

Rearfoot Angle,  $\theta$ ) 和距骨下关节稳定指标(SJSI)来判断后足内外翻情况。

### 研究结果:

1、不同时刻后足角度及变化范围指标都呈现裸足时角度(变化量)明显小于穿鞋时(仅 Yonex 鞋时着地瞬间角无显著差异), 而穿不同鞋之间无差异。从静态到着地瞬间, 该角在穿鞋时都有减小的趋势, 以 Yonex 鞋减少为著, 而裸足却有增加的趋势。

2、对于最大外翻角度发生时间而言, 穿 Yonex 鞋时相对时间大于其他情况, 但无显著差异; 对于最小外翻角度发生时间而言, Yonex < prototype < 裸足, 且裸足和 Yonex 之间有显著差异。

3、最大外翻角速度 Yonex > prototype > 裸足, 且 Yonex 和裸足之间存在显著差异。

4、距骨下关节稳定指标 Yonex > prototype > 裸足, 且 Yonex 和裸足之间存在显著差异。

### 研究结论:

1、羽毛球运动蹬跨步法着地时三种着鞋状态均呈现一定程度的外翻。

2、利用鞋子可以有效控制足后部的外翻运动, 进而降低因过度外翻而造成的肌腱、肌肉、韧带的过度负荷, 保护下肢免于受到伤害。

3、判断鞋是否确实存在提高后足运动活动度以足够缓冲地面冲击负荷的关键就在于外翻过度的“度”确切为多少, 进行外翻的定量研究还有待进一步加强。

## A-03 石智勇高抓技术动作的生物力学分析

仇晓华<sup>1</sup>、艾康伟<sup>2</sup>

1. 广州体育学院

2 国家体育总局体育科学研究所

**研究目的:**举重是多环节的联合运动, 技术复杂, 需要力量与技术的完美结合, 是运动员举起最大杠铃重量的技巧。辅助训练动作能够突出地影响举重竞赛动作个别环节的技术和身体某一部分或某几部分的肌肉力量, 有着单独练习抓举和挺举竞赛动作所不可替代的作用。抓举过程的发力阶段需要运动员在很短的时间内发挥肌肉的最大力量, 使杠铃获得向上运动的最大加速度以便上升到必要的高度, 为下蹲支撑创造良好的环境, 发力阶段的技术动作成败将对抓举动作产生直接影响<sup>[1]</sup>。辅助训练动作中的高抓主要作用是提高抓举技术和发展抓举上拉的爆发力, 动作过程中包含抓举发力的技术动作。本文以举重国际级健将石智勇为例, 对高抓进行运动学和力学分析, 并与抓举动作中的相对应阶段对比, 为分析高抓提供一定的力学参数。

**研究方法:**按三维运动录像分析要求, 两台摄像机视轴成 90°夹角同步拍摄高抓及举重技术动作, 在相同的条件下拍摄三维标定的 PEAK 框架。高抓录像于 2008 年 3 月至 6 月训练时拍摄, 选取 6 组, 其中 120Kg3 组, 142Kg3 组; 抓举录像拍摄于同期测试赛及训练期间, 选取 6 组, 重量分别为 156、157、160、161、162、165Kg; 所选资料均为成功技术动作, 且均为中大强度。用 SIMI MOTION 对所拍摄录像进行三维解析分析, 得出杠铃最大加速度时间及与之相对应的髌角、膝角、杠铃最大加速度时间杠铃中心的空间位置等参数, 运用 SPSS 统计学软件对获得数据进行独立样本 T 检验分析。

**结果与结论:**本研究通过对高抓和抓举技术动作进行三维运动学分析, 得出了杠铃获得最大加速

度时刻的一部分力学和运动学参数,其中髌、膝关节角度能反映运动员参与蹬腿和伸髌的肌肉能否发挥最大收缩力量;杠铃重心相对于踝关节中心的位置能反映运动员通过蹬腿和伸髌使身体上升过程中的阻力矩大小;杠铃重心相对于肩关节的位置能反映运动员耸肩提肘上拉杠铃过程中阻力矩的大小;发力点的位置能反映运动员能否有效发挥最大爆发力及技术的稳定性。并对上述参数进行分析,主要结果如下:

1.石智勇是举重国际级健将,而且取得了上届奥运会举重冠军,他能有现在的成就除其优秀的力量素质外,与其科学的动作技术结构和力学特点是密不可分的,因此得出并分析其技术动作的某些力学和运动学参数,可能会对评价和分析其他运动员的相似技术动作有一定的参考意义;但是,参考这些参数的时候不能忽视运动员的个人特点。

2.石智勇高抓和抓举过程中,本研究涉及的两组参数均无统计学差异,表明在杠铃获得最大加速度时刻他高抓和抓举技术动作的力学及运动学特点有极大的相似性,可能有两个原因:1)高抓与抓举相对应阶段的技术结构和动作特点具有很大的相似性,证明了高抓有助于提高抓举技术;2)经过长期的高抓练习,其技术结构和动作特点在抓举的对应阶段得以充分发挥和体现。

3.石智勇高抓和抓举重量在本研究中存在一定的差距,而本研究涉及的两组参数均无统计学差异,这表明他在与高抓相对应的抓举技术阶段的技术动作结构和动作特点已经趋于稳定。

## A-04 利用中国模型对纵跳动作踝关节逆向动力学计算方法的简化

单信海

山东师范大学体育学院生物力学实验室

**研究目的:** 本文结合中国人人体模型,对踝关节的逆向动力学计算方法进行了简化。旨在通过对踝关节逆向动力学方法进行探索的基础上,结合人体中国模型,以及纵跳过程中脚的运动特点,对其计算方法进行一定的简化,为进行一步探索纵跳动作人体下肢关节动力学特性提供一些参考。

**研究方法:** 根据中国模型,结合纵跳特点,对踝关节逆向动力学指标的计算方法进行简化。原动力学计算方法为式(1)-(3):

$$F_{ax} = m_1 a_{1x} - F_{cx} \quad (1)$$

$$F_{ay} = -F_{cy} + m_1(g + a_{1y}) \quad (2)$$

$$T_a = I_1 \beta_1 - F_{cx} \bullet y_1 - F_{cy} \bullet (x_c - x_1) + F_{ax} \bullet (y_a - y_1) + F_{ay} \bullet (x_1 - x_a) \quad (3)$$

简化后的计算方法为式(1a)-(3a):

$$F_{ax} = -F_{cx} \quad (1a)$$

$$F_{ay} = -F_{cy} + m_1(g + 0.5a_{ay}) \quad (2a)$$

$$T_a = -F_{cy} \bullet (x_c - x_a) + F_{cx} \bullet y_a \quad (3a)$$

对8名受试者原地纵跳动作进行测力及录像同步检测,并用原计算方法及简化方法分别对受试者踝关节的动力学指标进行了计算与比较。

**研究结果:** 与原计算方法相比,简化法所得各项动力学峰值指标的计算误差在0.5%以内;简化方法具有计算方法简单、测试指标少、力学概念清晰明确的特点;在简化方法中,踝关节水平方向受力可用脚蹬地的水平力量代替;垂直方向受力等于脚的垂直蹬地力量,加上脚的向上加速产生的惯性力。在蹬地过程中,脚的运动可近似看成是绕指尖的加速转动;踝关节所受的力矩,可