



优秀蹦床运动员高磊不同难度成套动作的各客观分得分相关关系及演变特征

谢 钧¹, 王乐军^{2*}, 龚铭新², 俞 华¹, 王钰婷³, 邹凝祥²

摘要: 以国内男子优秀蹦床运动员高磊为研究对象,记录高磊在完成难度 17.5 成套动作和 18.2 成套动作过程中各单次难度动作的高度分和位移分,并观察各单次难度动作高度分和位移分的时间演变规律及其与客观分总分的相关关系。发现难度 18.2 成套动作的客观分总分要略高于难度 17.5 成套动作,且难度 17.5 成套动作的稳定性也显著优于难度 18.2 成套动作。位移分和难度分之间总体呈正相关关系,提示动作的高度分和位移分是紧密联系、相互促进的。随着动作次序的增加,高度分呈单调递减趋势。难度 17.5 成套动作的高度分呈现下降-略上升-下降的特征,而难度 18.2 成套动作前 6 个动作的高度分呈直线下降趋势,第 6 个动作后高度分呈平缓下降趋势。在难度 17.5 成套动作中,第 3、第 5、第 7 个动作是最主要的扣分环节。在难度 18.2 成套动作中,第 2、第 5、第 7 个动作是最主要的扣分环节,此外,第 3、第 6、第 8、第 10 个动作也是扣分环节。基于上述结论,制定针对性训练方案,通针对性训练前后日常测验成绩的统计分析,验证本研究对高磊技术动作诊断分析结果的有效性和价值。

关键词: 蹦床;客观分得分;相关关系;优秀运动员;演变特征

中图分类号:G838 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2021)04-0021-05

DOI:10.12064/ssr.20210404

Correlation and Evolution Characteristics of Objective Scores of Routines in Different Difficulty Value of Elite Trampoline Athlete Gao Lei

XIE Jun¹, WANG Lejun^{2*}, GONG Mingxin², YU Hua¹, WANG Yuting³, ZOU Ningxiang²

(1. Gymnastic Training Center, Shanghai Elite Sport Training Administrative Center, Shanghai 202162, China; 2. Physical Education Department, Tongji University, Shanghai 200092, China; 3. Shanghai Research Institute of Sports Science & Shanghai Anti-Doping Agency, Shanghai 200030, China)

Abstract: Taking Gao Lei, an elite male trampoline athlete in China, as the research object, this study recorded the scores of horizontal displacement and time of flight of each single difficulty movement in the routines in difficulty value of 17.5 and 18.2. The time evolution characteristics of horizontal displacement score and time of flight score of each single difficulty movement and the correlation between it and objective score were also observed and analyzed. It found that the objective score in total of the routine in difficulty value of 18.2 was slightly higher than that in difficulty value of 17.5. And the stability in difficulty value of 17.5 was significantly better than that in difficulty value of 18.2. There was a positive correlation between the horizontal displacement score and the difficulty score, which showed that the scores of horizontal displacement and time of flight were closely related and mutually promoted. With the increase of the movement sequence, the time of flight score showed a monotonically decreasing trend. The time of flight score of a set routine in difficulty value of 17.5 showed the characteristic of decline, slight rising and then decline. while the time of flight score of

收稿日期:2020-06-20

基金项目:上海市体育科技项目备战攻关计划(21J022);上海市体育科技“雏鹰计划”项目(20C005);上海市体育科技“备战攻关计划”项目(20J001)。

第一作者简介:谢钧,男,学士,高级教练。主要研究方向:蹦床运动训练。E-mail:kengohua@63.com。

*通信作者简介:王乐军,男,博士,副教授。主要研究方向:运动人体科学。E-mail:wj0523@163.com。

作者单位:1.上海市竞技体育训练管理中心 体操中心,上海 202162;2.同济大学 体育教学部,上海 200092;3.上海体育科学研究所(上海市反兴奋剂中心),上海 200030。



the first six movements of routine in difficulty value of 18.2 showed a straight downward trend, and then it showed a steady decline after the sixth movement. In the routine in difficulty value of 17.5, the third, fifth and seventh movements were the main deduction items. The second, fifth and seventh movements were the main deduction items in the routine in difficulty value of 18.2. In addition, the third, sixth, eighth and tenth movements were also the main deduction items. Based on the above conclusions, a targeted training was developed, and the statistical analysis of the daily test scores before and after the targeted training was conducted to verify the scientific validity and value of this study on the diagnostic analysis results of Gao Lei's technical movements.

Key Words: trampoline; objective score; correlation; elite athlete; evolution characteristics

蹦床是一项集竞技性、艺术性、观赏性和娱乐性为一体的运动项目,有“空中芭蕾”的美誉,自2004年被列为奥运会正式比赛项目以来,其影响力越来越大^[1-2]。运动员在预跳结束后依次完成10个难度动作,累计得分即为最终成绩^[3]。运动员各动作得分由客观分和主观分构成。其中,客观分由难度分、高度分、位移分3个部分组成,且对主观得分有较大的影响^[4-6]。探讨运动员不同成套动作中各单次动作客观分的时间变化特征及相关关系,可为运动员的针对性训练提供科学化的建议^[7-8]。

上海籍运动员高磊是国内男子蹦床项目各类赛事金牌的有力竞争者,同时在积极备战2020东京奥运会。从近年来高磊参加历次大赛的表现来看,虽总体成绩稳定,但技术动作方面仍存在改进空间。在备战2020东京奥运会期间,对高磊当前技术动作的特点进行深入分析,设计科学化训练方案,对其科学备战2020东京奥运会具有重要指导价值。因此,本研究以高磊在国家蹦床队2019年7月—8月在上海崇明体育训练基地集训期间的2套成套动作(难度18.2成套动作和难度17.5成套动作)的得分情况进行分析,根据分析结果为其制定针对性的技术动作训练改进方案,并通过后续训练的比赛成绩,检验针对性训练的效果。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以国家蹦床队上海籍运动员高磊为研究对象,出生年月为1992年1月,身高173 cm,体重63 kg。

1.2 研究方法

1.2.1 实验法

于2019年7月—8月国家蹦床队在上海崇明体育训练基地集训期间,采用国际通用的蹦床竞赛高度分、位移分记录仪,对高磊集训期间的成套动作高度分和位移分进行记录。与教练组人员进行沟通后确定成套动作的选择和成绩记录时间,记录高磊5次

难度18.2成套动作和7次难度17.5成套动作。

进行针对性训练6个月后,采用相同的设备和方法对日常测试赛的各客观得分进行记录。通过对比针对性训练前后高磊技术动作的位移分和高度分,验证训练效果。

在记录成套动作客观得分的同时,采用摄像机拍摄高磊训练动作。训练后观察分析视频资料,在了解各单次技术动作特点的基础上,剔除训练中出現重大失误的成绩数据。

1.2.2 训练干预

基于对高磊技术动作的诊断分析,制定针对性训练方案,包括:(1)加强成套动作数量,通过数量的积累达到提高专项能力的目的,解决后半套动作体能不足的问题;(2)拆解成套动作,按第1~6、第5~10进行分段动作练习;(3)针对高度明显下降的动作,进行单个动作或与前一个动作结合的练习,以修正动作起跳时存在的技术问题。

1.2.3 数理统计法

采用独立样本T检验对2套难度动作的客观分总分、高度分、位移分进行差异性检验。采用Pearson相关性和线性回归,对高磊完成不同难度动作的高度分和位移分进行分析,为难度动作的选择和训练提供参考价值。以 $P < 0.05$ 作为相关系数 r 的显著性水平。在 r 具有显著性意义的前提下,观测相关系数 r , $|r|$ 越大表明2个变量之间的相关关系越强。

2 研究结果

2.1 不同难度自选成套动作的总体得分情况

由表1可知,在高磊的2套自选成套动作中,难度18.2成套动作的总分与难度17.5成套动作的总分无显著差异($P > 0.05$)。难度17.5成套动作的稳定性要显著优于难度18.2成套动作($P < 0.05$),难度18.2成套动作得分波动更大,其极差要明显高于难度17.5成套动作总分。

表 1 不同难度成套动作总分得分情况*

Table1 Total Scores of Routines in Different Difficulty Value*

难度动作	总分均值	总分最大值	总分最小值	极差
17.5	45.445±0.22	45.795	45.315	0.480
18.2	45.583±0.45	46.06	45.015	1.045

注:*表示未计算完成分。

由表 2 可知,难度 17.5 成套动作的高度分和位移分要显著高于难度 18.2 成套动作($P < 0.05$)。此外,难度 17.5 成套动作稳定性要显著优于难度 18.2 成套动作($P < 0.05$)。

表 2 不同难度成套动作的高度分和位移得分情况
Table2 The Time of Flight Score and Horizontal Displacement Score in Routine in Different Difficulty Value

难度动作	高度分	位移分
17.5	18.502±0.144*	9.443±0.127*
18.2	18.083±0.366	9.300±0.100

注:*表示 2 套难度动作的得分差异具有显著性($P < 0.05$)。

2.2 动作高度分与位移分的关系

对高磊完成不同难度动作的高度分和位移分进行分析后发现,成套动作的位移分和高度分之间存在显著性的相关关系($r=0.690, P < 0.05$)。从总体来看,较高的动作高度分伴随较高的位移分,提示动作的高度分和位移分是紧密联系、相互促进的。在相关分析的基础上,以位移分为因变量、高度分为自变量构建一元线性回归模型,所得方程为:

$$\text{位移分} = 0.2303 \times \text{高度分} + 5.1353$$

方差分析结果显示该方程具有显著有效性。拟合优度分析结果显示,该方程的确定系数 $R^2=0.711$,提示该方程具有较高的预测精度。

2.3 各单次动作高度分与难度分的关系

图 1、图 2 分别描述了高磊在完成难度 17.5 成套动作和难度 18.2 成套动作过程中 10 个单次动作的高度分和位移分的得分情况。从图 1 可知,在完成各单次动作过程中,难度 17.5 成套动作的高度分要显著高于难度 18.2 成套动作,第 3、第 5 次动作的高度分优势尤其明显。随着动作次序的增加,高度分呈现单调递减的趋势。其中,难度 17.5 成套动作高度分呈现下降-略上升-下降的特征,而难度 18.2 成套动作前 6 个动作的高度分呈现直线下降趋势,第 6 个动作后呈平缓下降趋势。

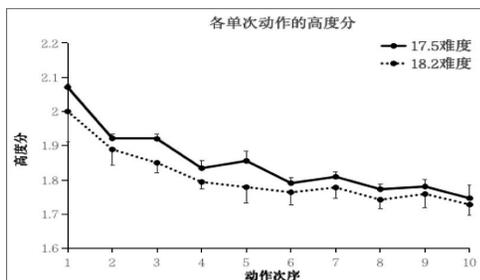


图 1 各难度成套动作的高度得分情况

Figure1 The Time of Flight Score of Routines in Different Difficulty Value

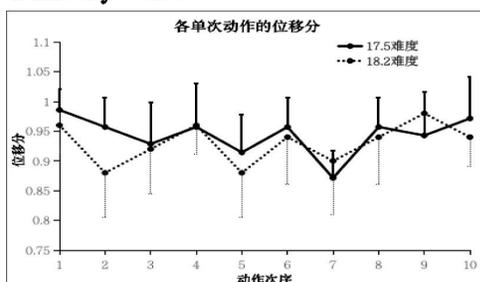


图 2 各难度成套动作的位移得分情况

Figure2 The Horizontal Displacement Score of Routines in Different Difficulty Value

从图 2 可知,难度 17.5 成套动作和难度 18.2 成套动作的位移得分呈现波动趋势。难度 17.5 成套动作中,第 3、第 5、第 7 次动作是最主要的扣分环节;难度 18.2 成套动作中,第 2、第 5、第 7 次动作是最主要的扣分环节,此外,第 3、第 6、第 8、第 10 也是扣分环节。

2.4 针对性训练前后的成绩变化情况

表 3 为高磊在针对性训练干预前后技术动作的高度分和位移得分情况。经过针对性训练,难度 17.5 成套动作的位移分显著提高,但高度分出现显著性下降,客观分总分无显著性变化。但难度 18.2 成套动作的高度分无显著性变化,而位移分与客观分总分则出现显著性提高。

表 3 高磊在针对性训练干预前后的高度分和位移得分情况

Table3 The Time of Flight Score and Horizontal Displacement Score of GaoLei before and after Targeted Training

难度动作	训练前		训练后	
	高度分	位移分	高度分	位移分
17.5	18.502±0.144	9.443±0.127	18.317±0.025*	9.56±0.047*
18.2	18.083±0.366	9.300±0.100	18.185±0.097	9.55±0.050*

注:*表示 2 套难度动作的得分差异具有显著性($P < 0.05$)。



3 讨论

在蹦床项目中,运动员的比赛成绩的客观分由高度分、难度分、位移分3个部分组成,客观分不需要裁判主观评分即可确定,是蹦床竞技成绩的主要构成部分,其中自选动作是蹦床运动员竞技水平高低的综合体现^[9]。因此,自选成套动作的客观分从很大程度上决定了运动员的最终比赛成绩。本研究对高磊备战2020东京奥运会的2套重要自选成套动作(难度17.5成套动作和难度18.2成套动作)的3项客观分之间的关系进行了分析,为高磊备战2020东京奥运会期间的针对性训练和竞技比赛的战术制定提供参考依据。

从成套动作总体得分情况来看,高磊2套成套动作的客观分总分无显著性差异。虽然难度18.2成套动作的难度分要比难度17.5成套动作高0.7分,但在完成各单次动作过程中的高度明显低于难度17.5成套动作,且难度17.5成套动作的稳定性显著优于难度18.2成套动作,说明高磊对难度17.5成套动作的掌握相对熟练,发挥较为稳定,而对于难度18.2成套动作的掌握则不够熟练。研究结果提示,高磊对于难度18.2成套动作的发挥仍具有较大进步空间,在保证高质量完成动作的前提下,在比赛成绩提高方面,难度18.2成套动作的客观分要比难度17.5成套动作更有优势。

蹦床项目的高度分反映了成套动作的腾空高度,位移分是通过动作落点距离网面中心的位移大小来对技术动作表现的稳定性进行评价的。研究结果显示,高磊2套成套动作的高度分和位移分之间具有显著的正相关关系,提示动作的高度分和位移分是紧密联系、相互促进的。蹦床项目的高度分体现了运动员利用网面弹性获得最大动力的能力,而位移分则体现了运动员对于技术动作落点及稳定性的控制能力。王乐军等^[8]的研究发现,在高水平男、女蹦床运动员中,高度分对总成绩的影响最大,难度分的影响最小,而完成分和位移分的排序则显示出性别差异。充分的腾空高度不仅可以增加成套动作的高度分,还为成套动作的完成提供了更充足的腾空时间^[4]。因此高度分越高,越有利于提高技术动作的质量和稳定性,进而获得更高的位移分。

研究结果显示,在完成成套动作的过程中,随着动作次序的增加,高度分呈现单调递减的趋势。在完成成套动作前,运动员通过空跳获得最大的腾空高度,在完成之后的成套动作过程中,因动作

翻转的需要,加上动作落点不佳,需要更多的动力来调整动作,使得运动员每次踏跳的动量并不能完全转化为垂直方向的势能,造成每次踏跳都会存在不同程度的高度损失。此外,随着动作次序的增加,运动员下肢神经肌肉系统的疲劳程度逐渐增加,这些是造成腾空高度随动作次序增加逐渐下降的原因。

在成套动作完成过程中,位移分随动作次序变化呈现波动。其中在难度17.5成套动作中,第3、第5、第7次动作是扣分的最主要动作环节;在难度18.2成套动作中,第2、第5、第7次动作是扣分的最主要动作环节,此外,第3、第6、第8、第10也是扣分点。位移分主要体现了运动员对动作落点和动作整体的控制能力。在完成成套动作的过程中,运动员会因技术动作的稳定性控制问题造成落点不佳的情况出现。

针对高磊在上述动作中所发现的问题,制定、实施具有针对性的训练方案。通过针对性训练干预前后的技术动作高度分和位移得分情况的数据统计,发现训练方案对于提高难度18.2成套动作的位移分和客观分总分都有显著效果。但是对于难度17.5成套动作,在位移分显著提高的同时,高度分则出现显著性下降,客观分总分则无显著性变化。表明针对性训练方案主要对提高技术动作稳定性较差的难度18.2成套动作客观分具有显著效果,论证了对高磊技术动作诊断分析结果的有效性和价值。但是,训练方案对于提高难度17.5成套动作客观分总分的效果还需要后续进一步研究证实。

4 结论

4.1 高磊在完成难度17.5成套动作和难度18.2成套动作过程中,难度为18.2成套动作的客观分总分要略高于难度为17.5的成套动作,位移分和难度分呈现正相关关系。

4.2 随着动作次序的增加,高度分呈现单调递减的趋势。难度17.5成套动作呈现下降-略上升-下降的特征,而难度18.2成套动作的高度分的前6个动作呈现直线下降趋势,第6个动作后高度分呈平缓下降趋势。

4.3 在难度17.5成套动作中,第3、第5、第7个动作是最主要的扣分环节。在难度18.2成套动作中,第2、第5、第7个动作是最主要的扣分环节,此外,第3、第6、第8、第10个动作也是扣分环节。

**参考文献:**

- [1] 冯本余,任沛尧,闫艳.第28-33届世界蹦床锦标赛竞争格局分析与中国蹦床发展策略研究[J].体育科技文献通报,2020,28(1):70-73.
- [2] 方伯生.优秀男子蹦床运动员预跳高度与运动成绩的关系[J].中国体育教练员,2016,24(1):43-44.
- [3] 李健.高度分规则实施前、后世界蹦床网上个人项目比赛成绩变化特征研究[J].中国体育科技,2015,51(3):36-40.
- [4] 朱礼金.训练学视角下蹦床比赛制胜规律的哲学思考与层次解析[J].中国体育科技,2013,49(5):35-42+59.
- [5] 汪乃媛.蹦床运动新规则下制胜因素分析:以2013年第十二届全运会男子蹦床比赛为例[J].体育科技,2016,

37(5):7-8+10.

- [6] 陆怡敏.2007体操世界杯上海站女子各单项决赛得分统计与分析[J].体育科研,2008,29(5):77-79.
- [7] 徐慧明,李艳翎.蹦床比赛动作难度、类型与稳定关系的研究[J].北京体育大学学报,2004,27(11):1578-1580.
- [8] 王乐军,王钰婷,吴昊,等.“位移新规”实施后我国优秀蹦床运动员比赛成绩的灰色关联度研究[J].体育科研,2018,39(2):100-104.
- [9] 郭奕海,张予南,郭小洋.世界优秀女子蹦床运动员比赛成绩构成特征的分析[J].北京体育大学学报,2006,29(1):128-129+132.

(责任编辑:刘畅)

(上接第13页)

参考文献:

- [1] 刘仁健.羽毛球[M].北京:科学出版社,2010.
- [2] 戴金彪.当今羽毛球男子双打技战术运用情况的分析[J].上海体育学院学报,1998(2):36-40.
- [3] 李芳.羽毛球女子双打风格的探讨[J].中国体育科技,1999,35(9):28-29+39.
- [4] Fayyad U M, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P. Knowledge discovery and data mining: Towards a unifying framework [C]. Proceedings of the International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 1996.
- [5] 赵会群,孙晶,花勇民,等.数据挖掘技术在体育比赛技战术分析中的应用研究[J].北京体育大学学报,2008,31(5):712-715.
- [6] 梁成军,虞丽娟,王继红.网球技战术关联分析数据挖掘研究[J].计算机工程与应用,2012,48(7):246-248.
- [7] 虞丽娟,张辉,凌培亮.隔网对抗项目技战术分析的系统研究[J].体育科学,2008,28(10):41-48.
- [8] Agrawal R, Srikant R. Fast algorithms for mining association rules [C]. Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases, 1994.
- [9] 刘星玉,陈滔,余曦.“2017年顶级羽毛球赛”中外男子单打运动员得失分特征比较研究[J].广州体育学院

学报,2018,38(3):93-96.

- [10] 唐万,胡俊,张晖,等.Kappa系数:一种衡量评估者间一致性的常用方法(英文)[J].上海精神医学,2015,27(1):62-67.
- [11] 贝里,利诺夫.数据挖掘-客户关系管理的科学与艺术[M].袁卫,等,译.北京:中国财政经济出版社,2004.
- [12] 程红霞.基于关联规则的数据挖掘算法研究[J].电脑知识与技术(学术交流),2007,1(3):593+609.
- [13] Badminton Single Matches [C]. Proceedings of 1st Joint International Pre-Olympic Conference of Sports Science & Sports Engineering, 2008.
- [14] 张浩彬.小白学数据挖掘与机器学习:SPSS Modeler案例篇[M].北京:电子工业出版社,2018.
- [15] 徐阳.关联规则挖掘在羽毛球临场战术分析系统中的研究与应用[D].青岛:中国海洋大学,2014.
- [16] 李钦.羽毛球女单运动员技战术统计及关联规则分析[D].西安:陕西师范大学,2019.
- [17] 蒋盛益,李霞,郑琪.数据挖掘原理与实践[M].北京:电子工业出版社,2011.
- [18] 张勇.羽毛球[M].北京:北京体育大学出版社,2003.

(责任编辑:刘畅)