

不同技术类型背越式跳高摆动动作对起跳效果的影响

刘英梅, 何秋华

(广东工业大学 体育部, 广东 广州 510090)

摘 要:通过采用不同研究模型对我国优秀男子不同技术类型背越式跳高运动员在起跳时摆动动作效果进行定量分析,探讨我国优秀男子不同技术类型背越式跳高运动员摆动动作对起跳效果的影响。结果表明:我国优秀男子背越式跳高运动员摆动效果约占50%,且摆动效果的大小与技术类型无关,与高度的增加没有线性相关。但当高度增加到本人最好成绩时,摆动作用达到最大值。选用中国男性青年模型与扎齐奥尔斯基模型对背越式跳高技术进行研究,结果没有显著差异性。

关键词:背越式跳高;摆动动作;起跳效果;研究模型;技术类型

中图分类号:G80 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2003)05-0115-03

The effect on kinds of technical athletes' swing to the take-off

LIU Ying-mei, HE Qiu-hua

(Department of Physical Education, Guangdong Industry University, Guangzhou 510090, China)

Abstract: With the development of back-style high jump's technical, swing becomes more important than before. In this paper: the analysis of swing by different models. The result shows that the effect of swing is about 50% in the whole take-off and doesn't matter too much relations with the kinds of technical style, but it will to be a large count when the height gets the best achievement of one's athlete.

Key words: back-style high jump; swing; take-off effect; research model; technical kind

背越式跳高是目前世界上最先进的跳高技术,随着对其技术的深入研究,摆动作用的重要性愈加突出。对摆动作用的效果问题,国内上海体科所有关摆动动作的模拟实验结果表明,模拟动作的摆动反作用力(减去体重)垂直分力可达114 kg,但这一结果存在以下问题:一是没有研究对象的具体资料,二是模拟实验缺乏可靠性。国外对此问题也进行了研究,但也还存在不足:一是没有说明取得数据的方法,二是各人提供的数据不一致,如前苏联学者的研究成果认为,起跳时所产生的垂直分力有30%~45%是摆动动作所产生的,并且随着运动员技术的成熟,其作用会更大;美国的研究成果认为,在背越式跳高的起跳中对地面的作用力摆腿占20%,摆臂占60%,起跳腿占20%;加拿大专家则认为摆动的作用可达65%~70%。因此,本文采用不同研究模型对我国优秀男子不同技术类型背越式跳高运动员在起跳时摆动动作效果进行定量分析,探讨我国优秀男子不同技术类型背越式跳高运动员摆动动作对起跳效果的影响。

1 研究对象与方法

采用日本生产 NEC 高速摄影机在比赛现场(广州奥林

匹克中心体育场)对参加2001年11月中华人民共和国第9届全国运动会跳高决赛的运动员进行三维拍摄(拍摄频率为250帧/s)。研究对象取决赛前7名成绩的运动员,运动水平为运动健将和国际健将。采用爱捷解析系统进行解析,运用DLT法进行计算,对所得运动学参数进行数理统计和分析。

2 结果与分析

跳高运动员,从力学角度来说,无疑可认为是一个“运动物体”,为了从理论上计算地面对跳高运动员的反作用力须应用牛顿第二定律 $F = ma$ 。因研究跳高运动,主要关心垂直方向的高度,为简化问题,我们只研究垂直方向的运动。把地面向上定位正方向,则上式简化为 $F_y = ma_y$,此式表明,地面对人体的反作用力数值上等于人体某些部分的质量与相应部分的质心加速度的乘积。

2.1 不同研究模型对摆动效果的影响

扎齐奥尔斯基模型是目前生物力学解析中最常用的,因它是前苏联 Zatsiorsky(扎齐奥尔斯基)等人用 γ 射线扫描测定大样本活体所得的惯性参数,该方法在考虑影响环节质量及质心位置等各种因素方面与以前的塞劳斯、松井秀治等

模型更为周密。得出以体重和身高为变量来计算各环节质量的多元回归方程为 $y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2$, 其中 B_0, B_1, B_2 代表各环节系数, X_1, X_2 分别代表研究对象的身高和体重; y 则为应变变量, 即代表通过计算后所得的各环节的质量, 于是回归方程实际就转换成相对应的各环节质量的回归方程: 即 $M_{上臂} = 0.250 + 0.030 12 X_1 - 0.002 7 X_2$, $M_{前臂} = 0.318 5 + 0.014 45 X_1 - 0.001 14 X_2$, $M_{大腿} = -2.649 + 0.146 3 X_1 + 0.013 7 X_2$, $M_{小腿} = -1.592 + 0.036 2 X_1 + 0.012 1 X_2$ 。

由于种族对体型特征的影响, 中国科研工作者郑秀瑗等对中国人体各环节参数也进行了深入细致的研究, 采用 CT 测算大样本得出中国男性青年人体惯性参数的二元回归方程, 通过对尸体和活体的精度检验及对中国成年男女各近 300 人的回归方程适应性验证, 得出中国成人各环节质量的分布在整体质量中为上臂 2.6%, 前臂 1.3%, 大腿 14.0%, 小腿 4.0%。因研究对象是中国优秀男子跳高运动员, 故也采用中国男性青年的数据模型进行计算。

表 1 是利用扎齐奥尔斯基模型和中国男性青年环节模型计算后所得各环节的质量参数。表 2 是解析后所得的各环节运动学参数, 依此数据可进行加速度 a 的计算: $a = (v_{时} - v_{前})/t, t = 0.008 s$ 。再计算各环节在垂直方向上对地面的作用力 ($F_y = ma_y$)。

表 1 研究对象不同研究模型各环节质量 kg

姓名	上臂		前臂		大腿		小腿	
	扎齐	中国	扎齐	中国	扎齐	中国	扎齐	中国
王舟舟	2.202	1.69	1.256	0.85	6.888	9.10	0.785	2.60
周忠革	2.504	1.95	1.400	0.98	8.349	10.50	1.146	3.00
梁 彤	2.353	1.82	1.328	0.91	7.618	9.80	0.965	2.80
刘建民	2.353	1.82	1.328	0.91	7.618	9.80	0.965	2.80
陶 睿	2.293	1.77	1.299	0.88	7.324	9.52	0.892	2.72
李白冰	2.143	1.64	1.227	0.82	6.594	8.82	0.711	2.52
朱皖男	2.383	1.85	1.342	0.92	7.76	9.94	1.001	2.84

表 2 本次比赛最好成绩时起跳腿最大缓冲时摆动环节运动学参数 m/s

姓名	右大腿		右小腿		右上臂		右前臂		左上臂		左前臂	
	$v_1^{1)}$	$v_2^{2)}$	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2
王舟舟	3.722	4.291	4.172	4.715	2.104	2.821	3.284	3.862	2.106	2.424	4.729	5.912
周忠革	3.470	4.058	4.324	4.934	1.715	2.535	4.621	6.039	2.818	3.356	4.666	5.688
梁 彤	3.389	3.985	4.026	4.412	1.543	2.091	3.960	4.934	2.707	3.403	4.290	5.564
刘建民	3.401	3.885	3.988	4.408	1.618	2.121	4.034	5.117	2.809	3.506	4.390	5.664
陶 睿	3.875	4.373	4.112	4.504	3.161	4.036	5.492	6.491	5.930	6.273	3.335	3.801
李白冰	2.396	3.049	2.940	3.492	1.777	2.188	4.683	5.069	2.886	3.652	3.853	6.712
朱皖男	3.298	3.784	3.856	4.299	1.518	2.021	4.012	5.109	2.905	3.515	4.412	5.698

1) v_1 表示最大缓冲时垂直速度; 2) v_2 表示最大缓冲前垂直速度

(1) 扎齐奥尔斯基模型对摆动效果的影响

起跳腿最大缓冲时, 采用扎齐奥尔斯基模型计算, 身体各环节摆动动作在垂直方向上所产生的作用力分别是王舟舟 1 105.23 N、周忠革 1 554.68 N、梁彤 1 353.11 N、刘建民 1 254.96 N、陶睿 1 087.56 N、李白冰 1 137.34 N、朱皖男 1 258.57 N。身体各环节摆动动作在垂直方向上所产生的作用力与整个身体起跳时所产生的总作用力的百分比分别是 46.6%、52.6%、47.6%、51.4%、50.5%、46.1%、52.7% (见表 3)。

表 3 两种模型身体各环节摆动时对地面所产生垂直方向加速度及作用力

姓名	$a/(m \cdot s^{-2})$		$F_{摆}/N$		$F_{总}/N$	$F_{摆} \cdot F_{总}^{-1}/\%$	
	扎齐	中国	扎齐	中国		扎齐	中国
王舟舟	1.794	2.524	1 105.23	1 229.19	2 372.50	46.6	51.8
周忠革	2.190	2.505	1 554.68	1 628.89	2 956.25	52.6	55.1
梁 彤	1.658	1.983	1 353.11	1 403.95	2 843.75	47.6	49.4
刘建民	1.772	2.051	1 254.96	1 281.01	2 441.25	51.4	52.5
陶 睿	2.243	3.173	1 087.56	1 158.25	2 154.60	50.5	53.8
李白冰	1.470	2.154	1 137.34	1 292.12	2 469.6	46.1	52.3
朱皖男	1.840	2.069	1 258.57	1 293.44	2 387.38	52.7	54.1

(2) 中国男性青年模型对摆动效果的影响

从表 3 中可知, 起跳腿最大缓冲时, 用中国男性青年模型计算, 身体各环节摆动动作在垂直方向上所产生的作用力分别是王舟舟 1 229.19 N、周忠革 1 628.89 N、梁彤 1 403.95 N、刘建民 1 281.01 N、陶睿 1 158.25 N、李白冰 1 292.12 N、朱皖男 1 293.44 N。身体各环节摆动动作在垂直方向上所产生的作用力与整个身体起跳时所产生的总作用力的百分比分别是 51.8%、55.1%、49.4%、52.5%、53.8%、52.3%、54.1%。从研究结果来看, 这两种模型在男性背越式跳高研究中应用, 没有显著的差异。

2.2 不同技术类型摆动效果对起跳效果的影响比较

现代背越式跳高技术发展方向是速度与力量的统一。但由于运动员个体条件存在差异, 还存在不同技术类型。尽管各国对不同类型称呼不同, 但总的可以分成两种类型, 速度型和力量型或速度型和幅度型。依据划分标准和研究结果对研究对象进行技术类型划分, 从表 3 和表 4 中可知, 其中速度型的有王舟舟、梁彤、陶睿, 两种模型的摆动效果分别是 46.6% (51.8%)、47.6% (49.4%)、50.5% (53.8%)。幅度型的有周忠革、朱皖男, 两种模型的摆动效果分别是 52.6% (55.1%)、52.7% (54.1%), 介于两种技术类型之间有刘建民、李白冰, 两种模型计算的摆动效果分别是 51.4%

(52.5%)、46.1%(52.3%), 总体约为 47% ~ 54% 左右, 从技术类型来看, 无论是哪种类型, 摆动动作在起跳中所占的百分比没有显著性的差异, 都为 50% 左右。

2.3 同种技术类型摆动效果对起跳效果的影响

通过对同一运动员同次比赛不同高度的纵向研究可知

(见表 4、5), 无论是幅度型还是速度型, 随着高度增加到最好成绩时, 摆动动作效果达到最大。但在高度的增加过程中, 摆动动作的效果没有随着每一高度的增加而增加, 两者没有线性关系。

表 4 周忠革不同高度起跳腿最大缓冲时摆动环节运动学参数¹⁾

高度/m	右大腿		右小腿		右上臂		右前臂		左上臂		左前臂		$F_{摆}/N$	$F_{总}/N$	$F_{摆} \cdot F_{总}^{-1}/\%$
	$v_1^{1)}$	$v_2^{2)}$	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2			
2.24	3.47	4.06	4.32	4.93	1.72	2.54	4.62	6.04	2.82	3.36	4.67	5.69	1 555	2 956	52.6
2.21	3.38	3.97	4.15	4.53	4.07	5.04	1.55	2.10	4.30	5.68	2.71	3.40	1 365	2 569	52.5
2.18	3.41	3.90	4.10	4.52	4.14	5.22	1.59	2.10	4.47	5.74	2.92	3.62	1 354	2 606	51.9

1) v_1, v_2 分别表示最大缓冲时、前垂直速度单位: m/s; $F_{摆}$ 表示各摆动环节在垂直方向产生的作用力之和; $F_{总}$ 表示身体中质心在垂直方向产生的作用力

表 5 王舟舟不同高度起跳腿最大缓冲时摆动环节运动学参数¹⁾

高度/m	右大腿		右小腿		右上臂		右前臂		左上臂		左前臂		$F_{摆}/N$	$F_{总}/N$	$F_{摆} \cdot F_{总}^{-1}/\%$
	$v_1^{1)}$	$v_2^{2)}$	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2	v_1	v_2			
2.24	3.72	4.29	4.17	4.71	2.10	2.82	3.28	3.86	2.11	2.42	4.73	5.91	1 229	2 372	51.8
2.21	3.46	4.06	4.11	4.49	3.41	4.11	5.46	6.74	2.13	2.68	4.95	5.92	1 310	2 690	48.7
2.18	3.34	3.72	4.99	5.22	3.15	4.04	5.57	6.78	3.21	3.36	6.29	6.66	1 005	2 002	50.2

1) v_1, v_2 分别表示最大缓冲时、前垂直速度单位: m/s; $F_{摆}$ 表示各摆动环节在垂直方向产生的作用力之和; $F_{总}$ 表示身体中质心在垂直方向产生的作用力

3 结论

(1) 我国优秀男子背越式跳高运动员摆动动作所产生的垂直作用力占整个起跳垂直作用力的 50% 左右。

(2) 不同技术类型的运动员在同次比赛中, 摆动动作的效果与高度的增加没有线性相关关系, 但当高度增加到最好成绩时, 摆动动作效果增加到最大。

(3) 我国优秀背越式跳高运动员摆动动作效果的大小与技术类型没有显著关系。

(4) 男子背越式跳高运动的运动学研究中, 采用中国男性青年模型与扎齐奥尔斯基模型进行研究, 结果没有显著性差异。

[2] 全国体育院校教材编写组. 田径运动高级教程[M]. 北京: 人民出版社, 1995.

[3] 成希春, 朱建华. 起跳技术的力学数据及初步分析[J]. 江苏体育科技, 1988(2): 34-36.

[4] 郑秀媛. 运动生物力学进展[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998.

[5] 王 倩, 黄伟兰. 女子背越式跳高起跳和腾空阶段的速度特征[J]. 北京体育大学学报, 2000, 23(1): 105-107.

[6] 李广文. 试论跳高技术原理 3H 与 4H 体系——兼与扬津森等同志商榷[J]. 体育与科学, 2000, 21(4): 32-34.

[编辑: 李寿荣]

参考文献:

[1] 詹姆斯·海. 运动生物力学[M]. 北京: 人民出版社, 1993.