬间为起点,攻击中的为止点,如图7所示。

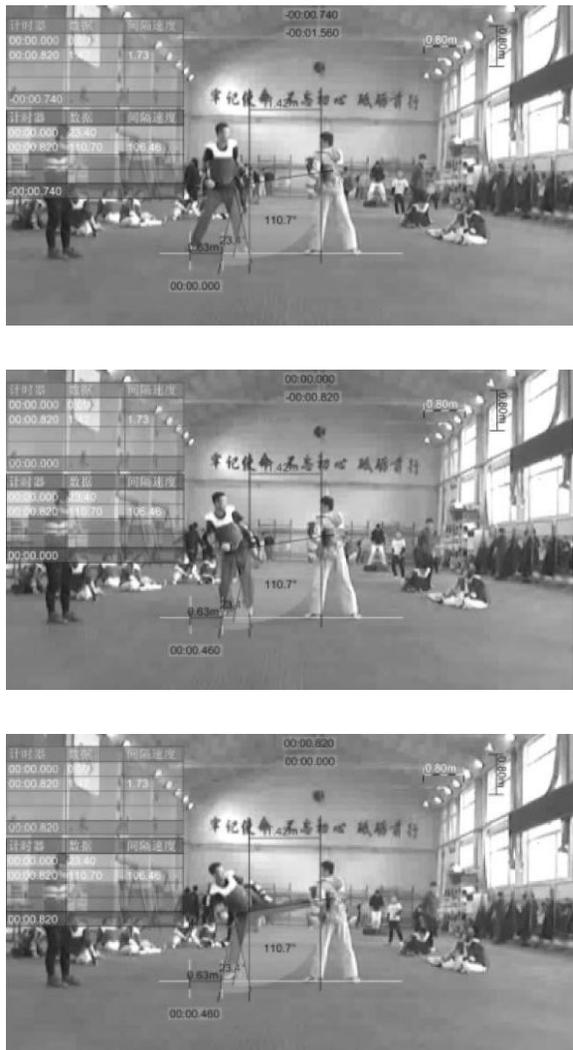


图7 侧踢技术动作起止点确定

Figure 7 Determination of Starting and Ending Points of Side Kick Technique

2.3 横踢、侧踢技术分析结果与分析

2.3.1 横踢、侧踢技术分析指标的确定与参数解析

按照运动生物力学原理,运动技术就是技术动作要素合理适宜匹配的结果。而技术动作要素包括身体姿势、关节角度、动作时间、动作速度、动作力量和动作节奏等^[4]。因此,结合横踢和侧踢两项技术的技术链中实施阶段的基本技术环节,以动作时间、动作位移、平均速度、关节角度和角速度等几个技术动作要素作为两项技术分析的指标。

研究先将解析数据分列填入 Excel 中,形成解析原始数据,然后根据技术指标参数的数理关系,计算得出每个个体各个指标参数值。参数解析结果为该指标的均值与标准差。

2.3.1.1 动作时间

动作时间指完成技术动作所经历的时长,以秒(s)为单位。时间参数是衡量位移速度和动作速度的重要参数,技术影像解析中可以直接通过动作的起止标记点获取,属于解析参数。如图8所示,该技术动作起止点时间数字变化即为时间参数解析结果,图中显示左腿横踢时间为0.84s。

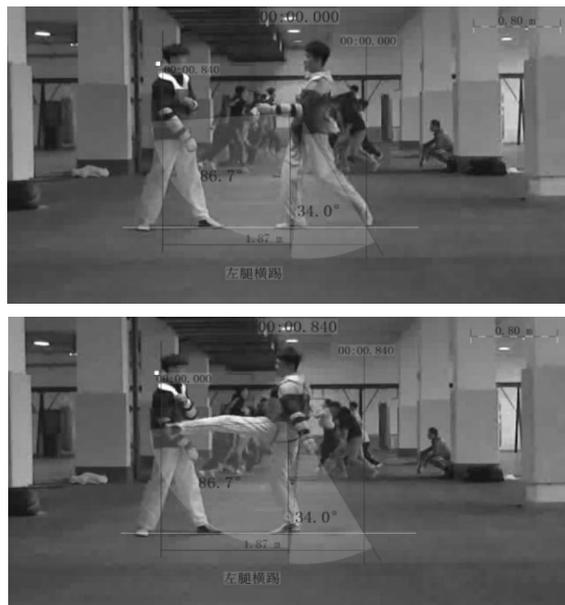


图8 左腿横踢技术解析时像图

Figure 8 Time Image of Left-leg Turning Kick Technology Analysis

动作时间指标的选取与两项技术参数解析方案的确定,即可直观地描述运动员完成该技术各基本环节中所用时间。相同技术环节的时间指标参数可以评价其所用时间的差异,也可与其他指标相结合以评价技术要素的完成差异。如表2所示,右腿横踢和左腿横踢用时均值为0.24s,也就是说横踢实施进攻后腿脚离地瞬间到攻击击中目标的时间均值为0.24s。右腿侧踢均值为0.26s,左腿侧踢均值为0.24s,实施侧踢进攻时进攻腿离地瞬间到击中目标所用时间右腿、左腿分别为0.26s和0.24s。另外,根据技术动作完成时间与动作周期的概念也可将完成时间作为该技术进攻实施阶段的动作周期。再根据周期与频率的关系,其倒数即为每秒钟完成动作的次数即为频率。

表2 动作时间解析结果(N=17)($\bar{X} \pm SD$)

Table 2 Analysis Results of Action Time(N=17)($\bar{X} \pm SD$)

技术名称	右腿横踢	左腿横踢	右腿侧踢	左腿侧踢
动作时间/s	0.24±0.04	0.24±0.02	0.26±0.04	0.24±0.04

2.3.1.2 动作位移

身体或身体同一部位位置变化的直线距离称为



动作位移,以米(m)为单位。此次解析中有拳位移和脚位移两个参数,均指该部位同一点位置变化的水平距离。位移参数在运动技术解析中有判断击打准确性、计算动作速度等重要意义。如图8所示,进攻队员左脚离地瞬间垂直线到攻击中的时刻垂直线水平距离为1.87 m,即可认定该技术动作脚位移为1.87 m,表3中数据即为两项技术进攻实施阶段的脚位移参数结果。动作位移可以评价技术完成中相同关键位置或标志位置位移差异。如表3所示,与横踢相比,侧踢进攻距离较小,横踢进攻距离大于侧踢进攻距离。

表3 动作位移解析结果(N=17)($\bar{X}\pm SD$)

Table 3 List of Analysis Results of Action Displacement (N=17)($\bar{X}\pm SD$)

技术名称	右腿横踢	左腿横踢	右腿侧踢	左腿侧踢
动作位移/m	2.31±0.37	2.25±0.40	1.20±0.21	1.16±0.20

2.3.1.3 动作平均速度

动作平均速度可根据动作位移和动作时间计算获得,以米/秒(m/s)为单位。击打速度是评判运动员把握时机能力的重要参数。本次解析所得的击打速度指的是技术动作起止点之间所展示的动作平均速度,如攻击阶段的速度就是攻击动作开始到攻击中的动作的平均速度。该指标为间接计算指标,可由位移和产生位移所对应的时间计算得出。

动作平均速度指标可根据位移指标参数和对应时间参数差异,即可评价完成对应技术动作速度指标。如表4所示,横踢动作速度远大于侧踢。

表4 动作平均速度计算结果(N=17)($\bar{X}\pm SD$)

Table 4 Calculation Results of Average Speed of Action (N=17)($\bar{X}\pm SD$)

技术名称	右腿横踢	左腿横踢	右腿侧踢	左腿侧踢
动作距离/m	2.31±0.37	2.25±0.40	1.20±0.21	1.16±0.20
动作时间/s	0.24±0.04	0.24±0.02	0.26±0.04	0.24±0.04
动作平均速度/(m·s ⁻¹)	9.77±1.86	9.57±1.86	4.78±1.19	4.92±1.32

2.3.1.4 关节角度

关节角度即运动中肢体夹角或肢体与规定线、面的夹角,以度(°)为单位。角度参数可为动作幅度评价提供参考。如图8所示,攻击开始时刻两腿夹角为34.0°,击中时两腿夹角为86.7°,两夹角差值即为解析值。但由于攻击前的夹角为支撑腿后方夹角,因此攻击开始时刻两腿夹角记为-34.0°,故其两腿夹角变化值即为86.7°-(-34.0°),即为120.7°。

评价动作幅度除了位移长度之外,关节角度变

化也是其中之一。如表5所示,横踢进攻开始时刻两腿初始夹角均为负值,代表进攻腿与支撑腿在异侧,因此其夹角跨度较大。而侧踢技术由于进攻开始时进攻腿与支撑腿已经有初始夹角,在击中目标时其夹角实在初始夹角基础上增大,因此夹角跨度较小。由此可见,横踢技术的摆腿角度范围远大于侧踢技术。

表5 腿夹角参数解析结果(N=17)($\bar{X}\pm SD$)

Table 5 List of Analysis Results of Leg Angle Parameters (N=17)($\bar{X}\pm SD$)

技术名称	右腿横踢	左腿横踢	右腿侧踢	左腿侧踢
两腿初始夹角/°	-42.41±6.58	-41.49±5.55	24.27±15.22	29.04±6.51
击中时刻两腿夹角/°	91.08±6.24	90.59±9.09	105.38±6.87	104.15±8.46

2.3.1.5 技术动作平均角速度

技术动作完成过程中肢体动作开始到结束时单位时间角度变化即为角速度,以弧度/秒(rad/s)为单位。此次解析中主要是为跆拳道腿部技术解析了该参数。角速度可为动作幅度的变化速度提供参考。该指标为间接计算量,可由解析角度和角度变化对应时间计算得出。如表6所示,右左两腿横踢的角速度远大于侧踢角速度,说明横踢摆腿速度远大于侧踢。

表6 平均角速度计算结果(N=17)($\bar{X}\pm SD$)

Table 6 Calculation Results of Average Angular Velocity (N=17)($\bar{X}\pm SD$)

技术名称	右腿横踢	左腿横踢	右腿侧踢	左腿侧踢
腿平均角速度/(rad·s ⁻¹)	9.86±1.31	9.79±1.08	5.69±1.62	5.58±1.28

2.3.2 横踢、侧踢技术评价指标参数结果与评价指标建立

通过影像解析数据统计,可以获取左右腿侧踢和左右腿横踢技术的动作位移、动作时间等6项指标参数,如表3-6所示,其反映了测试群体该项技术的动作幅度、速度等技术参数特征。

对于横踢与侧踢技术,用上述指标可以评价其动作幅度,动作时间,平均速度以及摆腿幅度、速度等,学特征。可以根据一次进攻实施周期的位移、时间、腿的夹角以及角速度等参数指标,定量描述该技术动作完成的运动学特征。比如,右腿横踢动作幅度可达2.31 m,完成一次动作用时0.24 s,腿部初始夹角约为-42.41°,击中时刻夹角可达91.08°,摆腿平均角速度为9.86 rad/s。

综上,即可建立横踢与侧踢的技术评价指标,如表7所示。



表 7 横踢侧踢技术评价指标

Table 7 List of Technical Evaluation Indicators for Turning Kick and Side Kick

指标名称	采集方式	指标意义	评价内容
幅度 /m	解析动作位移	进攻过程位置变化幅度	评价进攻实施距离,进而评价动作幅度
周期 /s	解析动作时间	单个技术进攻所用时间	评价单个动作快慢
速度 /(m·s ⁻¹)	计算动作平均速度	进攻技术完成的平均速度	评价进攻实施阶段动作快慢
始夹角 /°	解析两腿初始夹角	进攻开始时刻两腿夹角	评价技术开始时刻身体姿态
终夹角 /°	解析击中时刻两腿夹角	进攻击中时刻两腿夹角	评价攻击结束时刻身体姿态
角速度 /(rad·s ⁻¹)	计算腿平均角速度	进攻过程中摆腿角速度	评价进攻实施阶段摆腿快慢

根据《运动员技术等级标准》管理办法相关规定,国家竞训管理部门根据运动员参加规定比赛获取的成绩,授予运动员的技术等级称号,等级称号由高到低分为国际运动健将、运动健将、一级运动员、二级运动员和三级运动员。不同运动技术等级称号代表运动员曾达到了一定的竞技水平,并取得了相应的运动成绩。

作为现役省队职业运动员来讲,持续的竞技训练与比赛,其获取的运动技术等级称号能代表其本阶段的竞技水平层次。因此,本研究对测试对象按照一级、二级运动技术等级分组采集参数,试图采用上述指标评价两者差异。

2.3.3 横踢、侧踢技术评价结果与分析

依据上述方法,采集一级、二级运动员横踢和侧

表 8 一级运动员进攻阶段技术指标与参数测试结果一览表(N=12)($\bar{X}\pm SD$)

Table 8 List of Test Results of Technical Indicators and Parameters of First Level Athletes in Attack Stage (N=12)($\bar{X}\pm SD$)

技术名称	幅度 /m	周期 /s	速度 /(m·s ⁻¹)	始夹角 /°	终夹角 /°	角速度 /(rad·s ⁻¹)
右腿横踢	2.41±0.42	0.23±0.01	10.63±1.56	-44.86±7.15	91.41±7.33	10.50±0.61
左腿横踢	2.32±0.38	0.22±0.02	10.43±1.43	-40.70±4.67	90.72±8.34	10.26±0.89
右腿侧踢	1.29±0.22	0.24±0.04	5.36±1.06	25.94±7.06	105.22±7.89	6.23±1.80
左腿侧踢	1.23±0.23	0.23±0.02	5.53±1.30	25.88±3.99	104.79±9.04	6.34±1.03

表 9 二级运动员进攻阶段技术指标与参数测试结果一览表(N=5)($\bar{X}\pm SD$)

Table 9 Test Results of Technical Indicators and Parameters of Second Level Athletes in Attack Stage(N=5)($\bar{X}\pm SD$)

技术名称	幅度 /m	周期 /s	速度 /(m·s ⁻¹)	始夹角 /°	终夹角 /°	角速度 /(rad·s ⁻¹)
右腿横踢	2.07±0.22	0.25±0.03	8.17±0.14	-40.32±7.03	90.58±4.70	8.69±1.81
左腿横踢	2.00±0.38	0.26±0.02	7.65±1.40	-42.40±5.69	89.20±12.75	8.79±0.92
右腿侧踢	1.02±0.05	0.29±0.05	3.56±0.64	28.64±5.90	104.16±5.72	4.61±0.90
左腿侧踢	1.03±0.11	0.29±0.06	3.64±0.38	31.80±7.93	100.92±8.62	4.36±1.07

踢运动影像,按照技术动作起止点解析 6 项评价指标参数,结果如表 8、表 9 所示。

表 8 和表 9 为一级、二级运动员横踢、侧踢的技术 6 项指标参数结果,从各指标均数值来看,一级运动员的多项指标参数均高于二级运动员,这与一级运动员从业年限较长,技术动作熟练,专项能力较好密不可分。

2.3.3.1 一级、二级运动员横踢和侧踢技术参数均值比较

通过对一级、二级运动员横踢和侧踢左右腿两项技术共计 24 项指标进行独立样本 F 检验和 T 检验,有 10 项指标参数两者均值比较,差异具有统计学意义,结果如表 10 所示。

表 10 一级、二级运动员技术参数均值显著差异 Table 10 Significant Differences in The Mean Value of Technical Parameters between First and Second Level Athletes

技术名称	评价指标	Levene 检验		均值 T 检验		
		F	Sig.	t	df	Sig.(双侧)
右腿横踢	速度 /(m·s ⁻¹)	11.421	0.004	5.961	11.474	0.000
	左腿					
	周期 /s	4.241	0.057	-4.213	15	0.001
	速度 /(m·s ⁻¹)	0.006	0.941	3.975	15	0.001
右腿侧踢	角速度 /(rad·s ⁻¹)	0.497	0.492	3.42	15	0.004
	幅度 /m	4.942	0.042	4.341	13.839	0.001
	周期 /s	0.836	0.375	-2.41	15	0.029
	速度 /(m·s ⁻¹)	0.517	0.483	3.81	15	0.002
左腿侧踢	速度 /(m·s ⁻¹)	2.517	0.133	3.655	15	0.002
	始夹角 /°	3.042	0.102	-2.214	15	0.043
	角速度 /(rad·s ⁻¹)	0.058	0.813	3.978	15	0.001



结果显示,有显著差异的10项指标参数所对应的运动技术,一级、二级运动员所表现出来的技术能力有差异。如横踢侧踢两项技术左右腿速度指标参数均具有统计学意义,即可说明一级运动员横踢技术速度能力明显优于二级运动员。

综上,横踢、侧踢技术评价指标的建立,可为技术训练和专项能力的提高提供定量评价的工具,为教练员和运动员提供数据支撑和参考。

3 结论

3.1 依据“技术链”理论分析横踢和侧踢技术结构,进而确定两项技术的起止点与动作路线。

3.2 确定横踢侧踢两项技术评价指标为幅度、周期、速度、始夹角、终夹角和角速度6项,并确定参数解析方案和参数获取方法。

3.3 建立横踢侧踢技术评价指标,并应用指标对一级、二级运动员左右侧两项技术24项指标实施差异评价,10项指标差异显著,具有统计学意义。

参考文献:

- [1] 严波涛.运动技术诊断与手段[A].中国体育科学学会运动生物力学分会.第十一届全国运动生物力学学术交流大会论文汇编(摘要)//[C].中国体育科学学会运动生物力学分会:中国体育科学学会运动生物力学分会,2006:9.
- [2] 刘生杰.运动技术分析发展历程回顾和展望[J].体育研究与教育,2016,31(02):1-6+113.
- [3] 李世明.运动技术诊断学的概论性研究[J].鲁东大学学报(自然科学版),201,26(04):373-379.
- [4] 田麦久等.运动训练学[M].北京:人民体育出版社,2000.
- [5] 于善.我国跆拳道项目的运动生物力学研究现状[A].中国体育科学学会运动生物力学分会.第十九届全国运动生物力学学术交流大会论文摘要汇编//[C].中国体育科学学会运动生物力学分会:中国体育科学学会运动生物力学分会,2017:2.
- [6] 周长涛,于岱峰.男子跆拳道运动员横踢技术动作生物力学特征分析[J].山东体育学院学报,2010,26(09):58-63.
- [7] 马晓利,刘卫军.2013年世界跆拳道锦标赛女子决赛运动员技术特征分析[J].北京体育大学学报,2015,38(02):117-121.
- [8] 张怡江.跆拳道竞赛规则的改变对男子技术运用的对比研究[D].武汉:武汉体育学院,2018.
- [9] 马波.2002-2004年我国跆拳道锦标赛赛况分析[J].西安体育学院学报,2006,23(2):98.
- [10] 郑洪宇.2016年里约奥运会跆拳道比赛女子决赛选手技战术特征研究[D].北京:北京体育大学,2018.
- [11] 孙茂君.跆拳道[M].北京:北京体育大学出版社,2016.

(责任编辑:刘畅)

(上接第97页)

- morency cherries reduce the oxidative stress and inflammatory responses to repeated days high-intensity stochastic cycling[J]. *Nutrients*, 2014, 6(2): 829-843.
- [32] Los M., Droge W., Stricker K., et al. Hydrogen peroxide as a potent activator of T lymphocyte functions[J]. *Eur. J. Immunol.*, 1995, 25:159-165
 - [33] Gomez-Cabrera M. C. Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance [J]. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2008, 87(1):147-149.
 - [34] Ristow M., Zarse K., Oberbach A., et al. Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in human[J]. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.*, 2009, 106(21): 8665-8670.
 - [35] Morrison D., Hughes J. Vitamin C and E supplementation prevents some of the cellular adaptations to endurance-training in humans[J]. *Free Radic. Biol. Med.*, 2015, 89(2):852-862.
 - [36] Wadley G. D., Nicolas M. A., Hiam D. S., et al. Xanthine oxidase inhibition attenuates skeletal muscle signaling following acute exercise but does not impair mitochondrial adaptations to endurance training[J]. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 2013, 304(8):853-862.
 - [37] Makanae Y., Kawada S., Sasaki K., et al. Vitamin C administration attenuates overload-induced skeletal muscle hypertrophy in rats[J]. *Acta. Physiol.*, 2013, 208(1): 57-65.
 - [38] Bjørnsen T., Salvesen S., Berntsen S., et al. Vitamin C and E supplementation blunts increases in total lean body mass in elderly men after strength training[J]. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 2016, 26(7):755-763.
 - [39] Bjelakovic G., et al. Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis[J]. *JAMA*, 2007, 297(8):842-857.

(责任编辑:刘畅)