

我国优秀女子链球运动员王峥技术变化的特征

董海军^{1, 2}

(1.华南师范大学 博士后流动站, 广东 广州 510006; 2.西安体育学院, 陕西 西安 710068)

摘 要: 采用运动生物力学测试、解析等方法, 对我国优秀女子链球运动员王峥多年的竞赛成绩和技术变化进行分析, 研究发现: 随着成绩提高, 王峥在技术上每圈双支撑阶段时间和器械轨迹呈逐渐增加的趋势, 所占比例也逐渐增加, 而单支撑阶段时间和器械轨迹呈逐渐缩短的趋势, 技术更趋于合理。器械出手瞬间角度逐渐减小、器械水平速度逐渐增加、垂直速度逐渐减小, 最后用力参数模式更加合理。现阶段存在的主要问题是: 3、4 圈左膝关节蹬伸幅度较大, 肩带肌肉群舒展幅度不够, 还有提高的空间。此外, 3、4 圈也存在器械斜面角偏大, 器械高点位置偏高的现象。

关 键 词: 竞赛与训练; 链球技术; 女子链球运动员; 王峥

中图分类号: G808; G824.4 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2016)05-0129-07

Characteristics of technical changes of WANG Zheng as an excellent Chinese female hammer thrower

DONG Hai-jun^{1, 2}

(1.Postdoctoral Station, South China Normal University, Guangzhou 510006, China;

2.Xi'an University of Physical Education, Xi'an 710068, China)

Abstract: By using such methods as sports biomechanical test and analysis, the author analyzed the performance and technical changes of WANG Zheng as an excellent Chinese female hammer thrower over the years, and revealed the following findings: with her performance improved, technically, at each turn, the time used and the instrument track produced by WANG Zheng at the double support stage showed a gradual increase, and the proportion increased gradually, while the time used and instrument track produced at the single support stage showed a gradually shortening trend, her technique tended to be rational; at the moment she released the instrument, the angle decreased gradually, the instrument's horizontal velocity increased gradually, its vertical velocity decreased gradually, her final power explosion parameter mode was more rational; at the current stage, she had the following main problems: at turns 3 and 4, her knee joint stretching amplitude was too great, and her shoulder muscles stretching amplitude was insufficient, which need to be improved, moreover, the instrument's bevel angle was on the big side, and the instrument's peak position was on the high side.

Key words: competition and training; hammer throwing technique; female hammer thrower; WANG Zheng

女子链球在我国属于田径中的优势项目, 曾涌现出顾原、刘颖慧、张文秀、王峥等一批优秀运动员。其中王峥和张文秀是现役运动员, 在刚刚结束的北京世锦赛上张文秀获得了银牌, 王峥获得第 5 名。王峥是近几年在该项目上成绩提高幅度较大的运动员, 但没有实现重大突破。通过对王峥 68.00~77.68 m 之间成绩的技术变化进行研究, 旨在为取得更大突破提供理论支撑和依据。

1 研究方法

1) 运动生物力学测试。

采用 2 台卡西欧 EX-FH25 高速摄像机, 1 台摄像机置于投掷圈右侧, 1 台位于投掷圈后侧, 2 台摄像机主光轴夹角约 90° 左右, 拍摄距离约 10 m, 机高 1.20 m 左右, 拍摄频率为 120 帧/s。在比赛前对三维框架进行一次拍摄标定, 比赛后再进行一次框架的标定, 保

收稿日期: 2016-03-16

基金项目: 国家体育总局女子链球项目备战 2016 年奥运会攻关课题(2015HT085、2016HT085); 陕西省体育局备战 2017 年全运会攻关课题。

作者简介: 董海军(1978-), 男, 副教授, 博士, 硕士研究生导师, 研究方向: 田径技术理论与实践。E-mail: dhjxaty@126.com

证所拍比赛视频全部有效。

2)运动学解析。

采用美国 ARIEL 公司生产的 APAS 运动录像分析系统,对比赛技术视频进行裁剪和解析,采用人体模型 DLT 引导图像测量系统,模型采用日本的松井秀治人体模型。首先把运动员比赛视频导入框架进行标定,并根据项目的要求选取身体的 20 个关节,另外选取 1 个附加点(器械)采取逐幅解析的方法,最后对解析数据进行低滤波平滑处理,平滑系数为 8,获取所需参数的原始数据。

3)数理统计。

利用 Excel 表的统计功能对部分原始数据通过公式进行计算。

2 结果与分析

掷链球项目在技术上通常分为预摆技术、4 圈旋转技术和最后用力技术。4 圈旋转又分为单支撑阶段和双支撑阶段,双支撑阶段是每圈对器械有效加速的阶段,每圈中是以右脚着地为开始,离地为结束来划分^[1];而单支撑阶段是过渡转换阶段,每圈中是以右脚离地为开始,落地为结束。技术上要求尽量延长双支撑时间、缩短单支撑时间,这是未来链球发展趋势“晚抬早落”技术的具体实践。

研究女子链球投掷技术必须明确女子链球项目的属性特点,女子链球趋向于速度属性,男子链球更趋向于力量属性,所以未来女子链球的发展方向一定是沿着速度这条主线进行的^[2]。

2.1 旋转时间和节奏变化

旋转时间的长短反映了转动和投掷的速度,但各圈旋转时间比例分配直接反映了旋转的节奏,特别是整个双单支撑的时间比例^[3]。

由表 1、表 2 可知,王峥总投掷时间随着成绩的提高呈现了缩短趋势,特别是第 1 圈时间呈现出了延长的趋势,比例逐渐增加,破亚洲纪录时达到了 0.607s。主要原因是从 2012 年冬训中教练强调预摆结

束后“早迎球、早放球”的技术,使器械轨迹在进旋转过程中延长,为右腿完成蹬转动作留出了充足的时间,这也是目前我国女子链球运动员需改进的一个主要技术环节。

相反第 2 圈时间呈现了逐渐缩短的趋势,主要体现在单双支撑时间的分配效果上,第 2 圈技术发生变化幅度较小,单支撑时间有逐渐缩短的趋势。

第 3 圈时间呈现出了延长趋势,主要体现在双支撑时间,而单支撑时间有逐渐缩短的趋势。从解析技术看,双支撑时间延长主要是人体在 0°~90°之间器械向外舒展幅度增大,增加了器械运行轨迹,这是王峥技术中变化比较大的环节,而不足的是单支撑阶段时间缩短幅度偏大,技术上体现在 90°~180°度高点之间左肩有翻肩动作,左腿在膝关节处压紧效果变差,器械的高点位置重心向左腿上移动幅度不够,转动中右髋走了捷径。这也是王峥最近存在的主要问题,从器械单支撑阶段的轨迹长度也反映了这一问题,器械有向身体方向转移的现象,进一步缩短了器械轨迹应该走的路线。

从第 4 圈旋转情况看,王峥的技术还不稳定,时间变化幅度较大,有缩短趋势,但双支撑阶段时间有延长趋势,虽然打破亚洲纪录时只有 0.19 s,但从整体上看还是呈现了延长的趋势,相比单支撑阶段的时间变化幅度并不大,存在和第 3 圈同样的问题,高点位置重心向左腿上移动效果较差,影响了身体向投掷方向移动的水平速度。

掷链球旋转时间整体上随着成绩的提高应该表现出逐渐缩短,但整个双支撑阶段时间是逐渐延长的,所占比例也逐渐增加,而单支撑时间整体上是逐渐缩短的,所占比例也呈现了变小的趋势。而且双单支撑时间比例逐渐都大于 1,分配时间逐渐趋于合理。总的双支撑时间延长说明了对器械加速有效做功的时间增加了,这是王峥的技术在时间分配上变化最大之处,而总的单支撑时间变短,说明了转化过渡速度较原来更快了,更符合现代掷链球技术的发展趋势“增加双支撑时间,减少单支撑时间”。

表 1 王峥投掷链球过程旋转各圈时间分配

成绩/m	第 1 圈		第 2 圈		第 3 圈		第 4 圈		用力时间		总时间/s
	t/s	比例/%	t/s	比例/%	t/s	比例/%	t/s	比例/%	t/s	比例/%	
68.33	0.543	24	0.577	26	0.451	20	0.427	19	0.234	10	2.232
71.17	0.510	24	0.534	25	0.443	21	0.442	21	0.192	9	2.121
72.46	0.517	24	0.526	24	0.451	21	0.443	21	0.217	10	2.154
73.75	0.562	26	0.526	24	0.459	21	0.426	20	0.192	9	2.165
74.92	0.610	28	0.501	23	0.451	20	0.450	20	0.201	9	2.210
75.24	0.568	26	0.526	24	0.434	20	0.459	21	0.209	10	2.196
77.68	0.607	28	0.525	24	0.478	22	0.422	19	0.200	9	2.175

表2 各圈旋转单双支撑时间分配

成绩/m	第1圈		第2圈		第3圈		第4圈		总计				
	$t_{双/s}$	$t_{单/s}$	$t_{双/s}$	$t_{单/s}$	$t_{双/s}$	$t_{单/s}$	$t_{双/s}$	$t_{单/s}$	单支撑		双支撑		$t_{双}/t_{单}$
									t/s	比例/%	t/s	比例/%	
68.33	0.210	0.320	0.376	0.201	0.217	0.234	0.192	0.235	0.995	50	0.990	50	1.01
71.17	0.201	0.309	0.300	0.234	0.209	0.234	0.225	0.217	0.935	48	0.994	51	0.94
72.46	0.200	0.317	0.293	0.233	0.226	0.225	0.226	0.217	0.945	49	0.992	51	0.95
73.75	0.286	0.276	0.300	0.226	0.233	0.226	0.209	0.217	1.028	53	0.945	47	1.10
74.92	0.334	0.276	0.284	0.217	0.242	0.209	0.217	0.233	1.077	54	0.935	46	1.15
75.24	0.242	0.326	0.300	0.226	0.242	0.192	0.242	0.217	1.026	52	0.961	48	1.07
77.68	0.307	0.300	0.300	0.225	0.245	0.233	0.190	0.232	1.042	51	0.990	40	1.05

2.2 旋转各阶段器械轨迹长度分配

器械轨迹路线在旋转中有重要的意义,反映了身体和器械之间的用力关系以及器械运行的轨迹,主要受身高、臂展以及旋转中上肢舒展程度影响^[4]。

由表3可知,王峥第1圈器械的轨迹路线呈现出了逐渐延长的现象,主要体现在双支撑阶段,相反单支撑阶段的轨迹呈现了逐渐缩短趋势,和上述第1圈时间变化表现出了相同特征,双支撑阶段轨迹由3.53 m增加到了5 m以上,单支撑轨迹由将近5 m缩短到了4.3 m左右,这是第1圈器械轨迹变化最大之处。

第2圈器械轨迹路线变化也比较大,也表现出了整体延长趋势,但单支撑阶段器械轨迹延长幅度较大,而双支撑阶段器械轨迹延长幅度并不大。通过比较,双支撑阶段器械轨迹还出现了缩短现象,单支撑阶段延长幅度较大,主要原因是由于第2圈右脚落地后身体向投掷方向的移动幅度加大,器械在90°~180°高点位置向前运动幅度增加引起的,虽然牺牲了部分时间,但换取了向前移动的速度和幅度,在一定程度上是值得的。

第3圈技术变化比较大,器械轨迹长度呈现了逐渐延长的趋势,在打破亚洲纪录时达到了9.27 m,增加了0.5 m左右。其中变化最大还是双支撑阶段,延

长幅度较大。主要是由于右脚着地后器械向外幅度增加,强调上肢肩带肌肉的舒展,0°~90°之间器械向外离心效果较好,而原来技术上第3圈双支撑阶段左腿伸展幅度偏大,几乎呈现了蹬直现象(见左膝关节角度分析),造成器械位置向身体方向转移,器械轨迹的延长对保持器械上的离心力有很大帮助。但第3圈单支撑阶段还存在一定的提高空间,器械在90°~180°高点重心向左腿上移动不够,造成身体水平速度损失较大。

第4圈器械轨迹整体上也表现出了逐渐延长的趋势,变化幅度也比较大,投掷75.24 m时的轨迹长度达到了9.70 m,而破亚洲纪录的轨迹只有9.19 m,其中主要是双支撑阶段器械轨迹变化比较大,可以看出王峥虽然投出了77.68 m的成绩,但这一圈双支撑阶段器械向外舒展和幅度还不够,没有达到最大效果,主要原因是第3圈双支撑阶段左腿蹬伸和肩带紧张造成,而单支撑阶段器械的轨迹在破亚洲纪录时达到了4.90 m,这也是她成绩突破的一个原因。训练中应该加强3、4圈重心向投掷方向移动幅度,也就是90°~180°高点位置身体重心跟的能力,提高转动水平速度,增加左腿膝关节的压紧效果,为器械在0°~180°之间增加向外离心力提供条件。

表3 旋转各阶段器械轨迹长度分配

成绩	m												用力阶段	总长度
	第1圈			第2圈			第3圈			第4圈				
	双支	单支	总共	双支	单支	总共	双支	单支	总共	双支	单支	总共		
68.33	3.53	4.76	8.29	5.68	3.93	9.61	4.15	4.57	8.72	4.09	4.69	8.85	4.10	39.58
71.17	5.08	5.17	10.19	4.95	4.11	9.06	4.34	4.54	8.88	4.81	4.51	9.32	4.57	42.02
72.46	4.84	4.59	9.43	5.10	4.39	9.50	4.64	4.51	9.16	4.85	4.65	9.51	5.02	42.62
73.75	4.25	4.24	8.49	4.85	4.36	9.21	4.47	4.46	8.93	4.51	4.63	9.14	4.43	40.20
74.92	4.90	4.33	9.22	5.25	4.13	9.38	4.86	4.33	9.19	4.12	4.98	9.10	4.62	41.51
75.24	4.64	4.77	9.41	5.33	4.03	9.36	4.94	3.93	8.86	5.19	4.51	9.70	4.89	41.21
77.68	5.25	4.38	9.63	5.17	4.26	9.43	4.64	4.63	9.27	4.29	4.96	9.19	4.96	42.48

从最后用力阶段的器械轨迹路线直接反映了身体对器械最后加速效果,对器械出手速度和运动成绩有直接影响^[5]。总体上最后用力的器械轨迹是逐渐延长的,加之最后用力时间变化并不大,进一步说明了随着成绩提高最后用力阶段对器械加速的有效性在改善,相同时间内器械运行的轨迹更长了,对器械用力的距离延长了,这也是她技术变化较大的一个方面,对器械的持续加速能力提高了。从整个器械的轨迹长度也表现出了逐渐延长的趋势,相比原来技术提高了将近2 m左右的距离,这对提高运动成绩是至关重要的,为成绩的突破创造了前提条件。

2.3 旋转过程中器械重心速度

旋转过程中器械速度反映了每圈人体对器械的加速效果,每一圈的极限速度和增量反映了加速效果。时间、速度、轨迹长度是影响旋转过程对链球加速效果的三要素,对于器械速度变化的研究,更有利于判断对器械的加速效果^[6]。

由表4可知,器械在预摆阶段具备了一定的速度,预摆阶段速度占整个旋转速度比例是最大的,一定程度上增加预摆和进旋转速度对提高器械整体速度有一定帮助,但不能过大,否则容易破坏后续的旋转节奏。

表4 各圈器械最大速度及各圈速度增量和贡献率

成绩/m	预摆		第1圈			第2圈		
	最大速度 /(m·s ⁻¹)	贡献率 /%	最大速度 /(m·s ⁻¹)	速度增量 /(m·s ⁻¹)	贡献率/%	最大速度 /(m·s ⁻¹)	速度增量 /(m·s ⁻¹)	贡献率 /%
68.33	13.53	51	17.13	3.60	14	17.68	0.55	2
71.17	13.14	49	18.05	4.91	18	21.53	3.48	13
72.46	15.39	55	18.22	2.83	10	21.46	3.24	12
73.75	14.39	51	17.75	3.36	12	22.28	4.53	16
74.92	15.08	53	19.05	3.97	14	22.80	3.75	13
75.24	15.56	55	18.23	2.67	10	22.00	3.77	13
77.68	16.34	56	17.51	1.17	4	21.99	4.48	15
成绩/m	第3圈			第4圈			用力	
	最大速度 /(m·s ⁻¹)	速度增量 /(m·s ⁻¹)	贡献率 /%	最大速度 /(m·s ⁻¹)	速度增量 /(m·s ⁻¹)	贡献率/%	速度增量 /(m·s ⁻¹)	贡献率 /%
68.33	23.25	5.57	21	25.21	1.96	7	1.30	5
71.17	23.20	1.67	3	24.08	0.88	3	2.87	11
72.46	23.22	1.76	6	25.66	2.44	9	2.23	8
73.75	23.74	1.46	5	25.06	1.32	5	3.13	11
74.92	24.20	1.40	5	25.61	1.41	5	2.65	10
75.24	24.38	2.38	8	25.56	1.18	4	2.53	9
77.68	24.46	2.47	8	27.31	2.85	10	1.98	7

从预摆阶段器械的速度情况看,随着运动成绩的提高王峥预摆阶段器械的速度是逐渐提高的,从13.53 m/s提高到了16.34 m/s,预摆阶段器械的速度贡献率也达到了56%,进旋转技术的改进是王峥这几年技术变化的一个重要特点,包括上述“早迎球、早放球”的技术变化。

右脚离地标志着双支撑结束和单支撑开始,每圈的器械极限速度应该出现在双支撑阶段,单支撑阶段作为过渡阶段,人体处于单脚支撑状态,没有进一步对器械加速的条件。由表4可知,王峥第1圈右脚在离地瞬间器械的速度是逐渐提高的,而重心速度反而呈现出了减小的趋势,从第1圈器械速度的增量来看,呈现出了减

小的趋势,这和她进旋转速度提高有一定关系。

第2圈器械速度进一步增加,右脚离地前器械速度变化并不大,都保持在20 m/s左右,但第2圈极限速度呈现出了逐渐增加的趋势,也伴随着速度贡献率的提高,投掷77.68 m时的增量达到了4.48 m/s,这是第2圈变化较大的地方。同样在投掷73 m以下时第2圈的最大极限速度出现在右脚着地瞬间,进一步说明原来技术中存在对器械提前加速现象,特别是上肢舒展程度不够,但在73 m以上的技术中,右脚着地瞬间器械速度比极限速度小,而且极限速度都出现在双支撑阶段,可以看出这一技术环节的改进对器械的加速效果有很大影响,说明在前两圈对器械的加速效果更好了。

第3圈右脚离地瞬间重心和器械的速度都呈现出下降趋势,这和王峥3、4圈左膝关节压不住、左肩向上翻等有关,造成器械在 $90^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 度之间向身体方向转移,进一步造成器械斜面角迅速增大,减小了身体在水平方向运行速度,这是王峥目前技术中存在的最大问题。

和1、2圈相比,3、4圈对器械速度贡献率偏小,进一步说明王峥目前技术上3、4圈的问题较大,对器械持续加速的能力有待进一步加强。而且右脚离地瞬间器械和重心速度存在逐渐降低的趋势,右脚着地瞬间器械的速度呈现出增加现象。第4圈双支撑阶段器械极限速度增加幅度较小,但在投掷77.68 m时达到了27.31 m/s,而且增量也达到了2.85 m/s,明显高于其它成绩中第4圈器械的增量,整个第4圈对器械的加速效果较好。而且右脚着地瞬间器械的速度随着成绩的提高呈现出了逐渐增加的趋势,为最后用力前创造了良好的条件,但必须加快右脚着地的速度和培养下肢快速蹬伸发力的意识,否则就会出现上肢提前用力的现象。

最后用力阶段是人体对器械加速的最后一个环节,用力效果直接决定了运动成绩。王峥在后期注意了身体向投掷方向的用力效果,这是她最后用力技术中变化最大的一点,增加了器械在水平方向的速度,减小了垂直速度,在投出77.68 m的成绩时,器械出手速度已经达到了29.29 m/s,可以说进入了世界优秀运动员的行列。

2.4 旋转过程中器械轨迹斜面角

器械在旋转过程中每圈高点、低点之间的连线和水平面形成夹角为斜面角,反映了链球运行轨迹高低点之间的差距以及器械位置情况。器械仰角为器械在高点位置和两肩的中点连线在水平面形成的夹角,反映了器械和手臂之间的夹角^[7],一定程度上比斜面角小。

由表5可知,王峥4圈旋转中器械运行的斜面角是逐圈增加的,第1圈的斜面角在成绩提高过程中变

化情况较大,基本上呈现出随成绩提高逐渐增大的趋势,器械仰角也反映了这一问题,在投掷73~74 m这段时间斜面角和仰角达到了最大,这也是王峥在进入2015—2016赛季成绩不稳定和出现起伏的一个主要因素,主要和进旋转后左腿出现蹬伸情况有直接关系,但在随后的技术中又逐渐减小了,得到了一定改善。

第2圈器械运行的斜面角增量并不大,但器械仰角增幅比较大,是4圈中最大的,说明了器械第2圈运行中相对低点位置增高幅度也比较大,而在运行到 180° 高点位置时身体和投掷臂之间的夹角打开过大,造成了器械位置偏高现象,而且出现这一现象也是在投掷73~74 m这段时间,说明这并不是偶然现象,技术中出现了左腿在 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 之间压紧效果差以及 $90^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 高点位置身体重心向前性差的现象,身体没有完全过渡到左脚尖位置。

器械第3圈的斜面角增幅相对较小,平均在 5° 左右,相比器械仰角增幅比较大,出现这一现象的原因和第2圈相同,在投掷73~74 m这段时间仰角增幅达到了 10° 左右,说明这段时间技术第3圈 180° 高点位置重心向前性差,手臂夹角打开过大,随后在74 m以上的成绩中仰角增幅和斜面角达到同样的效果,说明这段时间注意了手臂夹角的控制,重心在高点位置跟的比较好。

第4圈器械运行的斜面角随成绩提高逐渐趋于上升趋势,而且也是在73~74 m之间达到了最大,和2、3圈表现出了相同的趋势,虽然第4圈仰角和斜面角相差并不大,但在投掷73~74 m时仰角幅度较大,进一步说明王峥这段时间技术中手臂和器械之间的夹角打开过大,器械在 180° 高点位置偏高,造成重心位置后移,向前性差,这也是王峥在投掷时有时器械出手速度好而成绩不理想的一个主要原因,第4圈右脚落地前人体姿势和器械的运行轨迹对最后用力效果有直接的影响。从下面的器械出手速度和在各方向上的分速度就可以看出这一问题。

表5 旋转过程器械运行斜面角、仰角 (°)

成绩/m	第1圈		第2圈		第3圈		第4圈	
	斜面角	器械仰角	斜面角	器械仰角	斜面角	器械仰角	斜面角	器械仰角
68.33	22	16	27	27	32	31	35	35
71.17	20	15	28	25	36	34	41	40
72.46	27	16	31	27	40	34	41	40
73.75	29	21	33	29	39	40	44	43
74.92	28	20	32	31	37	36	43	42
75.24	26	18	29	27	35	33	41	39
77.68	24	17	30	27	35	32	41	38

2.5 旋转过程中左侧下肢情况

左膝关节角度为大腿和小腿在膝关节处形成的夹角,反映了左腿膝关节蹬伸情况,除了器械出手瞬间,在旋转中对于左腿膝关节的要求都是处于压紧状态,保持重心在左侧转动轴上的平稳过渡,否则就会出现重心上下起伏过大的现象,影响在水平方向的转动速度。

由表 6 可知,每一圈右脚着地瞬间的角度都比离地瞬间小,在第 1 圈进旋转的左膝关节压紧幅度较好,基本控制在 130° 以下(其他国内运动员都在 145°),而且第 1 圈右脚着地瞬间膝关节压紧效果也比较好,这和她采用脚尖进旋转有一定关系,有利于右侧身体重心向左侧支撑轴过渡。但后续旋转中右脚离地瞬间左腿膝关节角度呈现出逐圈增加的趋势,双支撑用力阶段左腿蹬伸现象比较严重,但在右脚着地瞬间左腿膝关节角度又出现了减小现象,主要问题是双支撑阶段

左腿膝关节蹬伸幅度较大。特别是王峥在投掷 71.17 m 的时候第 3 圈左膝关节的最大角度接近到 180° ,几乎处于伸直的状态。王峥 3、4 圈左腿蹬伸幅度较大,和她 3、4 圈右脚落地位置偏后有直接关系,增加了下一圈双支撑阶段整个右侧身体围绕左侧支撑轴的难度,使上肢特别是肩带肌肉群在 $90^\circ\sim 180^\circ$ 向后拉,器械轨迹路线缩短。这些技术上的问题并不是偶然的,由于右脚落地位置没有为下一圈双支撑阶段用力创造良好的加速条件,而出现这些技术问题是这一现象一些补偿性的反应。而在投掷 77.68 m 时的技术情况看,3、4 圈的左膝关节角度蹬伸幅度减小了,不足的是第 2 圈左腿膝关节出现了压紧效果差的现象,而 3、4 圈反而增幅并不大,说明了左腿膝关节在双支撑阶段蹬伸问题是影响技术和成绩的一个主要因素,改进这一技术环节动作有利于提高成绩。

表 6 旋转过程左侧下肢膝关节角度

($^\circ$)

成绩/m	第 1 圈		第 2 圈		第 3 圈		第 4 圈		最后用力
	离地	着地	离地	着地	离地	着地	离地	着地	
68.33	124	98	151	119	158	119	162	120	165
71.17	131	112	149	113	171	109	150	117	162
72.46	128	100	412	107	150	120	156	112	168
73.75	129	104	144	111	147	121	152	125	162
74.92	134	105	147	113	150	115	150	120	166
75.24	138	104	145	114	152	109	146	116	163
77.68	130	103	151	116	158	116	161	121	167

2.6 器械出手技术参数

器械出手瞬间的技术参数直接反映了最后用力技术的合理性,特别是器械的出手速度和运动成绩存在直接的正相关关系。

随着成绩的提高,王峥器械出手参数也发生了很大变化,特别是出手角度和器械在水平、垂直方向速度的分配尤其明显。

由表 7 可知,器械出手角度随着成绩的提高呈现出了下降的趋势,其中出现过一定程度反复,在投掷 71.17 m 时达到了 44° 。在 2012 年投掷 72.46 m 时的器械出手速度达到了 27.89 m/s,此出手速度已经具备了 74~75 m 的实力,但速度在方向上分配不合理,水平速度偏小,垂直速度偏大,同时也造成了出手角度偏大的现象,在经过一段时间改进后,器械的出手角度逐渐减小了,而且水平速度逐渐得到了提高,相反垂直速度减小了。在 2014 年投掷 77.68 m 时,出手角度降到了 37° ,出手速度达到了 29.29 m/s,其中水平速度增加到了 23.23 m/s,而垂直速度降到了 17.83 m/s。

表 7 器械出手瞬间参数情况

成绩/m	出手角度 / $(^\circ)$	出手速度 / $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	水平速度 / $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	垂直速度 / $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$
68.33	40	26.52	19.52	16.90
71.17	44	26.95	18.88	18.33
72.46	43	27.89	19.90	19.01
73.75	44	28.19	18.34	20.08
74.92	40	28.26	17.77	19.57
75.24	40	28.09	20.12	18.34
77.68	37	29.29	23.23	17.83

3 结论与建议

1)在一定范围内缩短旋转时间,提高旋转速度,增加每圈双支撑有效用力时间,缩短每圈单支撑过渡时间,提高双支撑和单支撑时间比例是改进旋转掷链球技术节奏的有效途径。

2)在一定程度上延长器械的轨迹路线,特别是每圈双支撑阶段的器械轨迹,通过增加对器械加速的有效工作距离,来提高器械的速度和增加用力效果,是增加人体对器械做功效果的有效途径。

3)在符合掷链球生物力学技术原理的基础上,每个优秀运动员都具有自己独特技术风格,在训练中逐渐培养运动员的个性技术,王峥技术风格是旋转速度快、加速节奏明显,但对器械控制能力稍差。

4)一定程度上通过增加器械最后用力中水平方向上的速度,减小垂直方向的速度,可以减小器械的出手角度,增加器械用力阶段的攻击性。王峥器械出手角度呈现减小、器械在水平方向速度呈现增加、垂直方向速度减小的趋势,现阶段器械出手瞬间的参数模式更适合现在的竞技能力。

5)王峥旋转中每圈双支撑用力时间呈现出延长、单支撑时间呈现出缩短趋势,双单支撑时间比例逐渐增加,技术更加合理。器械轨迹路线长度呈现出了增加的趋势,每圈双支撑阶段轨迹路线延长幅度较大,有效增加了对器械加速的距离,1、2圈效果明显,3、4圈还有提高的空间。

6)王峥器械斜面角和仰角呈现出增加的趋势,器械和手臂的夹角在 $90^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 位置打开过大,3、4圈高点位置重心向投掷方向移动幅度偏小。第1圈进旋转的左膝关节压紧效果较好,3、4圈双支撑阶段左膝关节蹬伸幅度偏大、右脚着地位置偏后,技术上还有进一步改进的必要。

参考文献:

- [1] 文超. 田径运动高级教程[M]. 北京:人民体育出版社, 1994: 556-567.
- [2] 董海军. 我国优秀女子链球选手旋转技术时空特征研究[J]. 北京体育大学学报, 2011, 34(5): 121-125.
- [3] 张桃臣,董海军,左伟. 我国优秀男子链球选手旋转技术环节时空特征的运动学研究[J]. 首都体育学院学报, 2011, 23(3): 245-250.
- [4] 董海军,田有惠. 北京奥运会女子链球铜牌得主张文秀投掷技术的运动学研究[J]. 首都体育学院学报, 2011, 23(1): 64-71.
- [5] 车晓波. 我国优秀男子链球运动员投掷技术的运动学特征[J]. 上海体育学院学报, 1999, 23(1): 36-42.
- [6] 康利则. 对我国优秀链球运动员投掷技术的分析[J]. 西安体育学院学报, 1990, 14(7): 28-31.
- [7] 陈洁明. 对我国优秀男子链球运动员旋转技术特征的分析[J]. 北京体育大学学报, 2004, 24(3): 413-416.
- [8] 智勇,冯海涛,董海军. 我国优秀女子链球选手投掷技术运动学特征的研究[J]. 广州体育学院学报, 2007, 12(5): 27-31.

