

蹦床垂直跳技术的理论探析^①

彭远志

西南大学 体育学院, 重庆 400715

摘要: 运用文献分析与逻辑归纳等研究方法, 针对目前蹦床垂直跳技术理论研究中的若干重要命题进行分析, 探讨了垂直跳动作时相划分的原则与方法, 动作协调的表现形式, 能量转化的机制及影响垂直跳效果的各种生物力学因素.

关键词: 蹦床; 时相; 能量

中图分类号: G838

文献标识码: A

蹦床运动网上垂直跳技术是蹦床运动的基础技术之一, 是运动员运动水平提高的前提和基础. 垂直跳起跳动作是人体在中枢神经系统的控制下, 依靠身体各环节的协调配合, 发挥下肢肌群最大爆发力, 充分结合蹦床弹力, 使运动员自身体能与网的弹性相结合, 以达到最佳纵向起跳效果的技术动作. 蹦床运动的特点以“高”为首, 而垂直跳技术是成套动作高度的决定性因素, 也是编排难度动作的有力支撑. 为迅速提高蹦床运动技术水平, 在 2008 年北京奥运会该项目金牌上有所收获, 我国学者对该项目的特点、发展趋势、比赛制胜因素作了大量研究分析, 同时强调一个重点: 重视蹦床基础技术——垂直跳的强化训练. 笔者通过对国内外优秀运动员比赛录像的分析, 运用相关理论, 试图发现蹦床起跳技术的关键所在, 为蹦床基础训练提供理论参考.

1 网上垂直跳的时相划分

1.1 时相划分依据

正确的时相划分对网上垂直跳技术动作十分重要, 由于研究对象、目的、任务的不同, 动作时相划分的依据也各不相同, 确定动作时相的客观标准是既能表达动作的结构又便于实际测量. 李良标^[1]等根据体育动作的时相划分的多样性, 提出划分时相的五个方面的依据, 即肌肉的工作形式等解剖学条件、作用力的性质、动作的方向、动作的任务和性质、人体工作环境. 李东建^[2]根据蹦床运动员完成动作期间身体的形态保持或运动的功用, 把网上垂直跳技术过程分为 3 个阶段, 即屈髋、屈膝下落阶段, 蹬伸压网阶段和起网阶段. 而髋、膝、踝、肩等关节角度随动作的初始条件、个体的生理解剖条件的变化而变化. 笔者采用张家正等垂直跳过程中的能量转换和质心运动的对应关系作为网上垂直跳技术时相划分的依据.

1.2 时相划分方法

根据起跳技术的下压和起网两个阶段, 通常把网上的起跳技术称为压网和起网技术. 李东建根据身体姿态的变化将网上垂直跳分为五个阶段: ①屈髋、屈膝准备落网阶段; ②固定关节的肌肉收缩, 整体下压冲网阶段; ③扩大关节角度, 主动蹬伸阶段; ④充分蹬伸阶段; ⑤被动上升阶段^[2](图 1).

由于人体重力与网对人体的弹力是始终相等, 人体重力大小对起跳后人体弹起高度无任何关系, 依据

① 收稿日期: 2007-04-20

基金项目: 西南大学社科基金资助项目 (0709203).

作者简介: 彭远志(1956-), 男, 重庆人, 副教授, 主要从事体育教学与训练.

能量转换和质心运动的对应关系可把蹦床垂直跳技术划分为三个阶段：①质心减速下落，动能转化为势能阶段；②质心相对平稳，动力肌群内势能转化为弹性势能阶段；③质心反向加速，弹性势能转化动能阶段(图2)。

2 网上垂直跳过程的分析

2.1 质心减速下落，动能转化势能阶段

此阶段为起跳的准备阶段。一是姿势上的准备，拉长利于弹跳的肌肉；二是弹性势能的准备，运用反向动作的制动，增加肌肉和肌腱的弹性势能，以利于在后继动作中弹性势能转化为动能，提高肌肉的预张力。开始阶段，下肢伸肌是松弛状态下的被动拉长，人体处于失重状态，伴随着人体重心的下移，下肢的伸肌群产生离心收缩以抵制人体的向下运动。在身体形态上表现为髋、膝、踝关节角度的逐渐缩小，同时，使展髋、伸膝，伸脚背的相关肌肉储备弹性势能，为起跳作准备^[1]。

从能量损耗的角度，在运动员触网的瞬间，髋、膝、踝关节角度应保持不变，这样才能使近似自由落体运动的人体动能全部转化为势能。而在实际运动过程中，人体关节角度会逐渐减小，主要是由于人体的自我保护引起的无意识动作^[3]。在这一过程中，人体重心应始终位于脚和网的接触点与水平面垂直的直线上。这样冲量的方向不会发生偏离。由于运动员个体解剖特点及关节肌肉力量存在较大差别，所以表现出髋、膝关节初始角度不同，收缩幅度也不相同。总体表现为髋关节角度小于膝关节，缩大幅度大于膝关节。

这一过程运动员容易出现的问题，一是在此过程中出现蹬伸动作，髋膝关节角度没有变小反而增大。二是重心没有始终保持在垂直线上。即损耗能量，又容易发生位移现象。

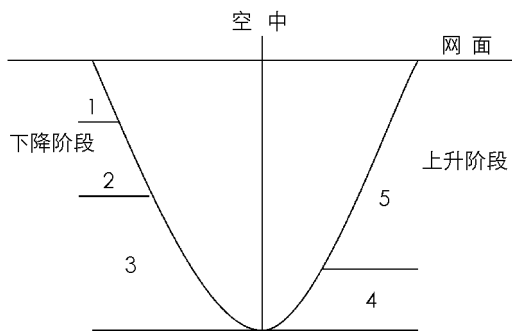
2.2 质心相对平稳，动力肌群内势能转化为弹性势能阶段

此阶段质心相对固定，人体以质心穿过的冠状轴为中心轴做伸膝、展髋运动。上肢的摆动和下肢各环节的制动动作积聚了起跳动力肌群的内势能，并进一步激励动力肌群使更多的肌纤维进入高强度的节律收缩状态，可以达到缩短肌肉收缩反应时和提高肌肉收缩兴奋性的目的。该阶段结束时，人体的动力曲线应回归到重力线，但实验证明曲线大大超过了重力线。如果蹬伸速度越大，人体展体时网对人体制动越明显，那么支撑反作用力就越大。

从能量角度进行分析，此时网已经就有一定的弹性势能(人体动能转化的势能)，人体内能转化为弹性势能是有条件的，即人体必须克服网现有的弹力做功。而弹力相对人体的单个肌肉来说是巨大的，这就要求人体必须协调用力，由于髋关节肌肉群的力量相对膝关节肌肉群要大，所以主要依靠腰背肌肉收缩，腹部肌肉展开来完成的。另一个原因，第一阶段，膝关节肌肉紧张程度远大于腰腹，理论上储备的内势能较多，但由于转换时间过短，收缩肌和舒张肌内耗较大。就形成了髋关节是主要的发力关节，从而揭示了为什么髋关节的活动幅度要大于膝关节的活动幅度。

2.3 质心反向加速，弹性势能转化动能阶段

由于第二阶段人体重力、人体运动对网产生的冲量、人体蹬伸力等三部分的作用，网的弹性势能远远大于此时人体的重力和此时人体的蹬伸力，因此，尽管人体仍在蹬伸，但人体的质心已经反向加速。这一阶段人体基本是被动上升。



1 代表受重力作用下沉幅度；2 代表受人体下落产生的冲量作用下网下沉幅度；3 代表人体主动蹬伸产生作用于下网的下沉幅度；4 代表反弹后人体仍然处于伸展阶段；5 代表单纯地直体被动上升阶段。

图1 蹦床垂直跳技术的五个阶段

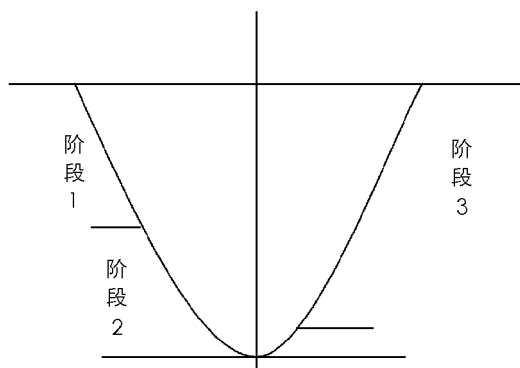


图2 蹦床垂直跳技术的三个阶段

2.4 对完整垂直跳技术的理解

目前,国外对蹦床垂直跳协调性进行了大量的研究,由于研究对象、方法及采用参数等方面的差异,研究结果也存在比较大的分歧. Hudson等根据躯干、大腿、小腿三环节的角速度关系把协调性分为两种形式即顺序式和同步式,并认为最具代表性的形式为同步性,且头—臂—躯干与大腿的同步性比大腿与小腿间的同步性更重要^[4]. 从关节角速度—时间曲线中发现,蹦床垂直跳高度优异的运动员髌膝踝三关节同步性较好,弱者下肢三关节明显带有超前或滞后现象.

蹦床垂直跳技术的协调性或合理性是指适时的肌肉活动使人体产生适时的运动. 主要有三个层面的任务: ①以最佳的肌节长度,肌肉收缩速度,收缩顺序使人体各环节达到较高的角速度; ②以人体各环节的最佳运动使人体重心达到最大的垂直加速度; ③使人体重心在起跳时处于最佳初始位置. 在训练的过程中应注意区别对待. 由于运动员长时间的专项训练形成了不同的起跳特征,导致在各动作阶段肢体动作协调性表现形式不一致. 同时,动作的协调性可能与人体触网的初速度大小有关.

影响协调性的另一个关键因素是触网的部位,主要有两种情况,一是全脚掌着网,二是脚跟着网. 两者对身体重心的影响很关键. 采用全脚掌着网技术,要使人体重心垂直网面,则要减小膝、踝关节的角度,加大髌关节的角度,人体重心降低,此种落网方法对下肢力量要求较高,而三关节的发力多采用顺序式. 采用脚跟着网技术,要加大膝、踝关节角度,减小髌关节角度,人体重心较高,此种着网方法主要靠腹背肌群发力,发力方式多采用同步式. 在垂直跳过程中,人体蹬伸时间极短,后者技术更符合蹦床项目特征. 建议青少年在早期训练中多采用脚跟着网技术.

3 起跳技术与位移的关系

衡量运动员掌握垂直跳技术的重要指标就是完成成套动作的高度. 动作高度是指运动员完成动作时身体重心向上腾起的高度. 动作高度是运动员垂直跳技术的直接反应,动作的高度越高,动作显得越飘逸,同时,具有较高的腾空高度是完成高难度动作和增加动作稳定性的基础. 通过对世锦赛和奥运会比赛录像的观察发现,女运动员成套动作的动作高度要高于其他国家,男运动员则略低于其他国家. 但如果身体纵轴与网的垂直面发生偏离,那么动作高度越高,水平位移越大. 在比赛过程中我国运动员成套动作累计位移明显大于外国运动员,甚至接近一倍,这充分说明我国运动员在垂直跳技术的掌握上是有缺陷的. 蹦床技术动作身体姿态主要有直体、躯体、团身三种,难度主要有空翻周数和纵轴旋转度数决定. 垂直起跳理论上重心不会发生偏移,而成套动作发生的位移分为技术性位移和非技术性位移. 技术性位移指运动员完成动作过程中,由于重心与接触点所在的垂直面存在角度,从而导致两次落地点之间存在水平上的不可避免的正常位移,非技术性位移是指运动员在网上连续完成动作过程中,由于技术上的错误,导致前一个动作与后一个动作落点之间的水平移动距离过大. 非技术性位移包括两种方式:前后位移和左右位移. 前后位移主要由两方面原因引起,一是起跳技术动作错误,重心与垂直面的夹角过大;二是运动员原有运动项目技能负迁移,在完成动作的过程中头部和上肢的姿态仍出现原有的习惯动作. 左右位移也有两方面的原因:一是起跳过程中,重心没有落在两脚之间,与蹦床的纵轴存在夹角;二是完成动作过程中,身体控制能力差,导致重心与纵轴间出现扭力矩,使身体发生横向位移. 目前非技术性位移是制约我国运动员向更高层次发展的关键因素,为此,我国针对这一情况制定了特殊规则“一加三减”,即腾空高度加分,基本姿态错误减分,基本技术错误减分,位移过大减分.“一加三减”的提出对规范我国蹦床运动的发展方向有很强的针对性和实效性.

4 对特定规则的理解

根据我国蹦床运动的发展现状和世界蹦床运动的发展趋势,促使我国蹦床运动和运动员向更高层次发展,国家体育总局体操中心先后颁布执行了两个蹦床比赛国内特定规则“一加三减”和“两加两减”,即腾空高度加分,基本姿态错误减分,基本技术错误减分,位移过大减分和腾空高度加分,落点准确加分,位移过大减分及结束亮相减分. 与老特定规则比较,新特定规则有如下两个突出的特点: ①可操作性强. 腾空高度加分与结束时间不足减分均通过计时以具体的时间标准来判定,指标很具体,操作性强,落点准确加分

与位移过大减分采用电子系统与人工司线同步进行方式操作,其判定标准为落点相对于红框的距离,该指标摸得着、看得见。②导向力度大。一是体现扣分内容上,抓住了蹦床动作质量的主要问题——位移,其落点准确加分一位移过大减分实质是针对同一关键问题;二是体现扣分的较大额度上,每次比赛团体名次与个人名次彼此间常常仅差零点几分,可是落点准确加分一加就是0.3分,位移每出框一次就要扣掉0.3~0.4分,导向作用相当明显。新特定规则对运动员非技术性位移杀伤力比较大,对及时纠正运动员身体姿势,基本动作的严格掌握起到了积极作用,遗憾的是没有对运动员下落阶段屈髋动作做出明确的规定。至于下落阶段过早屈髋动作是由于习惯动作或错误技术引起的还有待进一步的研究。

5 结 论

1)起跳技术是蹦床的基本技术之一,是重中之重,掌握正确的起跳技术是解决腾空高度和成套动作成功率的关键,加强基础训练,提高动作质量在成绩增长中的贡献率。

2)蹦床起跳技术的主要发力关节为髋关节,第一阶段以踝关节为固定点作向心收缩,第二阶段以肩关节为固定点,髋、膝、踝作离心运动。建议训练过程中以髋关节肌肉群爆发力为主,膝、踝关节则以固定收缩,静力练习为辅,同时重视上肢及肩关节的力量练习。青少年运动员训练中,要加强起跳技术的练习,多采用脚跟着网技术,使之形成正确的动作概念和动力定型,为其以后的发展打下良好的基础。

3)虽然我国运动员起跳高度已经达到世界水平,但不能因此认为我国运动已经很好掌握了垂直跳技术,从而忽略了对基本技术的严格要求和高度重视。

4)新特定规则对运动员基本技术要求、身体姿态的控制起到非常积极的导向作用,同时建议对下落阶段屈髋动作做出明确的说明和界定,并放在特定规则中进行追加扣分。

参考文献:

- [1] 李良标. 运动生物力学[M]. 北京:北京体育大学出版社,1991.
- [2] 李东建. 蹦床运动垂直跳的初探[J]. 蹦床与技巧,2000,2(3):3-7.
- [3] Northrip J W. Analysis of Sport Motion[J]. 5 thed. Philadelphia, 1982, 25(1): 24-27.
- [4] Hudson J L. Utilization of Sport Elastic with respect to Jumping Ability and Coordination[J]. Medicine and Science in Sports and Excerise, 1981, 13(2): 37-41.

Theoretical Advancement in Vertical Jump of Trampoline

PENG Yuan-zhi

School of Physical Education, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: This paper analyzes important propositions of theoretical studies on vertical jump of trampoline at present based on the method of literature review and probes into principles and methods of phase division, display modes of mechanism of energy transferring as well as the theory model on various biomechanical factors influencing effect of jump on the trampoline.

Key words: trampoline; phase energy; sports biomechanics