

该领域的研究中,国内外的许多学者致力于在运动生理学、运动生物化学及运动医学等方面对运动疲劳后的一些现象进行解释及应用。而在运动生物力学方面,只有个别学者对运动疲劳前后纵跳进行了研究,至于跳深的研究就是微乎其微。本文的研究目的是通过对这些影响因素的分析,为进一步揭示运动性疲劳与人体运动之间的关系方面提供初步的科学资料及为跳深理论奠定基础,同时为相关运动训练提供新的思路。

本文在研究方法上采用文献资料法、专家访谈法、实验法以及数理统计法等。实验法主要是尝试运用三维测力、影像解析等运动生物力学的方法,通过控制实验条件(即运动疲劳前及运动疲劳后),对人体的跳类运动——跳深进行测试,探索与分析下肢运动性疲劳对跳深动作结构所产生的影响。

**研究结果:**相对非疲劳条件而言,运动疲劳条件下跳深动作结构的各项特征变化明显。从实验数据可以说明的是:一方面动作周期缩短;运动时间减小;肌肉对外做功能力下降;跳深运动效果降低;各环节参与运动能力降低。另一方面,动作周期的缩短的同时,地面反作用力即垂直方向上的分力、冲量值下降,而在前后方向及水平方向上的分力及冲量值都有显著性增加。这也表明跳深的效率下降。最后一方面在关节角度方面,疲劳后的关节角度有明显的变化,反映了疲劳后跳深的弹性能储备及利用率下降。就此提示:如果能充分利用运动生物力学参数指标来衡量机体是否达到运动性疲劳,这将会对运动性疲劳的判断提供更加直观的方法,以及为相关运动训练与训练方法提供理论依据和新的设计思路。

**关键词:**运动性疲劳;运动生物力学;动作结构;跳深

## C-36 张怡宁发球动作技术分析

王晶<sup>1</sup>, 郎松亭<sup>2</sup>, 李晓峰<sup>1</sup>

1. 成都体育学院 四川 成都 610041
2. 四川商务职业学院 四川成都 610091

**研究目的:**众所周知,比赛中高质量的发球可以控制对手,为自己进攻创造条件,甚至可以直接得分。因此,世界乒坛都把发球动作技术作为重要研究内容。所以,我们希冀通过对 2007 年世界女子乒乓球排名第一的张怡宁发球动作技术进行生物力学分析,丰富乒乓球理论,也为乒乓球训练提供一些参考。

**研究方法:**在 2007 年女子世界杯乒乓球比赛张怡宁和王楠决赛时,用一台高速摄像机(Baslen Asbozfc, 拍摄频率为 200 帧/秒),定点正对张怡宁发球拍摄。两台 JVC 摄像机(拍摄频率为 50 帧/秒)置于张怡宁右侧,进行定点三维拍摄。一台高速摄像相机拍摄的录像主要用于解析乒乓球的旋转速度。两台 JVC 摄像机拍摄的录像用 3D—SignalTEC v10c 分析系统解析动作,并采用松井秀治人体模型,按照人体模型关节点进行数据采集。各关节点原始数据经优化低通滤波器(Low-pass Filter 0.16)平滑处理,滤波截断频率为 8Hz。

**研究结果:**

1. 发球动作的技术统计 通过对张怡宁全场发球动作技术拍摄的录像统计数据张怡宁这场决赛没有发挥出水平,主要是发球抢攻不积极,打得有些被动。在对方情绪正常时,往往就多

发下旋短球,一般的说,在关键球比赛中,特别是得失一分都会影响胜败的关键时刻,运动员的心理是极度紧张的。这时,在心理上容易产生保守求稳的思想。

2. 发球手臂、肩、肘、腕关节的速度 张怡宁无论是发长球还是短球,均符合生物力学的鞭打用力原理,即肩、肘、腕关节速度逐渐增大。从生物力学特征角度认为现代鞭打式击球技术有明显优势,可以击出力量更大,速度更快,旋转更强,全身运动的动量最终在击球瞬间传到肢体末端聚集极具穿透力的上旋球,显著地提高了击球的攻击性和稳定性。

3. 张怡宁发球时,球拍触球时刻的平均拍速,球离拍时刻的平均球速 张怡宁球拍要获得较大的击球瞬间速度,不能只使用手腕“抖”的动作,而主要在于增加挥拍击球时的球拍的加速度和加速路程。但这和发球的隐蔽性有一定的矛盾。

4. 发球的旋转 2007年女子世界杯上前三名王楠、张怡宁、郭跃发侧下旋球转速比较发现张怡宁的发球旋转速度最低,今后有待提高。

#### 研究结论:

1. 张怡宁在这场比赛的发球动作还是具有一定的威胁性,然而节奏变化欠佳。
2. 张怡宁在发球时手臂动作符合鞭打动作技术原理,并且具有一定隐蔽性,但对发球的力度有一点影响,今后要注意解决好发球隐蔽性和发球力度的矛盾。
3. 张怡宁发球的旋转变化多,今后还有待于提高速度。

## C-37 振动训练对小轮车运动员下肢肌群肌力影响的实验研究

李吉如

广东省体育科学研究所,广州 510663

**研究目的:** 振动训练作为一种新型的力量训练方法,其在提高肌肉最大力量<sup>[1]</sup>、爆发力<sup>[2]</sup>、增强神经肌肉协调性<sup>[3]</sup>等方面的作用效果已被国内外的研究者证实。小轮车是一项以无氧供能为主、对运动员下肢肌群的最大力量、爆发力及无氧耐力有着很高的要求的泥地竞速运动。鉴于此,将振动训练应用于小轮车运动员下肢力量训练中,在探讨振动训练对最大力量及爆发力的作用效果的同时,寻求能够有效提高小轮车运动员力量素质的手段和方法。

**研究方法:** 将小轮车运动员随机分成两组,参数峰值力矩、耐力疲劳指数及爆发力组间实验前无显著性差异,  $P > 0.05$ 。实验组在德国 Galileo900 振动台上完成后蹲杠铃的动作。振动台的振动频率为 30Hz,振幅为 4mm,振动时间为 30s,附加负荷分别为最大力量的 70%、75%、80%,各负荷分别重复 6、5、4 次,组间间歇时间为 2min,连续训练 6 周,每周 3 次,每次 6 组(每组负荷各 2 次)。对照组在平地上完成与实验组相同的训练内容。训练前后,应用瑞士 Con-trex 等速肌力测试系统对运动员 60°/s 时膝关节伸屈肌群的峰值力矩、240°/s 时耐力疲劳指数进行测试,并应用美国 AMTI 三维测力台系统通过 SJ、CMJ 测试,了解运动员的爆发力在训练前后的变化情况。

**研究结果:** 经过 6 周的力量训练,振动训练组膝关节伸屈肌群的峰值力矩均有提高,与对照组相比,屈肌群峰值力矩的提高具有显著性差异,  $P < 0.05$ 。但对对照组膝关节的伸屈肌群峰值力矩均