



# 张峻旋转推铅球过渡阶段主要关节角度变化特征分析

隋新梅

**摘要:** 运用三维图像解析方法,对张峻的旋转推铅球技术中过渡阶段的身体各主要关节角度变化进行运动学分析,目的在于通过了解在不同的时空中张峻各主要环节的角度变化,对其技术进行有效地诊断。张峻推铅球技术的过渡阶段中,投掷成绩在19 m以上时的肩髋夹角都在 $50^\circ$ 以上,且肩髋夹角与投掷成绩呈显著正相关;随着铅球成绩的提高,左肩角逐渐减小,右肩角变化不大,左髋角度逐渐加大,右髋角的变化不太明显,左膝角度有所增大,而右膝角的变化不明显。

**关键词:** 张峻; 旋转推铅球技术; 三维图像解析

中图分类号: G808 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2012)03-0082-03

Analysis of the Variation Characteristics of the Main Joint Angles in the Transition Phase of Zhang Jun's Spinning Shot Put

SUI Xin-mei

(Shanghai Sports Institute, Shanghai 200237, China)

**Abstract:** By the method of 3D image analysis, the article makes a kinematical analysis of the angle changes of Zhang Jun's main joints in the transition phase of spinning shot put. The aim of the study is to know the angle variation of Zhang Jun's main joints in different space-time in order to diagnose his skill effectively. In the transition phase of Zhang Jun's shot put, the shoulder hip angles are all over  $50^\circ$  when the result of his performance is more than 19m. Significant positive correlation can be seen between the shoulder hip angle and the result of performance. As his performance improves, the left shoulder angle decreases and the right shoulder angle remains nearly the same. The left hip angle increases gradually and there is no significant changes of the right hip angle. The left knee angle increases to some extent and no distinct changes have been detected in right knee angle.

**Key words:** Zhang Jun; spinning shot put skill; 3D image analysis

旋转推铅球技术是一项复杂的田径投掷技术,其特殊的圆周运动形式,使运动员掌握技术动作具有一定的难度。所以,国内采用该项技术的选手较少,而研究旋转推铅球技术就更少,通过中国学术期刊网全文数据库检索,对于旋转推铅球技术的研究多是可行性分析与背向滑步推铅球分析的居多,三维运动学分析的文章极少见到。过渡阶段是旋转推铅球技术中连接旋转和最后用力的重要技术环节,合理有效地完成这一动作,能起到承上启下、提高旋转速度的利用率、发挥最后用力效果的作用<sup>[1]</sup>。上海男子铅球运动员张峻是国内为数不多采用旋转推铅球技术的运动员,近年来,张峻的运动成绩进步很快,2008年获得全国田径冠军赛冠军,2009年获得世界大学生田径运动会男子铅球亚军,同年12月11日的东亚运动会铅球决赛中以20.41 m的成绩获得冠军,并刷新该项目的赛会纪录以及中国纪录。本研究对张峻的旋转推铅球技术中过渡阶段的身体各主要关节角度变化进行运动学分析,目的在于通过了解在不同的时空中张峻各主要环节的角度变化,对其技术进行有效地诊断,从而提高其运动成绩。

## 2 研究对象与方法

### 2.1 研究对象

上海优秀铅球运动员张峻,1983年4月11日出生,身高1.86 m,体重95 kg。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 文献资料法

通过对中国期刊网等期刊数据库及www.baidu.com搜索引擎的相关检索,确定参考文献、国内外有关铅球技术研究的文献资料,了解当前铅球科研现状。为论文的选题、设计、针对性研究提供理论依据。

#### 2.2.2 现场实验法

使用两台索尼摄像机,采用外同步方法进行拍摄,拍摄频率为50场/s,对张峻的完整旋转推铅球技术进行了定点拍摄。运用SIMI运动图像解析软件对拍摄图像进行解析,获得各个阶段的相关运动学技术参数,所得的参数数据进行均

收稿日期: 2012-01-15

作者简介: 隋新梅,女,高级教练,主要研究方向: 运动训练。

作者单位: 上海体育职业学院,上海 200237



平滑处理。摄像机放置位置：右前方45°、右后方45°，距离投掷圈中心点15 m处，机身高1.2 m（如图1所示）。在测试前，用由17根黑色金属杆子及25个白色小球组成的三维框架对拍摄范围进行标定。

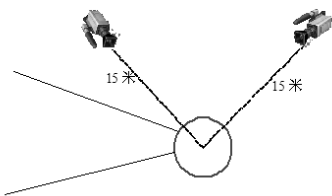


图 1 摄像机放置位置示意图  
Figure 1 Camera Positions

2.2.3 数理统计法

使用 SPSS15.0 统计软件，对所获得的数据进行相关性分析。

3 结果与分析

旋转推铅球技术可划分为两个环节，即旋转阶段和最后用力阶段（图2~6为张峻现场测试摄像后剪辑下来图片，顺序自左至右），其中旋转阶段又细分为：双支撑起转阶段、单支撑旋转阶段、腾空阶段和过渡阶段。

过渡阶段是右脚着地至左脚着地的阶段，在技术上，强调运动员的右脚着地于投掷圈中心附近，着地后要继续屈膝转动，同时左脚要迅速着地，使髋转成了侧对投掷方向，把身体扭紧，下肢转动动力作用于铅球上。其主要任务是：保持器械在旋转中获得的水平速度，形成合理的超越

器械姿势来进入最后用力阶段<sup>[2]</sup>。通过对张峻在过渡阶段身体各主要关节的角度变化，来分析张峻在该阶段技术中特点（见表1）。



图 3 单支撑阶段（右脚离地至左脚离地）  
Figure 3 Single Supporting Phase (Starting from Right Foot Leaving Ground to Left Foot Leaving Ground)



图 4 腾空阶段（左脚离地至右脚着地）  
Figure 4 Flight Phase (Starting from Left Foot Leaving Ground to Right Foot Touching Ground)



图 5 过渡阶段（右脚着地至左脚着地）  
Figure 5 Transitional Phase (Starting from Right Foot Touching Ground to Left Foot Touching Ground)

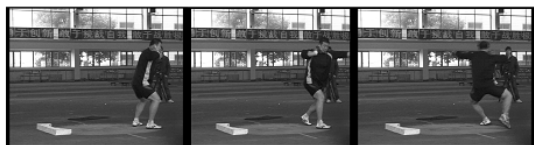


图 2 双支撑阶段（起转至右脚离地）  
Figure 2 Double Supporting Phase (Starting from Turning to Right Foot Leaving Ground)



图 6 最后用力阶段（左脚着地至铅球出手）  
Figure 6 Final Exertion Phase (Starting from Left Foot Touching Ground to Shot Leaving Hand)

表 1 张峻过渡阶段各主要环节角度变化的运动学参数比较（°）

Table 1 Kinematic Parameter Comparison between the Angle Variations at the Main Points of Zhang Jun's Transitional Phase

成绩/m	肩髋夹角	左肩角	右肩角	左髋角	右髋角	左膝角	右膝角
17.58	48.60 ± 8.60	96.12 ± 7.64	92.44 ± 7.23	126.22 ± 5.00	138.21 ± 3.53	81.73 ± 9.17	129.10 ± 4.57
17.86	40.22 ± 12.59	88.68 ± 5.96	92.86 ± 5.43	130.06 ± 4.89	132.83 ± 2.98	85.17 ± 15.33	127.57 ± 5.62
17.87	54.42 ± 4.10	96.79 ± 4.33	92.42 ± 5.42	131.21 ± 3.57	138.97 ± 4.45	89.47 ± 5.35	128.16 ± 4.18
18.14	42.10 ± 13.40	74.00 ± 3.53	92.00 ± 5.14	134.98 ± 6.47	134.18 ± 4.65	87.90 ± 11.47	126.80 ± 6.00
18.33	49.85 ± 7.27	92.12 ± 3.88	96.30 ± 3.81	129.57 ± 4.76	139.90 ± 4.42	82.23 ± 11.20	126.18 ± 2.50
18.37	43.18 ± 11.12	82.18 ± 4.93	90.60 ± 5.00	134.30 ± 6.00	135.70 ± 5.85	85.74 ± 13.27	127.23 ± 2.24
18.73	45.89 ± 6.10	82.86 ± 10.24	93.57 ± 5.94	133.77 ± 6.48	138.11 ± 1.64	92.75 ± 12.65	126.75 ± 6.00
18.76	57.20 ± 3.60	94.25 ± 5.49	92.61 ± 4.00	136.56 ± 3.60	141.23 ± 2.51	89.27 ± 7.33	127.55 ± 4.58
19.08	56.52 ± 4.68	93.78 ± 6.62	92.55 ± 5.64	130.37 ± 5.35	142.63 ± 1.88	85.88 ± 8.56	131.69 ± 5.37
19.12	54.34 ± 9.51	75.67 ± 6.41	92.47 ± 5.00	135.91 ± 6.44	136.97 ± 3.01	89.12 ± 10.10	127.03 ± 8.27
19.17	52.20 ± 15.25	88.00 ± 7.60	91.62 ± 6.67	135.72 ± 6.10	142.75 ± 5.2	91.69 ± 9.88	134.84 ± 8.31
19.18	52.71 ± 6.76	86.22 ± 8.49	92.90 ± 5.94	136.67 ± 7.43	140.03 ± 2.98	78.42 ± 9.16	123.62 ± 7.37
19.74	59.67 ± 8.37	78.81 ± 5.47	92.69 ± 4.09	134.21 ± 5.78	137.35 ± 3.23	85.07 ± 12.00	128.84 ± 4.19



### 3.1 肩髋夹角的变化

肩髋夹角：肩横轴与髋横轴在水平面内所形成的夹角（如图7所示）。其数值越大说明身体扭转程度越大，髋轴领先于肩轴越多，超越器械程度越大，参与最后用力的肌肉就能充分拉长，能更好地对器械进行用力。运动员为了保持铅球在旋转阶段中获得的水平速度，形成合理的最后用力姿势，要积极向前转送髋部，把铅球和上体尽可能留在后面，形成下肢超越上肢的姿势，运动员要进一步扭紧身体，形成较大肩髋角，为最后用力积蓄能量。

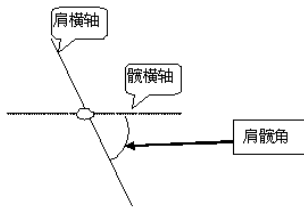


图7 人体俯视图

Figure 7 Vertical View of Human Body

在过渡阶段对运动员技术影响因素较大的指标中我们知道，肩髋夹角与成绩呈显著正相关（ $r=0.6471$ ， $P < 0.05$ ），说明在适宜的范围内加大肩髋扭转的角度有利于腰部肌群的放松，增加铅球运行的工作距离，有利于提高成绩<sup>[3]</sup>。从表1可以看出，此阶段张峻投掷成绩在19 m以上时的肩髋夹角都在 $50^\circ$ 以上，成绩与肩髋夹角对应的值分别为： $56.52^\circ \pm 4.68^\circ$ （19.08 m）、 $54.34^\circ \pm 9.51^\circ$ （19.12 m）、 $52.2^\circ \pm 15.25^\circ$ （19.17 m）、 $52.71^\circ \pm 6.76^\circ$ （19.18 m）、 $59.67^\circ \pm 8.37^\circ$ （19.74 m）。

### 3.2 肩关节角度的变化

表1中显示，随着投掷铅球成绩的提高，左肩角逐渐减小。在过渡阶段中，超越器械技术动作是否充分主要与左肩角的变化有关，当投掷成绩最好的19.74 m时，左肩角 $78.81^\circ \pm 5.47^\circ$ ，投掷成绩最差的17.58 m时，左肩角达到 $96.12^\circ \pm 7.64^\circ$ 。左肩角的减小，使得左臂（非投掷臂）与髋部形成扭紧的状态，并保持相对固定的肩关节角度，拉长身体左侧的肌群，能在最后用力时肌肉发挥出较大的力量，获得较快的出手初速度。从右肩关节角度的变化来看，右肩角变化不大。成绩最好为19.74 m时，右肩角 $92.69^\circ \pm 4.09^\circ$ ；成绩最差为17.58 m时，右肩角 $92.44^\circ \pm 7.23^\circ$ 。

### 3.3 髋关节角度的变化

向前转送髋部是过渡阶段的技术特点，下肢快速超越上肢形成超越器械的姿势。在此阶段，左髋关节角度逐渐增大，带动左腿积极下压，从而快速地进入最后用力阶段。从表1、表2中，我们可以看出，张峻的投掷成绩从17.58 m提高到19.74 m的投掷中，投掷时间从0.16 s缩短到0.12 s，而左髋角度也从 $126.22^\circ \pm 5^\circ$ ，逐渐加大到 $134.21^\circ \pm 5.78^\circ$ 。然而，右髋角的变化不太明显，成绩最好为19.74 m时为 $137.35^\circ \pm 3.23^\circ$ ，成绩最差（17.58 m）时为 $138.21^\circ \pm 3.53^\circ$ ，这说明张峻在投得差的情况下左髋关节角度过小，使得左腿下压不积极，导致了过渡时间较长，从而影响了与最后用力的衔接。

### 3.4 膝关节角度变化

在过渡阶段的开始，左膝关节角度较小，有利于加快左

表2 张峻的过渡时间与总时间参数

Table II Parameters of Zhang Jun's Transitional Time and the Total Time

成绩/m	过渡时间/s	总时间/s
17.58	0.16	2.09
17.86	0.16	1.86
17.87	0.17	1.86
18.14	0.14	1.86
18.33	0.14	1.86
18.37	0.12	1.86
18.73	0.14	1.77
18.76	0.14	2.00
19.08	0.12	1.90
19.12	0.14	1.84
19.17	0.12	1.82
19.18	0.13	1.84
19.74	0.12	1.84

脚向投掷方向的角速度，缩短过渡阶段的时间。随着身体继续左转，左腿用力蹬伸，左膝关节由屈曲转为伸直，形成牢固的左侧支撑，增加器械和人体的垂直速度。从表1可见，张峻的投掷成绩从17.58 m提高到19.74 m的投掷中，左膝角度也从 $81.73^\circ \pm 9.17^\circ$ ，加大到 $85.07^\circ \pm 12^\circ$ 。而右膝角的变化不明显，成绩最好为19.74 m时，右膝角为 $128.84^\circ \pm 4.19^\circ$ ；成绩最差为17.58 m时，右膝角为 $129.10 \pm 4.57^\circ$ 。

## 4 结论

张峻在推铅球技术的过渡阶段中，投掷成绩在19 m以上时的肩髋夹角都在 $50^\circ$ 以上，且肩髋夹角与投掷成绩呈显著正相关；随着铅球成绩的提高，左肩角逐渐减小，右肩角变化不大；左髋角度逐渐加大，右髋角的变化不太明显；左膝角度加大，而右膝角的变化不明显。

## 参考文献：

- [1] 刘瑞江. 旋转推铅球技术之研究[D]. 硕士学位论文, 山东师范大学, 2000
- [2] 刘剑锋. 对旋转推铅球训练手段效果的实验研究[D]. 硕士学位论文, 北京体育大学, 2006
- [3] 文世林. 我国两名优秀男子铅球运动员旋转推铅球技术的三维运动学分析[D]. 硕士学位论文, 首都体育学院, 2009
- [4] 陈道裕, 郑建岳, 陈兰芳. 旋转推铅球技术对我国男子运动员适用性的探讨[J]. 中国体育科技, 2002, 38(10): 22-23
- [5] 陈利霞. 全国第十届运动会男子铅球运动员推铅球技术运动学分析[D]. 硕士学位论文, 山西大学, 2007
- [6] 高峰, 李晓芸. 中国铅球运动员运用旋转推铅球技术的优越性[J]. 浙江体育科学, 2005, 10: 81-82
- [7] 郭立亚, 孙仕舜和吕雪松. 我国男子铅球运动员采用旋转式推铅球技术的可行性研究[J]. 北京体育大学学报, 2008, 31(2)
- [8] 黄昌美, 刘刚和李梦龙等. 背向旋转推铅球技术在田径普修中



制定相关的法规文件加以指导,有部分教师认为课程目标的领域和层次繁多而不便于实际操作,也有些教师对课程目标之间的范畴、关系和内涵认识不清,导致在贯彻课程目标时对如何实施课程目标、如何体现课程价值感到困惑。因此,能否设立国家课程,规定一些必修体育课程内容,在此基础上设立选修课程内容,从而使国家课程与地方课程、校本课程进行有机结合,实行三级课程管理体制,这样便于体育教师贯彻体育与健康课程标准,实现体育课程目标,也有利于调动体育教师对课程改革的积极性,有利于体育教师对体育课程进行校本课程开发。

#### 4.3 健康教育有待加强

日本小学的健康教育有许多方面值得我国参考。例如安全教育在我国学校教育里显得很薄弱,运动创伤的救治、自然灾害的应对、安全用药以及引起疾病的主要原因与不良生活习惯的关联等健康内容的教育还很滞后,特别是学校供餐教育和营养配餐机制还没有完全形成。另外,日本小学健

康教育课时的安排特点是越向高年级学习课时安排越多,结合其他学科安排健康教育课时,并结合学生的实际情况,有重点、有针对性地安排教学内容,在实施过程中有计划、有步骤的贯彻落实。因此,我国的健康教育还有许多工作在等待着我们去完成,我们应该认真地总结经验,构建适合我国特点的健康教育体系,以便更好地落实《体育与健康课程标准》的健康教育要求。

#### 参考文献:

- [1] 文部科学省. 小学校学习指导要领解说?体育编[M]. 东京: 株式会社东洋馆出版社, 平成20年.
- [2] 文部省科学. 中学校学习指导要领解说?保健体育编[M]. 东京: 株式会社东山书房, 平成20年.

(责任编辑: 陈建萍)

(上接第84页)

- 的实验研究[J]. 吉林体育学院学报, 2009, 25(4): 45-46
- [9] 黄健, 于军. 国内男子铅球运动员使用旋转技术的现状分析及研究[J]. 辽宁体育科技, 2007, 29(1): 70-72
  - [10] 李延军, 孙有平和隋新梅等. 旋转推铅球过渡阶段肌肉用力特征的sEMG分析[J]. 北京体育大学学报, 2010, 3(5): 50-54
  - [11] 卢义锦, 姚士硕. 人体解剖学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004
  - [12] 毛永, 郑峰和何明等. 推铅球技术的演变暨旋转式推铅球技术的要点和难点[J]. 山东体育科技, 2002, 24(1): 1-4
  - [13] 孙有平, 隋新梅和钱风雷等. 基于sEMG的男子旋转推铅球运动员单支撑阶段肌肉用力特征研究[J]. 体育科学, 2010, 30(1): 44-50
  - [14] 田鑫. 旋转推铅球的技术分析与训练[J]. 首都体育学院学报, 2003, 15(3): 41-43
  - [15] 严海风. 我国部分优秀男子铅球运动员背向滑步推铅球技术三维运动学参数分析[D]. 硕士学位论文, 苏州大学, 2006
  - [16] 闫永柱. 旋转式推铅球技术的优越性及其在我国适用性的探讨[J]. 山西体育科技, 2007, 27(4): 31-34
  - [17] 张宝峰, 李风雷. 旋转推铅球技术优势的生物力学分析. [J] 首都体育学院学报, 2003, 18(2): 76-77

(责任编辑: 何聪)