

·运动人体科学·

女子链球运动员冬季准备期前后的等速测试

戴兴鸿, 詹建国, 梁士雨
(北京体育大学, 北京 100084)

摘 要: 通过对两名高水平女子链球运动员双侧的髋关节和膝关节进行等速测试, 探究运动员髋关节和膝关节周围肌群的生物力学特性, 为运动训练和运动康复等提供理论依据。利用等速肌力测试系统对两名运动员的髋关节和膝关节屈伸肌群以及髋关节的旋内旋外肌群进行等速测试。结果发现: 两名运动员双侧髋关节和膝关节屈伸肌群以及髋关节的旋内旋外肌群的峰力矩随测试速度的增加呈递减趋势, 髋膝关节峰力矩屈伸比和髋关节旋内旋外比随既定测试速度的增加呈递增趋势; 同一测试速度下, 伸肌肌群的峰力矩大于屈肌肌群, 髋关节旋外肌群的峰力矩大于旋内肌群。

关 键 词: 运动生物力学; 等速测试; 旋内旋外; 链球运动员; 冬季准备期

中图分类号: G804.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2012)01-0124-05

Isokinetic test run on female hammer athletes before and after the winter preparation period

DAI Xing-hong, ZHAN Jian-guo, LIANG Shi-yu
(Beijing Sport University, Beijing 100084, China)

Abstract: By running an isokinetic test on the hip joints and knee joints at both sides of two high performance female hammer athletes, the authors probed into the biomechanical characteristics of muscles surrounding the hip joints and knee joints of the athletes, so as to provide a theoretical criterion for sports training and sports rehabilitation. By utilizing an isokinetic muscle strength testing system, the authors ran an isokinetic test on the flexors and extensors of the hip joints and knee joints as well as the intortors and extortors of the hip joints of the two athletes, and revealed the following findings: the peak moments of the flexors and extensors of the hip joints and knee joints at both sides as well as the intortors and extortors of the hip joints of the two athletes showed a trend of decreasing with the increase of the test speed; the ratio of flexion peak moment to extension peak moment of the hip joints and knee joints and the ratio of intorsion to extorsion of the hip joints showed a trend of increasing with the increase of the set test speed; at the same test speed, the peak moment of extensors was greater than the peak moment of flexors, while the peak moment of extortors of hip joints was greater than the peak moment of intortors.

Key words: sports biomechanics; isokinetic test; intorsion and extorsion; hammer athlete; winter preparation period

链球是快速力量性项目, 肌力是影响链球运动员运动能力的主要因素。在链球训练和比赛中, 膝关节屈伸肌群以及髋关节屈伸肌群旋内旋外肌群不仅要维持人体最复杂关节的稳定性, 而且要在快速旋转动作中发挥着决定性作用。所以对链球运动员膝关节屈伸肌群以及髋关节屈伸肌群和旋内旋外肌群进行肌力测试对评价其肌肉功能、预防膝髋关节及肌群的损伤有

着重要的意义。等速测试作为评价链球运动员肌力的手段有着较高的价值。本研究通过等速测力系统对两名优秀的女子链球运动员进行测试, 意在了解这两名女子链球运动员的膝关节屈伸肌群、髋关节屈伸肌群和旋内旋外肌群的力量素质情况, 同时根据测试结果从中发现链球运动员在力量训练中存在的问题, 为女子链球运动员的力量训练提供客观依据。

收稿日期: 2011-03-25

作者简介: 戴兴鸿 (1983-), 男, 博士研究生, 研究方向: 体育教育训练学。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

实验对象为北京体育大学链球队两名优秀女子运动员。刘瑛慧: 29 岁, 参加训练 12 年, 身高 178 cm, 体重 85 kg, 国际健将。廖晓燕: 23 岁, 参加训练 8 年, 身高 178 cm, 体重 85 kg, 国际健将。

1.2 研究方法

采用 IsoMed2000 等速力量测试与训练系统, 根据链球项目的特点设计身体姿势进行测试。设定角速度分别为 $60^{\circ}/s$ 、 $240^{\circ}/s$ 。对被试者进行髋、膝关节伸屈肌、旋内旋外肌等速向心运动的力矩测试, 在每一设定的角速度上先做数次预备性练习, 适应并休息 5 min 后进入正式测试, 每一角速度屈伸循环重复 6 次, 计算时取其中的最大值。通过计算机数据处理, 得到多项反映肌肉功能的参数。

在人体的所有肌肉中, 屈髋关节的肌肉有髂腰肌、股直肌、缝匠肌、阔筋膜张肌和耻骨肌等; 伸髋关节的肌肉有臀大肌、大收肌、股二头肌、半腱肌和半膜肌等; 外旋髋关节的肌肉有髂腰肌、臀大肌、梨状肌、臀中小肌后部和缝匠肌等; 内旋髋关节的肌肉有臀中小肌前部和阔筋膜张肌等; 屈膝关节的肌肉有腓肠肌、股二头肌、半腱肌、半膜肌和股薄肌等; 伸膝关节的肌肉有股四头肌等。

1.3 等速力量测试与训练系统的应用

本实验采用的是北京体育大学科研中心的等速力量测试与训练系统(IsoMed2000 等速力量测试与训练系统)进行测试。等速力量测试与训练(Isokinetic Exercise & Testing)已经成为一种非常重要的力量测试与康复训练手段。等速力量测试能够得到关节运动中的实时力矩, 从而对关节周围肌群的力量进行较为准确的判断。有向心、离心、等长 3 种测试和训练模式, 可得到关节活动范围、最大峰力矩、功、功率等指标。最大向心/离心力矩为 700 Nm, 测试速度 $0\sim 560^{\circ}/s$ 。

在运动训练中, 等速力量测试与训练系统在制定针对性训练计划、预防伤病、受伤部位机能恢复等领

域均有重要的作用。IsoMed2000 等速力量测试与训练系统, 可进行肩、肘、腕、髌、膝、踝关节周围肌肉及腹背部肌肉力量的测试, 并制定针对性的训练方案。

目前等速测试系统在体育科研中发挥着越来越重要的作用。在冬季准备期前后, 教练员根据链球项目的特点, 对运动员的髋关节、膝关节进行屈伸、旋内、旋外的等速测试, 根据事先设定的运动速度, 在测试过程中保持运动速度不变, 测得整个运动范围内任何一点上肌肉(肌群)的最大力矩输出, 等速测试仪自动将关节运动中瞬时的力矩变化情况记录下来, 通过计算机数据处理, 得到力矩曲线及多项反映肌肉功能的参数, 作为评定肌肉运动功能的指标并及时评价运动员在冬训期间肌力的发展变化。

2 结果与分析

2.1 运动员膝关节髋关节相关肌群肌力测试结果分析

通过测试获取受试者在 60 、 $240^{\circ}/s$ 的速度下, 膝关节屈伸肌群、髋关节屈伸肌群以及髋关节旋内旋外肌群向心收缩时的峰力矩, 并获得不同角速度下髋膝关节肌群峰力矩屈伸比、髋关节旋内旋外肌群峰力矩比。

1) 准备期前期肌群肌力测试结果。

从表 1~3 中可以看出, 准备期这两名链球运动员髋关节、膝关节左右侧的伸肌群峰力矩都大于屈肌群峰力矩; 髋关节旋外肌群的峰力矩都大于旋内肌群峰力矩。运动员髋关节和膝关节屈伸肌群以及髋关节内旋肌和外旋肌的峰力矩随着运动速度的提高呈下降趋势, 且下降幅度很大。肌肉峰力矩随着测试速度的增加而下降, 这一现象符合著名的 HILL 方程结论, 即随着肌肉收缩速度的增加, 肌力逐渐减小; 反之, 肌肉收缩的速度减小, 则肌力增大。Sudder 等认为, 肌肉纤维的兴奋及产生张力都需要一定的时间, 运动速度越快, 肌肉收缩的时间越短, 所募集的肌纤维数量越少, 产力也就越小。

表 1 准备期两名运动员不同运动速度髋关节屈、伸肌峰力矩

运 动 员	$60^{\circ}/s$						$240^{\circ}/s$											
	屈			伸			屈伸比/%			屈			伸			屈伸比/%		
	A ¹⁾	B ²⁾	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右	A	B	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右		
刘	184	201	91.5	297	282	105.3	62.0	71.3	100	190	51.0	222	322	68.9	45.0	60.7		
廖	160	201	79.6	313	391	80.0	51.1	51.4	118	145	81.4	282	327	86.2	41.8	44.3		

1)A: $M_{左}/(N\cdot m)$; 2)B: $M_{右}/(N\cdot m)$

表2 准备期两名运动员不同运动速度髋关节旋内、旋外肌峰力矩

运 动 员	60 (°)/s						240 (°)/s									
	旋内			旋外			内外比/%		旋内			旋外			内外比/%	
	A ¹⁾	B ²⁾	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右	A	B	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右
刘	27	28	96.4	39	33	118.1	69.2	84.8	24	22	109.1	36	27	133.3	66.7	81.5
廖	24	22	109.1	31	31	100.0	77.4	71.0	21	18	116.7	27	28	96.4	77.8	64.3

1)A: $M_{左}/(N\cdot m)$; 2)B: $M_{右}/(N\cdot m)$

表3 准备期两名运动员不同运动速度膝关节屈、伸肌峰力矩

运 动 员	60 (°)/s						240 (°)/s									
	屈			伸			屈伸比/%		屈			伸			屈伸比/%	
	A ¹⁾	B ²⁾	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右	A	B	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右
刘	103	114	90.4	220	222	99.1	46.9	51.4	93	96	96.9	144	150	96.0	64.6	64.0
廖	121	115	105.2	213	226	94.2	56.9	50.9	85	100	85.0	148	150	98.7	57.4	66.7

1)A: $M_{左}/(N\cdot m)$; 2)B: $M_{右}/(N\cdot m)$

表1和表3显示,两名运动员的髋关节和膝关节在以不同速度进行屈伸运动时,其右侧肌群的峰力矩都强于左侧,说明运动员右侧肌群的肌力比左侧发展得更好。出现这种现象可能与链球运动员长期进行专项投掷有关,由于在投掷的开始阶段,运动员右腿必须以左腿为旋转轴积极高速进行旋转运动,经历长期专项投掷练习,运动员右侧肌群肌力在潜移默化中得到比左侧肌群更好的发展。这也是链球项目运动独有的专项特点。

表2显示,两名运动员髋关节在进行旋内、旋外运动测试时,廖晓燕的左侧肌群与右侧肌群的峰力矩相当,这说明该运动员左右侧旋内旋外肌群肌肉力量大小差不多,更能说明该运动员左右侧旋内旋外肌群得到了平衡的发展。刘瑛慧髋关节左右侧旋内肌的发展比较平衡。但是刘瑛慧左侧旋外肌群的峰力矩远远高于右侧旋外肌群。这说明刘瑛慧髋关节的左右侧旋外肌肌力发展十分不平衡。

从表1可以看出,廖晓燕髋关节左右侧的屈伸肌群力量发展比刘瑛慧好,因为廖晓燕屈伸肌峰力矩比值比较接近理想的髋屈伸比(50%)^[1]。目前运动医学界和运动训练学界都很重视屈伸肌群比,通常认为伸肌发达者,屈肌也相应发达。而从表1可看出,刘瑛慧髋关节左右侧屈伸肌群发展都不平衡,因为其比值离理想的髋屈伸比相差很大。这说明刘瑛慧下肢髋关节和膝关节肌力发展不平衡,也说明关节的稳定性很差,训练中很容易造成肌肉损伤,在训练中为了改善技术,应加强髋关节和膝关节左右侧屈肌力量的训练。从两

人屈伸肌群峰值力矩比值分析,廖晓燕的比值在各种速度下都小于刘瑛慧,而两人的屈肌力量相当,也就是说廖晓燕的伸肌最大力量要好于刘瑛慧。

大量研究发现,膝屈伸比可反映腓绳肌(股二头肌、半腱肌和半膜肌)与股四头肌力矩的比值,该比值是衡量膝关节内在平衡状态的指标^[2]。有学者推荐的最大肌力比值标准是60°/s时为60%~69%,240°/s时为80%~89%^[3]。从表2可以看出,两名运动员膝关节以60°/s和240°/s运动时,其峰力矩比值均低于这个标准,建议在以后的训练中,应加强膝关节屈肌群的力量训练。

通过表2能分析出,两名运动员在以不同速度进行旋内和旋外测试时,廖晓燕的髋关节左右侧旋外肌群发展得十分平衡。而刘瑛慧髋关节左侧旋外肌群峰值力矩比右侧强很多,这说明刘瑛慧左侧与右侧的旋外肌群发展不平衡,但是刘瑛慧左侧峰力矩远远高于廖晓燕,这可能是刘瑛慧比廖晓燕在投掷过程中旋转速度快的原因所在。建议在以后的训练中,廖晓燕在左右侧肌群保持平衡发展的同时,继续提高两侧的旋外旋内肌的力量水平。建议刘瑛慧在训练中左侧旋内旋外肌群力量继续稳定增长,并加强右侧旋内旋外肌群力量的提高,促进两侧肌群协调平衡的发展。

2)准备期后期肌力测试结果。

经过18周的冬季准备期的训练后,运动员的各方面身体素质得到较大幅度的提高。教练员在准备期前期通过对运动员在冬训前的身体素质指标值和肌力的等速测试结果进行分析,及时发现运动员各个部位肌

肉力量存在的问题和不足, 在准备期采用了有效的力量训练方法和手段, 使这两名运动员的力量素质通过冬季准备期的力量训练得到了很大的改善。

从表 1 与表 4, 表 2 与表 5, 表 3 与表 6 对比可以得出, 准备期后期对肌力的等速测试结果显示: 在不同的速度下, 两名运动员的髋关节、膝关节左右侧屈伸肌的峰力矩以及髋关节旋内旋外肌的峰力矩都得到

增大; 髋膝关节屈伸肌峰力矩比和髋关节旋内旋外肌峰力矩比也有不同程度的变化; 同一运动员的髋膝关节屈伸肌的左侧肌群与右侧肌群的比值和髋关节旋内旋外肌的左侧肌群与右侧肌群峰力矩比值也有所变化。这也说明这两名运动员的各环节的肌肉力量都得到不同程度的改变、发展和提高。

表 4 准备期后期两名运动员不同运动速度髋关节屈、伸肌峰力矩

运 动 员	60 (°) /s						240 (°) /s									
	屈			伸			屈伸比/%		屈			伸			屈伸比/%	
	A ¹⁾	B ²⁾	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右	A	B	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右
刘	187	204	91.7	300	291	103	62.3	70.1	108	195	55.4	228	323	70.6	47.3	60.3
廖	165	205	80.5	320	390	82.1	51.5	52.5	120	148	81.1	290	330	88.0	41.3	44.8

1)A: $M_{左}/(N\cdot m)$; 2)B: $M_{右}/(N\cdot m)$

表 5 准备期后期两名运动员不同运动速度髋关节旋内、旋外肌峰力矩

运 动 员	60 (°) /s						240 (°) /s									
	旋内			旋外			内外比/%		旋内			旋外			内外比/%	
	A ¹⁾	B ²⁾	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右	A	B	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右
刘	28	28	100	40	35	111.7	70.0	80.0	25	23	108.7	36	30	120.0	69.4	76.7
廖	26	25	104	33	32	103.1	78.8	78.1	24	21	114.0	29	29	103.4	80.0	72.4

1)A: $M_{左}/(N\cdot m)$; 2)B: $M_{右}/(N\cdot m)$

表 6 准备期后期两名运动员不同运动速度膝关节屈、伸肌峰力矩

运 动 员	60 (°) /s						240 (°) /s									
	屈			伸			屈伸比/%		屈			伸			屈伸比/%	
	A ¹⁾	B ²⁾	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右	A	B	AB 比/%	A	B	AB 比/%	左	右
刘	107	117	91.4	223	221	101	48	52.9	95	98	97	147	150	98	64.6	65.3
廖	120	115	104.3	218	225	96.9	55	51.1	90	100	90	150	150	100	60.0	66.7

1)A: $M_{左}/(N\cdot m)$; 2)B: $M_{右}/(N\cdot m)$

准备期的训练中针对两运动员左侧肌群肌力小于右侧肌群的特点, 教练员在冬季准备期的力量训练中有针对性地加强了对髋关节和膝关节左侧肌群屈伸肌的力量训练。与前次相比, 发现运动员髋关节和膝关节左右侧肌肉峰值力矩比较以前有所增大, 这说明运动员的左侧肌群肌力得到较大幅度的提高。

两名运动员髋关节左右侧屈伸肌群的峰力矩比较前次更接近理想的髋屈伸比(50%), 这说明这两名运动员的下肢髋关节、膝关节肌力发展较冬训前平衡, 关节的稳定性得到了一定程度的加强, 这对运动员避免

肌肉损伤有着很大的意义。在以后的训练中应继续加强这一环节肌肉的力量训练。

两名女子链球运动员膝关节两侧屈伸比较前次测试结果有所增加, 由于冬季准备期的力量训练中, 教练员针对性地采用力量训练方法和手段加强了对运动员屈肌肌群的力量训练, 其训练效果十分明显。

经过冬季准备期的力量训练, 两名优秀女子链球运动员髋关节旋内、旋外肌也得到了很大的提高, 刘瑛慧左右旋外肌肌力继续保持增长的趋势, 虽然其左侧的旋外肌峰值力矩还是要强于右侧, 但是与前次相

比,其左右侧峰值力矩比值有所下降,说明刘瑛慧右侧肌群肌力也得到了较大幅度的增长。廖晓燕左右侧肌群发展比较平衡,两侧肌群同步发展,两侧肌群肌力得到共同提高。

2.2 冬季准备期运动员身体素质和专项成绩的变化

根据链球项目的特点,筛选出国内外研究链球运动员较常采用的 6 项身体素质指标对运动员冬训前后的身体素质进行检验。这 6 项身体素质指标分别是:高翻、深蹲、抓举、立定跳远、30 m 慢跑、旋转掷 3 kg

链球。旋转掷 3 kg 链球是一项反映运动员专项动作速度与专项投掷技术有效结合能力的指标;深蹲与高翻是综合反映运动员基础力量素质发展水平的指标,高翻反映躯干绝对力量,深蹲反映下肢绝对力量;抓举是反映运动员全身协调快速用力的力量素质指标;立定跳远是衡量运动员下肢爆发力、下肢速度力量和弹跳力的素质指标;30 m 跑反映的是运动员的速度素质(见表 7)。

表 7 冬季准备期前后运动成绩与身体素质指标

运动员	冬训前后	专项成绩/m	高翻/kg	深蹲/kg	抓举/kg	立定跳远/m	30 m 跑/s	旋转掷 3 kg 链球/m
刘瑛慧	前	62.83	90	105	65	2.45	4.85	70.6
	后	64.85	95	110	65	2.48	4.80	72.0
廖晓燕	前	57.99	95	110	70	2.54	4.67	68.0
	后	60.51	100	110	75	2.59	4.60	70.5

从准备期前后运动员身体素质指标的变化来看,这两名链球运动员的各项身体素质都不同程度地得到发展,刘瑛慧的高翻、深蹲、立定跳远、30 m 跑、旋转掷 3 kg 链球的成绩都得到提高;廖晓燕的高翻、抓举、立定跳远、30 m 跑、旋转掷 3 kg 链球的成绩也相应地得到提高,而且准备期后的专项成绩较准备前期的专项成绩有大幅度的提高,成绩的提高与准备期科学合理的训练,特别是有针对性的力量训练方法和手段是有很大关联的。

3 结论

1)在冬季准备期的力量训练,教练员立志于寻求最适合的发展力量训练的方法和手段,科学合理的控制力量训练的负荷。通过准备期的力量训练,两名链球运动员的各个环节和部位的肌肉力量产生了积极的变化,都不同程度的得到了提高,她们运动成绩的提高与力量素质的提高有着直接的联系。

2)两名链球运动员的髋关节、膝关节左右侧屈伸肌的峰力矩以及髋关节旋内旋外肌的峰力矩都得到增大。运动员髋关节和膝关节左右侧肌肉峰力矩比比以前有所增大。这说明运动员肌力得到较大幅度的提高。两名运动员髋关节左右侧屈伸肌群的峰力矩比较前次更接近理想的髋屈伸比(50%),这说明这两名运动员关节的稳定性得到了加强。

3)这两名运动员髋关节、膝关节左右侧肌力发展

不平衡,今后训练中应重视发展弱肌肉群的肌肉力量训练。髋关节和膝关节屈伸肌肌力发展不协调,应加强屈肌肌群的力量训练。刘瑛慧髋关节左右侧旋外肌群发展不平衡,建议在今后的力量训练中平衡发展其肌力。廖晓燕左右侧旋内旋外肌肌力发展较平衡,在以后的力量训练中继续保持这一良好的态势发展其肌力。

4)等速测试系统,可向教练员和运动员以及体育科研人员提供一系列肌肉特性的信息,并且可评价肌肉在不同收缩状态下的特性,可对肌肉功能进行定量和客观的评价,教练员和科研人员根据评价结果有针对性的进行力量训练,并且可以通过运用该系统进行力量训练来提高运动员的肌肉力量。

参考文献:

- [1] 张贵敏. 运动员髋、膝、踝伸屈肌力矩测试分析[J]. 体育科学, 1995, 15(2): 40-44.
- [2] 陈新. 对我国优秀速滑运动员下肢关节屈伸肌群等速测试的个体研究与分析[J]. 沈阳体育学院学报, 2006, 25(1): 56-57.
- [3] 杨静宜. 优秀运动员股四头肌、腓绳肌等速测定正常值研究[J]. 北京体育学院学报, 1991, 3(3):26-28.
- [4] 郭占久. 速测试系统在体育中的应用研究[J]. 广州体育学院学报, 2007, 27(5): 98-100.