

青少年女子立定跳远起跳瞬间之运动学分析

吴蕙汝¹、王舒凡¹、申星星¹、沈成东¹、陈朝福^{1*}

¹淮北师范大学, 体育学院

* E-mail: chenchaofu@chnu.edu.cn ; Tel: +886921315578

研究目的

立定跳远动作大致划分为3个阶段, 分别为(一)起跳瞬间: 双脚离地瞬间(脚尖)、(二)腾空阶段: 双脚离地瞬间至双脚着地瞬间、(三)着地瞬间: 双脚着地瞬间(足跟)(Wakai与Linthorne, 2005; Szerdiová等, 2012)。本研究将分析立定跳远之起跳瞬间之动作表现, 运用三度空间摄影的方式获得运动学相关参数, 能更精准分析立定跳远动作表现及运动学相关数据, 进而了解运动学分析和应用整合该类研究, 将丰富运动理论且具有潜在的应用价值(Hickox等, 2016)。

研究方法

一、研究对象

随机招募15位女子青少年为研究对象, 每位共执行3次最大努力立定跳远, 选其最佳一次成绩进行数据分析, 平均身高166.20 ± 4.75公分、体重56.40 ± 3.66公斤、年龄18.53 ± 0.74岁、立定跳远距离2.10 ± 0.08公尺。

二、实验设计

本研究于三度空间坐标架中心位置分别以夹角45度往侧面延伸12公尺, 架设两台高速摄影机, 其拍摄同步撷取频率为100Hz、快门速度设定为1/1000, 本研究以LED灯作为两部高速摄影机在影像拍摄时的同步讯号(图1)。待高速摄影机架设后, 研究人员将一座长2.0公尺、宽1.5公尺、高2.0公尺且涵盖12颗标记点之三维空间坐标架置于立定跳远起跳中心处, 再将镜头光轴对准坐标架中心点进行拍摄, 其拍摄范围可涵盖立体坐标架; 再来, 将21颗光学捕捉反光球标记点黏贴于研究参与者之关键关节位置后, 进行立定跳远的整体动作表现。最后再将两部影像透过Kwon 3D 动作影像分析系进行三维空间之运动学数据运算。

三、数据处理与统计分析

本研究将两部摄影机所拍摄之影像经由Kwon 3D动作分析系统进行影像数字化处理, 其空间坐标系以X轴为左右方向、Y轴为前后方向、Z轴为上下方向; 此外, 本研究参考Ho等(2013)以磁共振所得之青少年人体肢段参数进行设定, 标记21个关键节点位置, 再将其设定成14个肢段, 以此进行三维空间影像数字化处理(图2)。

本研究之三维空间原始资料以4阶Butterworth低通滤波进行数据平滑来过滤噪声, 截断频率为6Hz, 最后再以描述性统计呈现平均数与标准偏差, 以及利用皮尔森积差相关系数各参数之相关性, 显著水平定为 $\alpha = .05$ 。

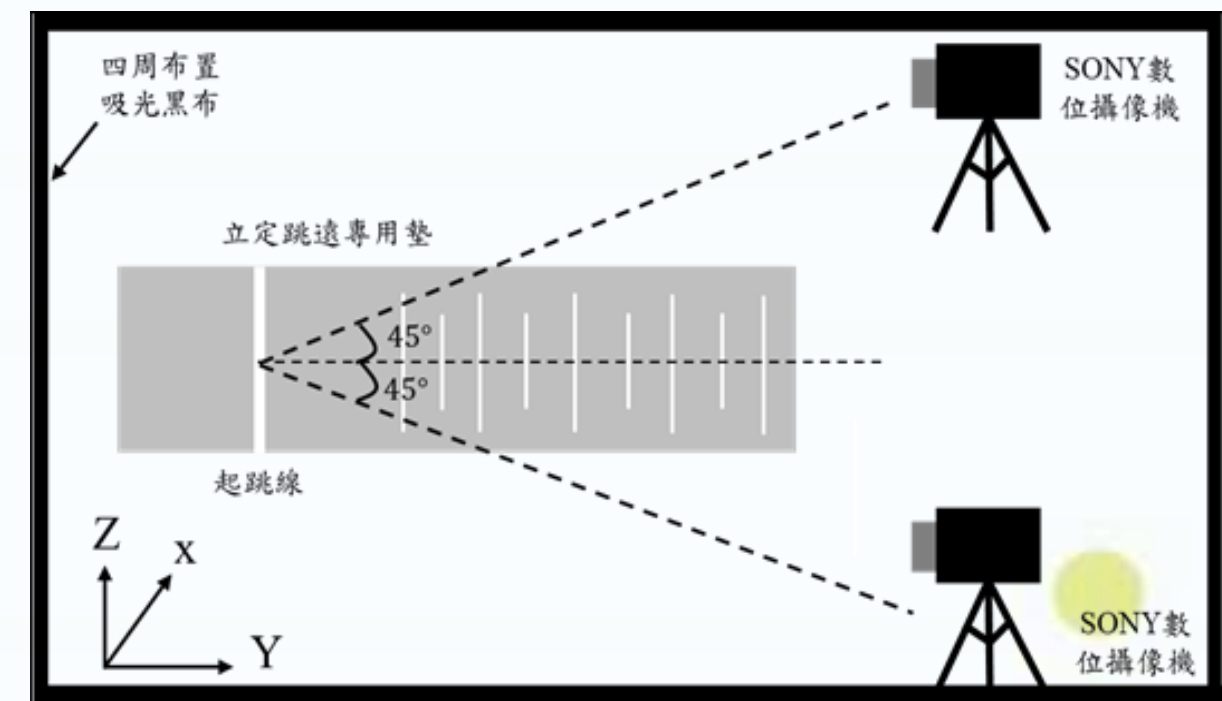


图1. 立定跳远场地布置

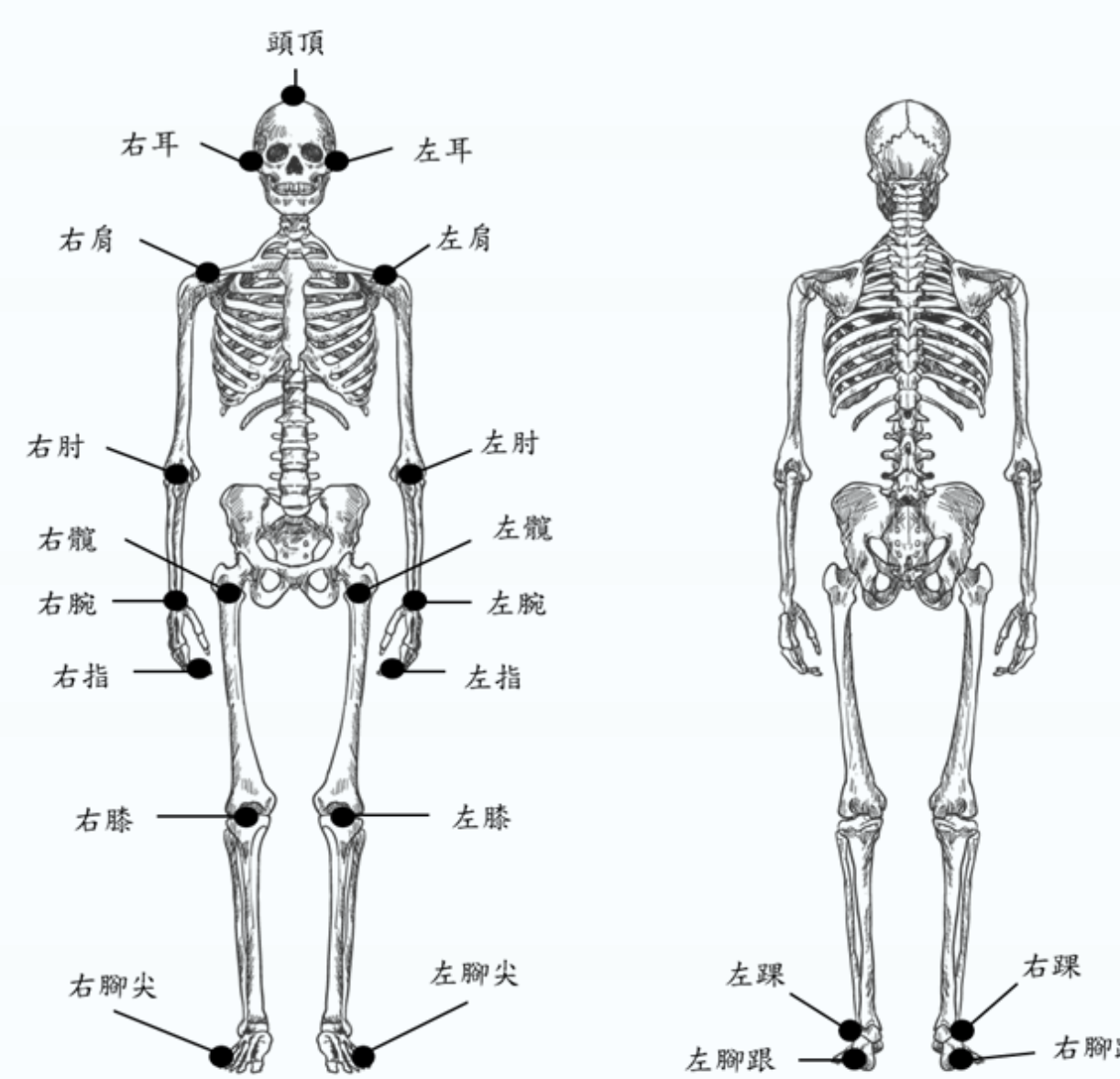


图2. 人体肢段标志点示意图

结果与讨论

一、研究结果

受试者立定跳远起跳瞬间之运动学参数测量数据如表1, 研究发现, 起跳瞬间之重心速度与立定跳远成绩为显著正相关 ($r = .574, p = .025$); 起跳瞬间之重心高度与重心速度为显著负相关 ($r = -.534, p = .040$) (表2)。

二、讨论

过去研究中鲜少探讨起跳瞬间的最佳重心高度, 但本研究发现重心速度和重心高度为显著负相关, 因此本研究推测起跳时重心高度不能太高, 否则会影响重心速度表现, 进而影响整体的跳远距离。

结论与建议

起跳时须降低身体重心高度, 此时膝关节与踝关节需较大伸展动作模式, 最后增加重心速度来获得跳远距离的最佳操作表现。

表1 受试者立定跳远起跳瞬间之运动学参数数据 N = 15
平均数 ± 标准偏差

成绩表现	平均数 ± 标准偏差
立定跳远距离(公尺)	2.10 ± 0.08
起跳瞬间	
重心速度(公尺/秒)	3.24 ± 0.19
重心角度(度)	27.13 ± 3.70
重心高度(公尺)	0.81 ± 0.04
髌关节(度)	159.61 ± 8.15
膝关节(度)	163.59 ± 5.49
踝关节(度)	131.64 ± 17.07

表2. 起跳瞬间运动学参数之相关分析(相关系数)

	跳远距离	髌关节	膝关节	踝关节	重心速度	重心角度	重心高度
跳远距离	-	-.163	-.191	-.169	.574*	.033	-.168
髌关节		-	-.214	.106	-.204	.039	.216
膝关节			-	.249	.287	-.184	-.124
踝关节				-	.028	.147	-.508
重心速度					-	-.036	-.534*
重心角度						-	.245
重心高度							-

备注: * $p < .05$

参考文献:

- Hickox, L. J., Ashby, B. M., & Alderink, G. J. (2016). Exploration of the validity of the two-dimensional sagittal plane assumption in modeling the standing long jump. *Journal of Biomechanics*, 49(7), 1085-1093. doi: 10.1016/j.jbiomech.2016.02.037
- Ho, W. H., Shiang, T. Y., Lee, C. C., & Cheng, S. Y. (2013). Body segment parameters of young Chinese mean determined with Magnetic Resonance Imaging. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(9), 1759-1766
- Szerdiová, L., Simsik, D., & Dolna, Z. (2012). Assessment of kinematics of sportsmen performing standing long jump in 2 different dynamical conditions. *Metrology and Measurement Systems*, 19(1), 85-94. doi: 10.2478/v10178-012-0007-x
- Wakai, M. & Linthorne, N.P. (2005). Optimum take-off angle in the standing long jump. - *Hum. Mov. Sci.* 24 (1), 81-96.