

## 备战平昌冬奥会男运动员踝关节等速肌力特征研究

张群<sup>1</sup> 牛雪松<sup>2\*</sup>

1. 辽宁大学, 辽宁 沈阳 110036

2. 沈阳体育学院, 辽宁 沈阳 110102

**[摘要]**通过对备战平昌冬奥会自由式滑雪空中技巧男运动员下肢踝关节进行等速肌力测试和分析, 进而研究自由式滑雪空中技巧男运动员下肢踝关节的力量特征、差距与不足, 为整个冬奥备战周期的专项力量训练提供理论参考, 同时便于教练员及时根据测试指标来调整训练方案, 使训练方案科学更具针对性。采用德国产 ISOMED2000 等速肌力测试系统对我国 4 名高水平自由式滑雪空中技巧男运动员踝关节  $60^{\circ}/s$  和  $180^{\circ}/s$  时向心等速运动屈、伸肌群峰力距及屈伸比、相对峰力距等参数, 并结合力量训练进行分析。通过所得数据对集训男运动员踝关节屈伸肌力量进行 t 检验发现, 集训后慢速时男运动员右踝伸肌峰力距较训练前有提高, 训练前后有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。发现贾宗洋踝关节左右侧峰力距体重比明显低于其他男运动员还需要对左右踝屈伸肌做针对性的力量训练, 王心迪下一阶段仍需加强  $60$  度/秒左踝屈肌的力量训练。

**[关键词]**自由式滑雪空中技巧; 高水平运动员; 踝关节; 等速肌力

DOI: 10.33142/jscs.v4i4.13567

中图分类号: G862

文献标识码: A

## Research on the Characteristics of Ankle Isokinetic Muscle Strength of Male Athletes Preparing for Olympic Winter Games PyeongChang

ZHANG Qun<sup>1</sup>, NIU Xuesong<sup>2\*</sup>

1. Liaoning University, Shenyang, Liaoning, 110036, China

2. Shenyang Sport University, Shenyang, Liaoning, 110102, China

**Abstract:** By conducting isokinetic muscle strength testing and analysis on the lower limb ankle joints of male freestyle skiing aerials athletes preparing for the PyeongChang Winter Olympics, this study aims to investigate the strength characteristics, differences, and deficiencies of the lower limb ankle joints of male freestyle skiing aerials athletes. This provides theoretical reference for specialized strength training throughout the Winter Olympics preparation period, and facilitates coaches to adjust training plans in a timely manner based on testing indicators, making the training plan more scientific and targeted. The ISOMED2000 isokinetic muscle strength testing system produced in Germany was used to analyze the peak force distance, flexion extension ratio, relative peak force distance and other parameters of the concentric isokinetic movement of the ankle joints of four high-level freestyle skiing aerials male athletes in China at  $60\%$  and  $180\%$ , combined with strength training. Through t-test of the ankle flexion and extension muscle strength of male athletes undergoing training, it was found that the peak distance of the right ankle extension muscle of male athletes increased at slow speed after training compared to before training, and there was a significant difference before and after training ( $P < 0.05$ ). It was found that Jia Zongyang's ankle joint peak force to body weight ratio was significantly lower than other male athletes, and targeted strength training was needed for the left and right ankle flexors and extensor muscles. Wang Xindi still needs to strengthen the strength training of the left ankle flexors at  $60\%$  in the next stage.

**Keywords:** freestyle skiing aerials; high level athletes; ankle joint; isokinetic strength

### 引言

随着我国自由式滑雪空中技巧项目在北京冬奥会上取得历史性突破后, 该项目在我国冰雪运动项目中已经步入快速发展阶段, 更多的专家学者开始关注对自由式滑雪空中技巧项目的研究<sup>[1]</sup>。而本项目是属于技术难美类项目, 它是由运动员从助滑区滑行、出台起跳、完成空中动作和落地滑行 4 个部分组成, 每一个环节都与下肢的肌肉力量密切相关, 出台起跳时需要下肢关节完成蹬伸来获取一定的出台速度, 出台速度在一定程度上直接影响空中高度及空中动作质量完成程度, 而在运动员的落地稳定性上更需要强大的下肢肌肉来支撑。因此, 出色的下肢肌肉力量对

自由式滑雪空中技巧项目运动员尤为重要。在整个备战冬奥周期中, 教练员想要掌握训练方案的效果是否满足运动员实际需要很难主观判断, 应当运用现代科学技术去辅助力量训练。通过运用等速肌力系统对备战周期的力量训练进行实时监控, 才能及时发现力量训练中出现的及时地调整和设计更有针对性的训练方案, 从而更科学高效地提高运动员的竞技能力, 巩固我国自由式滑雪空中技巧项目在国际赛场的竞争力。

### 1 等速肌力技术概述

肌力 (Muscle Strength) 即肌肉收缩力量, 是反映人体运动能力的重要指标。肌力的评定具有非常重要的现

实意义,目前常用的肌力检查方法有徒手肌力测定法、等张收缩测定法及等张收缩测定法,但这些方法均有不足之处<sup>[2]</sup>。等速肌力测试是通过力量测试仪对在整个关节活动范围内以恒定速度进行向心运动和离心运动时某一肌肉或肌群力量的测试<sup>[3]</sup>,即在肢体被动地进行等速运动时,通过测定反映肌肉负荷的系列参数,来评定肌肉的功能状态。现今已作为一项新的技术广泛应用于康复医学和运动技术的临床研究中,由于其明显的安全性、准确性和有效性的特点,被视作肌肉功能评定的“黄金方法”。等速肌力测试自上世纪 80 年代后期引入我国后,较多地运用到竞技体育运动员的肌力研究领域,因为踝关节在等速肌力测试中比较容易固定,而且活动范围没有显著的特殊差异,所以测试的效度较高,而踝关节作为下肢主要关节,其屈伸肌力特征对自由式滑雪空中技巧运动员落地稳定性极为重要。

### 2 等速肌力技术在竞技体育领域应用现状

不同的运动项目,其肌力特征完全不同,因此,不同领域的专家运用等速技术开展的研究也有所差异。如:虞重干对篮、排球运动员的髌、膝、踝关节的肌力进行了等速测试比较研究<sup>[4]</sup>;张跃等运用 Kin-com 等速肌力测试系统,对游泳、皮划艇、足球运动员的膝关节屈伸肌群进行了等速肌力的测试研究,在不同的测试速度下,将峰力距、单位体重峰力距、屈伸比等指标进行研究<sup>[5]</sup>;张涛,等对跳远运动员的起跳腿屈伸肌群进行对比,发现跳远运动员的弹跳能力和起跳腿肌力成正比<sup>[6]</sup>。赵金平,等对我国花样滑冰运动员踝关节屈伸肌进行等速测试,发现运动员的踝关节屈伸肌力左大于右;运动员左右的背屈肌力发展不平衡<sup>[7]</sup>。

吴新华,等用等速系统对高水平跳远运动员踝关节进行等速测试,发现健将组踝关节绝对力量比一级组的大;踝关节屈伸肌比值未发现差异<sup>[8]</sup>。汪洋,等用等速系统对男子花剑运动员踝关节进行等速测试,发现男子花剑运动员踝关节慢速时,大腿伸肌峰力距比屈肌大,其他指标未出现差异<sup>[9]</sup>。由于自由式滑雪空中技巧项目与其他夏季运动项目存在较大差异,本项目需要从助滑区开始到跳台区起跳腾空在空中完成空翻和转体动作后在着落区平稳落地滑行。从运动员起跳到完成空中动作到最后成功站稳落地,这对运动员下肢踝关节的肌肉力量要求极高,所以要在日常的力量训练中去强化踝关节肌肉力量,运用等速肌力技术去监控运动员备战周期中下肢踝关节力量的发展情况。

### 3 等速肌力技术在自由式滑雪空中技巧项目上的应用研究

力量素质是自由式滑雪空中技巧运动员必须具备的运动素质,力量素质发展的程度直接影响运动员专项技术水平的发展,同时对预防损伤和降低损伤的发生起重要作用<sup>[10]</sup>。本项目要求运动员具备更全面的身体素质,更因其项目的周期性和多变性,在肌力测评方面较为困难。而等速肌力测试技术的应用,既可以降低测试难度,又可以最

大限度提高数据的有效性,因此,本研究依据等速肌力技术在其他运动项目上的应用实效,将 ISO-MED2000 等速肌力测试系统引入自由式滑雪空中技巧项目男运动员的肌力研究领域,运用多学科知识来评定本项目男运动员踝关节肌肉力量特征和运动水平,为教练员在平昌冬奥会的备战中提供理论支撑。

#### 3.1 研究对象

以备战平昌冬奥会男运动员为主要研究对象,具体人员见(表 1)。

表 1 研究对象基本情况

运动员	性别	主要竞赛成绩	运动等级
贾宗洋	男	索契冬奥会季军、平昌冬奥会亚军、世界杯总冠军、北京冬奥会团体亚军	国际健将
齐广璞	男	世锦赛冠军、世界杯总冠军、北京冬奥会冠军	国际健将
刘忠庆	男	温哥华冬奥会季军、世界杯总冠军	国际健将
王心迪	男	世界杯冠军	国际健将

#### 3.2 研究过程及方法

通过 2017 年 4 月和 11 月体能集训期前后对运动员训练前后的力量训练效果进行监控与诊断,确保力量训练的有效精准。

测试步骤介绍:

(1) 对运动员的需测试部位有如下要求

运用等速系统,对集训运动员需测试部位进行屈伸最大力矩的测试。等速系统测试中的速度为角速度,单位: ( $^{\circ}/s$ )。角速度  $60^{\circ}/s$  是测最大肌力,角速高于  $180^{\circ}/s$ , 是测肌肉耐力<sup>[11]</sup>。对参数的选择详见表 2。

表 2 测试部位的条件设置

	测试部位	运动轨迹	测试速度 ( $^{\circ}/s$ )
集训前	踝关节	屈	60/180
		伸	60/180
集训后	踝关节	屈	60/180
		伸	60/180

(2) 对运动员的测试部位进行等速测试

等速测试时,需提前开机并检查设备是否可以正常运行。测试前对运动员的基本信息做好。测试前的准备活动时间是 20 分钟,然后每种测试速度要进行三次测试,鼓励运动员尽全力完成测试。在测速仪上对数据进行存储,以此得到每名运动员专项肌力(峰力矩、峰力距体重比、峰力距屈伸比等)一系列指标数据。

(3) 等速肌力测试指标

等速测试分析指标选取能够代表关节肌肉力量水平及做功能力的峰力矩、峰力距屈伸比、峰力距体重比三个指标。

①峰力距 (PT): 每组重复测试时,在合理运动范围

下最大力矩值，它认为是等速测试中的黄金指标<sup>[12]</sup>。

②峰力距屈伸比 (F/E)：指屈肌峰力距与伸肌峰力距的比值。屈伸肌不平衡会出现拉伤情况，对弱侧部位加强训练使屈伸平衡可以程度预防运动损伤。

③峰力距体重比 (PT/BW)：是指单位体重的峰力距值，它能反映肌肉的相对力量，适用于不同体重人群的肌力比较，单位是牛顿米/千克 (N.m/kg)。

(4) 等速肌力测试时间

整个测试划分为两个时间段来进行，为4月和11月体能集训期前后，通过两次体能集训期前后对运动员的等速肌力测试，运用Excel表格和spss17.0等软件对等速系统得到的数据进行处理，并对专项力量训练前和训练后这两组数据进行配对T检验得到相应结果，监控体能储备期力量训练的有效性。

4 自由式滑雪空中技巧男运动员踝关节等速肌力测试结果与分析

4.1 踝关节峰力距及屈伸比的变化

表3 男子踝关节 60° /s 峰力距及屈伸比 (  $\bar{X} \pm SD$ , 单位: N.m )

	左踝			右踝		
	峰力距 屈肌	峰力距 伸肌	屈伸比 屈/伸	峰力距 屈肌	峰力距 伸肌	屈伸比 屈/伸
2017/4/17	126.50 ±33.36	31.75± 3.94	3.94± 0.72	128.50 ±20.20	28.00± 1.82	4.67± 0.83
2017/11/3	127.00 ±20.13	32.25± 4.27	3.92± 0.20	130.75 ±18.90	31.00± 3.36*	4.24± 0.72
增加百分比	0.4%	1.6%	-0.6%	1.8%	10.7%	-9.2%

注：\*P<0.05 表示差异显著

表4 男子踝关节膝关节 180° /s 峰力距及屈伸比 (  $\bar{X} \pm SD$ , 单位: N.m )

	左踝			右踝		
	峰力距 屈肌	峰力距 伸肌	屈伸比 屈/伸	峰力距 屈肌	峰力距 伸肌	屈伸比 屈/伸
2017/4/17	78.00± 21.49	23.25± 3.77	3.38± 0.74	86.50± 28.64	19.25± 2.06	4.63± 1.03
2017/11/3	73.50± 13.30	23.50± 3.77	3.14± 0.45	77.75± 8.38	21.75± 1.50	3.58± 0.48
增加百分比	-5.8%	1.1%	-7.2%	-10%	12.9%	-22.7%

注：\*P<0.05 表示差异显著

表3, 4 是男运动员踝关节峰力距及屈伸比等速测试结果。由此结果可以看出，测试速度为 60° /s 时，左踝屈肌峰力距由 126.50N.m 增长到 127.00N.m，增长 0.4%，左踝伸肌峰力距由 31.75N.m 增长到 32.25N.m，增长 1.6%，左踝屈伸比值，由 394%降到 392%，下降 0.6%；右踝屈肌峰力距由 128.50N.m 增长到 130.75N.m，增长 1.8%，右踝伸肌峰力距由 28.00N.m 增长到 31.00N.m，增长 10.7%，右踝屈伸比值由 467%降到 424%，下降 9.2%。

测试速度为 180 度/秒时，左踝屈肌峰力距由 78.00N.m 下降到 73.50N.m，下降 5.8%，左踝伸肌峰力距由 23.25N.m 增长到 23.50N.m，增长 1.1%，左踝屈伸比值由 338%下降到 314%，下降 7.2%；右踝峰力距屈肌由 86.50N.m 下降到 77.75N.m，下降 10%，右踝峰力距伸肌由 19.25N.m 增长到 21.75N.m，增长 12.9%，右踝屈伸比值由 463%下降到 358%，下降 22.7%。男子踝关节快速力量下降的原因是受当天运动员的测试状态以及个别伤病运动员未全部完成测试，在数据统计时将差值增大，导致最后统计结果出现下降情况，未更准确判断每个运动员的力量水平，可以依据等速肌力的原始数据。

4.2 踝关节峰力距体重比的变化

表5 男子踝关节屈伸肌力体重比 ( PT/BW )

	60° /s			180° /s			
	左	右	差值	左	右	差值	
屈	4月	0.98± 0.32	1.02± 0.21	0.02	0.61± 0.18	0.68± 0.26	0.07
	11月	1.00± 0.20	1.03± 0.20	0.03	0.57± 0.12	0.61± 0.10	0.04
增长百分比		1%	2%		-6.6%	-11.3%	
伸	4月	0.24± 0.04	0.21± 0.02	-0.03	0.18± 0.03	0.14± 0.02	-
	11月	0.25± 0.04	0.23± 0.02	-0.02	0.18± 0.03	0.16± 0.01*	0.02
增长百分比		4.2%	9.6%		0%	14.3%	

注：此表差值中“—”是右踝小于左踝的差，\*P<0.05

看表5可知，集训期内男子运动员两侧踝关节屈伸肌力水平有大幅增长，表明训练方案精准有效具有可执行性；从集训前后屈伸肌力增长百分比看，慢速时右踝伸肌肌力水平增长较多，两侧踝关节屈肌能力增长不明显，左踝伸肌增长4.2%；180° /s左右踝屈肌体重比分别降低6.6%、11.3%，右踝伸肌增长最大达14.3%，说明男运动员踝关节屈伸力量通过训练都得到提高，踝关节左右屈肌最大功率及耐力有所下降，左右踝伸肌有所提高；从踝关节左右侧差值对比来看，60° /s伸肌左右侧通过训练已更趋于均衡，屈肌左右侧差值略有提高；180度/秒屈伸肌左右侧差值均呈减少趋势，通过踝关节差值比可以看出体能训练的设计具有很强的针对性，能使男运动员踝关节左右侧力量发展个体的不平衡差异降到最小。

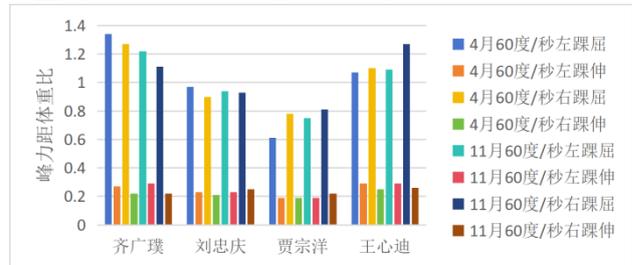


图1 男子集训前后 60度/秒踝关节两侧屈伸峰力距体重比

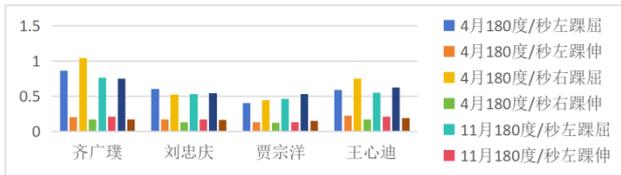


图 2 男子集训前后 180 度/秒踝关节两侧屈伸峰力距体重比

由图 1、2 可知，齐广璞踝关节左右侧峰力距体重比略高于其他男运动员， $60^{\circ}/s$  左右踝屈肌水平均有下降，4 月份右踝屈伸低于左踝，11 月份左右踝均达到均衡状态，4 月份  $180^{\circ}/s$  左踝屈肌明显弱于右踝屈肌，11 月份左右踝屈伸值更加均衡；刘忠庆虽 4 月份  $60^{\circ}/s$  右踝屈伸值略低于左踝，但左右踝屈伸值差异很小，11 月份左右踝屈伸肌力量水平均有提高，左右两侧屈伸肌力量水平发展更加均衡， $180^{\circ}/s$  4 月份左右踝屈肌差异明显，左踝屈肌大于右踝屈肌，11 月份左右踝屈伸肌发展更加均衡；贾宗洋踝关节左右侧峰力距体重比明显低于其他男运动员，因其 2015 年左侧小腿遭受三处粉碎性骨折的重伤，从图表来看 4 月份  $60^{\circ}/s$  左踝屈肌明显弱于右踝屈肌，11 月份左右踝屈伸肌水平更趋于平衡， $180^{\circ}/s$  4 月和 11 月均是左踝屈肌弱于右踝屈肌，通过训练使贾宗洋左右踝屈伸肌发展更趋于均衡，不过同其他运动员横向比较来看，贾宗洋还需要对左右踝屈伸肌做针对性的力量训练；王心迪  $60^{\circ}/s$  4 月份左右踝屈肌发展较均衡，左踝伸肌强于右踝，11 月份右踝屈肌提高显著明显强于左踝屈肌，左右踝伸肌发展均衡，4 月份  $180^{\circ}/s$  左踝屈肌弱于右踝屈肌，左踝伸肌强于右踝伸肌，11 月份左右踝屈伸肌发展明显趋于均衡，下一阶段仍需加强  $60$  度/秒左踝屈肌的力量训练。

## 5 结论

通过对备战平昌冬奥会男运动员踝关节屈伸肌力量进行 t 检验发现，集训后慢速时男运动员右踝伸肌峰力距较训练前有提高。贾宗洋踝关节左右侧峰力距体重比明显低于其他男运动员还需要对左右踝屈伸肌做针对性的力量训练，王心迪下一阶段仍需加强  $60$  度/秒左踝屈肌的力

量训练。

## [参考文献]

- [1]徐囡囡,王猛.我国自由式滑雪空中技巧运动员 3 周动作着陆成功率的影响因素[J].冰雪运动,2009,31(6):35-37.
  - [2]白云龙,吴毅.等速测试技术的临床应用研究[J].中国运动医学杂志,1990,9(4):216-220.
  - [3]Abe T,Kawakami Y,et al.Isometric and isokinetic joint performance in Japanese alpine ski racers[J].Journal of Sports Medicine,1992(31):353-357.
  - [4]虞重干.篮排球运动员下肢三关节肌肉等速测试的对比研究[J].体育科学,2000,20(1):108-112.
  - [5]张跃.优秀足球运动员膝关节屈伸肌群等速肌力的研究[J].体育科研,2006,27(2):32-36.
  - [6]张涛.排球运动员下肢起跳腿肌群等速测试的研究[J].体育科研,2004,25(2):32-34.
  - [7]赵金平.我国花样滑冰双人滑男运动员踝关节背屈肌群肌力特征研究[J].冰雪运动,2013,6(35).
  - [8]吴新华.优秀男子跳远运动员下肢关节等速肌力特征的分析[J].成都体育学院学报,2013(10).
  - [9]汪洋等.我国优秀男子花剑运动员下肢等速肌力测试分析[J].中国体育科技,2013(6).
  - [10]牛雪松.我国自由式滑雪空中技巧运动员力量训练划分研究[J].沈阳体育学院学报,2010(6):16-18.
  - [11]黄志平,尹彦.等速肌力测试与训练技术的研究进展[J].体育科技,2011(32).
  - [12]吴毅.等速肌肉功能测试和训练技术的基本原理的方法[J].中国康复医学杂志,2000,14(1):44-47.
- 作者简介：张群（1992—），男，汉族，辽宁沈阳人，硕士，辽宁大学，研究方向：体能训练理论与实践；\*通讯作者：牛雪松（1971—），男，汉族，辽宁沈阳人，博士，教授，沈阳体育学院，研究方向：体能训练理论与实践。