

女排大力跳发球与跳飘发球间的生物力学差异

王志军¹, 沈芒², 宋雅伟³

(1.南京体育学院 运动系, 江苏 南京 210033; 2.江苏省体育局 排球运动管理中心, 江苏 南京 210033; 3.南京体育学院 科研处, 江苏 南京 210014)

摘 要: 以 12 名江苏女子排球队二线运动员为研究对象, 采用高速摄像对 12 名队员的 3 次大力跳发球和 3 次跳飘发球技术分别进行拍摄, 利用运动分析软件对录像进行解析, 探讨江苏省女子排球运动员大力跳发球与跳飘发球间的运动生物力学差异。研究结果显示: 大力跳发球的球速、起跳后 COM 水平位移、起跳高度、击球高度、COM 速度等数值均要高于跳飘发球。另外, 运动员在进行大力跳发球时上肢的线性速度显示较高值, 从而对挥臂的最后鞭打动作提供有利的初速度。结果说明大力跳发球虽然具有一定的失误风险, 但是具有较强的攻击性, 给接发球方带来很大的压力。

关 键 词: 运动生物力学; 大力跳发球; 跳飘发球; 女排队员; 江苏

中图分类号: G804.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2014)05-0136-03

Biomechanical differences between a spiking jump serve and a floating jump serve made by female volleyball players

WANG Zhi-jun¹, SHEN Mang², SONG Ya-wei³

(1.Department of Sports, Nanjing Institute of Physical Education, Nanjing 210033, China;

2.Center of Volleyball Management, Jiangsu Sports Bureau, Nanjing 210033, China;

3.Department of Research, Nanjing Institute of Physical Education, Nanjing 210014, China)

Abstract: Basing their research objects on 12 second line players in Jiangsu Women's Volleyball Team, the authors used a high speed video camera to respectively shoot the technical moves of 3 spiking jump serves and 3 floating jump serves made by the 12 players, dissected the video by using a piece of motion analysis software, analyzed biomechanical differences between a spiking jump serve and a floating jump serve made by the female volleyball players from Jiangsu province, and revealed the following findings: a spiking jump serve produced higher values than a floating jump serve in terms of ball speed as well as COM horizontal displacement, jump height, spike height, ball hitting height and COM speed after jump; moreover, the linear speed of the upper limb was higher when such a player was making a spiking jump serve, which resultantly provided a favorable initial speed for the last whipping move made by the swinging arm. Conclusion: although there is a certain risk of failure in a spiking jump serve, it is more aggressive, and will bring great pressure to bear on the serve receiving player.

Key words: sports biomechanics; spiking jump serve; floating jump serve; female volleyball player; Jiangsu

发球技术中强有力的跳发球是排球运动的重要技术之一, 跳发球动作类似于扣球。跳发球技术是指将球抛到空中的同时助跑起跳, 在空中利用快速有力的挥臂动作将球直接击入对方场区的发球方法^[1]。由于跳发球的运行曲线受纵向飘移量、球的初速度、旋转速

度、空气速度、空气阻力系数等诸多因素的影响, 落点难以判断, 增加了对方接发球的难度, 从而可提高发球的破攻率和得分率, 所以得到广泛应用。但这种快速挥臂的技术动作往往会导致上肢负荷过大而引起局部的运动损伤^[2]。针对这点, 正确的力学原理可以

使运动员发挥最大潜力而且会使负荷过载受伤的风险降到最小化^[3]。目前,有相当多的关于排球发球的心理、训练学方面的研究^[4-6],但少有从生物力学原理分析优秀运动员采用攻击性发球(大力跳发球/跳飘发球)^[9]对整个比赛影响的研究。对此,本研究试图通过分析江苏女排二线队员大力跳发球与跳飘发球间的生物力学差异,为排球跳发球提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究对象为12名江苏省女子排球队二线运动员。年龄(18.2 ± 1.7)岁、身高(181.4 ± 3.8)cm、体重(71.3 ± 3.4)kg、专业年限(8.5 ± 2.3)年、司职位置为攻手。

1.2 研究方法

为了获得3D影像数据,拍摄期间使用两架SONY100 Hz 高清摄像机,所有被测试者分别进行3次大力跳发球和3次跳飘发球测试,将有效的发球动作拍摄记录下来,仅对其中一个有效的击球动作进行解析。为了记录运动员的发球动作,将两台摄像机分别放置在发球线后的36 cm × 240 cm大小区域内,在另一边沿着发球线放置一块(60 cm × 60 cm)的校准板,便于录像时进行校对(图1)。运动员身体的14个部位(左右脚、膝、髌、肩、肘、手腕、手指)及球作为标点被数字化,输入电脑后通过Kwon 3D运动分析系统进行分析。数字化的过程大约包括起跳后触球及脚着地前的一段时间。为了获得准确的人体测量数据一般采用14段模型法(头,躯干,左右脚、小腿、大腿、大臂、小臂、手掌)对人体进行数字化处理^[6]。研究对象的速度坐标和计算角度的平滑和区分(软件对运动影像处理的方法过程)处理使用由Woltring^[7]研究中所

提到的目前普遍使用的五次样条曲线算法进行交叉验证。数据将以表格和象形图形式绘制输出,计算出每个COM(经电脑数字处理后的运动员三维人体模型)动作和COM身体的X轴坐标和Y轴坐标的2D数据。运动员起跳瞬间到达最高点之间的距离可以作为COM的跳跃高度。击球的高度可以作为发球发向对方场区时的高度。COM在起跳后到COM触球瞬间的距离作为COM的水平距离。用以上数据来分析大力跳发球与跳飘发球间的上肢线性运动、COM速度和垂直位移等之间的运动生物力学差异。

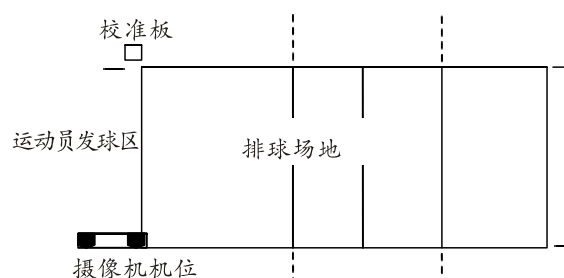


图1 现场拍摄图

统计学处理应用SPSS17.0软件包对每个变量(大力跳发球和跳飘发球)的测试结果进行方差分析(ANOVA),结果用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,统计学显著性水平为 $P < 0.05$,非常显著性水平为 $P < 0.01$ 。

2 结果与讨论

2.1 结果

1)大力跳发球与跳飘发球间球速、起跳高度、击球高度的比较。大力跳发球时发出的球速、起跳的高度、击球的高度、COM₁和COM₂速度及COM₁位移均大于跳飘发球($P < 0.01$, $P < 0.05$)(见表1)。

表1 两种发球技术球速、起跳高度、击球高度($\bar{x} \pm s$)的比较

| 发球技术 | 球速/(m·s ⁻¹) | COM速度/(m·s ⁻¹) | | COM水平位移/cm | 击球高度/cm | COM起跳高度/cm |
|-------|-------------------------|----------------------------|-----------|------------|--------------|------------|
| | | X轴 | Y轴 | | | |
| 大力跳发球 | 20.93±1.78 | 2.33±0.31 | 2.85±0.39 | 80.67±4.84 | 259.33±22.97 | 44.33±2.88 |
| 跳飘发球 | 17.55±0.85 | 2.00±0.26 | 2.55±0.14 | 41.89±2.32 | 248.83±13.29 | 27.67±6.83 |
| P值 | 0.001 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.043 | 0.000 |

2)大力跳发球与跳飘发球的上肢线性速度比较。关于这两种发球的上肢联合线性速度的研究结果见表

2。大力跳发球时上肢各关节(肩、肘、手腕和手指)的线速度值都高于跳飘发球($P < 0.01$)。

表2 两种发球技术上肢各关节的线性速度($\bar{x} \pm s$)比较 m/s

| 发球技术 | 手指速度 | 手腕速度 | 肘关节速度 | 肩关节速度 |
|-------|------------|------------|-----------|-----------|
| 大力跳发球 | 14.75±0.44 | 11.82±0.39 | 6.08±0.26 | 3.42±0.27 |
| 跳飘发球 | 13.35±0.53 | 10.88±0.80 | 5.12±0.31 | 2.95±0.22 |
| P值 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.001 |

2.2 讨论

本研究的目的是分析江苏省二线女子排球运动员大力跳发球与跳飘发球的生物力学差异,此次测试中女排运动员在大力跳发球时球速达到 21 m/s 的水平比优秀男子运动员的发球速度要低许多。大力跳发球的起跳高度要高于跳飘发球,这个差异是与近期研究结果一致,认为跳发旋转球时的起跳高度高于跳飘发球是为了使球抛得更高。球员在大力跳发球时击球的高度比较高,可以使他们在进行全力进攻时不用太多考虑 243 cm 高的球网^[8]。女排队员在进行大力跳发球与跳飘发球时 COM 从起跳到触球的水平位移分别为 80.6 cm 和 41.8 cm ($P < 0.01$)。为了尽量提高发球的攻击力,国外优秀运动员采取后排进攻式前冲跳技术,从端线外起跳充分利用了前冲的惯性,深入到场内 150~210 cm 位置上空击球过网,加大攻击力度。这实际上表明,在大力跳发球时运动员要跳得更高和更向前,使得发出球更快更具威力。

虽然这两种发球的运动模式相似,同样有抛球、助跑起跳、挥臂击球、落地等技术环节^[9],但在运动水平上却有非常大的差异。大力跳发球时力量是从下肢向上传递最后力达球体。运动员起跳后,需要挺胸展腹,上体稍向右倾,右臂向后上方抬起,身体成反弓形。挥臂时,以迅速转体、收腹动作发力,依次带动肩、肘、腕和手指各部位成鞭打动作向前上方挥动^[10]。击球时全掌包住球主动用力屈腕向前推压,使击出的球加速旋转^[11]。整个挥臂击球动作是一个链状物体运动,速度是从身体的近端逐渐向远端递增,这就是鞭打动作的生物力学原理^[1]。

本研究具有一定的局限性,由于条件所限,样本量相对较少,仅研究了女性运动员和单项技能水平。因此,研究结果可能不适用于所有的排球运动员,特别是男子排球运动员。另一个不足之处就是对运动员身体表面标记的使用,所有运动员身上的所有标识点仅凭研究人员一个人粘贴确保没有误差是有一定难度的。当然,可以通过重复测试每个参与者的技术动作来进一步降低由于表面标记而产生的误差。因为所有参加生物力学测试的技术动作都使用同样的标志位置,每个人的标志点在整个测试中是不会移动的。对此,我们将在在以后条件允许之下可以做得更完善,

从而可以推而广之。

江苏省青年女排运动员大力跳发球与跳飘发球的生物力学特征研究显示,运动员在大力跳发球时的球速、起跳的速度、起跳的高度、击球点的高度以及运动员身体水平的位移均要高于跳飘发球。建议排球教练员和专业助理教练在制定训练计划时可以利用这两种类型的跳发球间生物力学差异训练发球,使跳发球成为攻击性发球的宝贵武器。

参考文献:

- [1] 虞重千. 排球运动教程[M]. 北京:人民体育出版社, 2009: 49.
- [2] Reeser J C, Verhagen E, Briner W W, et al. Strategies for the prevention of volleyball related injuries[J]. Br J Sports Med, 2006, 40: 594-600.
- [3] Fleisig G S, Barrentine S W, Escamilla R F, et al. Biomechanics of overhand throwing with implications for injuries[J]. Sports Med, 1996, 21: 421-437.
- [4] 杨胜来, 赵凤霞. 影响排球发球队员的心理因素及其调控与训练[J]. 四川体育科学, 2007, 9(3): 61-63.
- [5] Mitchinson L, Campbell A, Oldmeadow D, et al. Comparison of upper arm kinematics during a volleyball spike between players with and without a history of shoulder Injury[J]. J Appl Biomech, 2012, 29(2): 155-164.
- [6] Coleman S G, Benham A S, Northcott S R. A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike[J]. J Sports Sci, 1993, 11: 295-302.
- [7] Woltring H J. Software development in biomechanics [J]. J Biomech, 1987, 20: 219.
- [8] Mackenzie S, Kortegaard K, Levangie M, et al. Evaluation of two methods of the jump float serve in volleyball[J]. J Appl Biomech, 2012, 28: 579-586.
- [9] 丁海勇, 林世行. 女子沙滩排球跳发球空中击球技术的分析[J]. 武汉体育学院学报, 2006, 40(4): 69-75.
- [10] 华立君, 宋吉锐. 排球扣球起跳及专项力量特征的综合研究[J]. 体育学刊, 2010, 17(6): 83-88.
- [11] 贾卫国. 对排球发旋转球的分析与探讨[J]. 中国体育科技, 2001, 37(2): 37-38.