

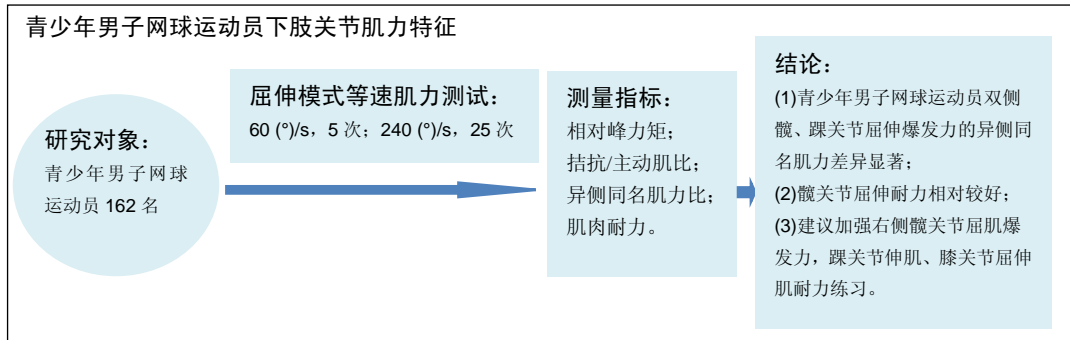
等速肌力测试单关节或关节链不同运动模式以及运动角速度下的肌力参数

米思奇¹, 钱 莉² (¹阿坝师范学院, 四川省汶川县 623002; ²四川省运动技术学院康复中心, 四川省成都市 610041)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.0314

ORCID: 0000-0002-7455-9531(米思奇)

文章快速阅读:



米思奇, 男, 1982 年生, 山东省临沂市人, 汉族, 2009 年四川师范大学毕业, 硕士, 讲师, 主要从事网球教学与训练研究。

通讯作者: 钱莉, 助理研究员, 四川省运动技术学院康复中心, 四川省成都市 610041

中图分类号:R318

文献标识码:A

稿件接受: 2018-04-02



文题释义:

等速肌力: 利用等速肌力测试仪测量受试者单关节或关节链不同运动模式以及运动角速度下的肌力参数。

拮抗/主动肌比: 指关节运动时拮抗肌与主动肌峰力矩的比值, 该研究指屈肌与伸肌峰力矩比值, 反映关节运动时拮抗肌与主动肌比例, 对判断关节稳定性、预防损伤有指导意义。

异侧同名肌力比: 指左右侧同关节相同运动功能肌群的峰力矩比值, 该研究为左侧/右侧。研究认为<10%为正常范围, >20%有临床意义会增加由于双侧肌力不平衡导致的损伤风险。

肌肉耐力: 该研究以 240 (°)/s 测试中 21-25 次关节运动做功与 1-5 次做功的比值来衡量肌肉耐力, 接近 1 说明肌群耐力越好。

摘要

背景: 目前对网球运动员等速肌力测试, 集中在成年网球运动员, 测试部位多为肩关节或单个关节, 缺乏大样本针对青少年男子网球运动员下肢关节不同角速度等速肌力的报道。

目的: 分析青少年男子网球运动员下肢关节肌力特征, 分析不同角速度测试数据变化规律。

方法: 德国产 IsoMed 2000 等速肌力测试仪, 对 162 名青少年男子网球运动员双侧髌、膝和踝关节进行屈伸模式等速肌力测试: 60 (°)/s(绝对力)5 次, 240 (°)/s(爆发力)25 次。受试者左、右侧相对峰力矩、拮抗/主动肌比、异侧同名肌力比和肌耐力参数进行配对样本 t 检验。

结果与结论: ①相对峰力矩: 髌关节左侧屈肌爆发力显著大于右侧($P < 0.05$), 右侧伸肌爆发力非常显著大于左侧($P < 0.01$); 膝关节左侧屈、伸绝对力和屈肌爆发力显著大于右侧($P < 0.05$); 踝关节左侧屈肌爆发力显著大于右侧($P < 0.05$); ②下肢不同角速度峰力矩比值: 髌、膝和踝关节屈肌绝对力比值为 1.6 : 1.4 : 1; 伸肌绝对力比值为 10.8 : 7.4 : 1; 屈肌爆发力为 1.3 : 1.2 : 1; 伸肌爆发力为 9.2 : 8.2 : 1; ③拮抗/主动肌比: 绝对力测试中髌、膝和踝关节分别为 0.56, 0.73 和 3.86; 爆发力测试中髌、膝和踝关节分别为 0.65, 0.60 和 4.66; 髌和踝关节左右侧爆发力差异有显著性意义($P < 0.05$); ④下肢异侧同名肌力比: 差异在 10%-20%为的膝关节屈肌绝对力, 髌和踝伸肌爆发力; ⑤下肢肌肉耐力水平: 左、右髌关节的屈、伸肌群耐力比较, 左、右膝关节伸肌群耐力比较差异有显著性意义($P < 0.05$); 左右踝关节屈、伸肌群耐力比较差异有非常显著性意义($P < 0.01$); ⑥结论: 随着测试角速度的增加, 青少年男子网球运动员双侧髌、膝和踝关节屈、伸相对峰力矩减小, 下肢屈伸肌相对峰力矩表现为髌>膝>踝; 青少年男子网球运动员, 踝关节快速伸的爆发能力变化较髌、膝关节大。髌、踝关节屈伸爆发力的异侧同名肌力差异显著, 建议加强右侧髌关节屈肌爆发力练习; 青少年男子网球运动员髌关节屈伸耐力相对较好, 建议增加踝关节伸肌、膝关节屈伸肌耐力练习。

关键词:

网球; 青少年; 运动员; 等速肌力; 绝对力; 爆发力; 肌肉耐力; 组织构建

主题词:

网球; 青少年; 运动员; 肌力; 组织工程

基金资助:

四川省教育厅人文社科一般项目(18SB0005)

Mi Si-qi, Master, Lecturer, Aba Teachers University, Wenchuan 623002, Sichuan Province, China

Corresponding author:

Qian Li, Researcher assistant, Rehabilitation Center of Sichuan Provincial Sports Technology Institute, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

Muscle strength parameters of single joint or joint chain under different motion modes and angular velocities by isokinetic muscle test

Mi Si-qi¹, Qian Li² (¹Aba Teachers University, Wenchuan 623002, Sichuan Province, China; ²Rehabilitation Center of Sichuan Provincial Sports Technology Institute, Chengdu 610041, Sichuan Province, China)

Abstract

BACKGROUND: The isokinetic muscle strength test is mainly performed in adult tennis players, and the main tested parts are shoulder joint or single joint. There is a lack of large-sample report on the isokinetic muscle strength of the lower limb joints at different angular velocities in young male tennis players.

OBJECTIVE: To analyze the properties of the muscle strength of lower limb joints in young tennis players, and to investigate the changes of the test data at different angular velocities.

METHODS: Totally 162 young male tennis players were enrolled to perform isokinetic muscle strength test on bilateral hips, knee and ankle joints using IsoMed 2000: (60 (°)/s (absolute force), 5 times, and 240 (°)/s (explosive force), 25 times. The relative peak torque, the antagonistic/active muscle ratio, the heteronymous muscle strength ratio and the muscle endurance index of the left and right sides were analyzed using paired *t* test.

RESULTS AND CONCLUSION: The relative peak torque of left hip flexor burst was significantly higher than that of the right hip flexor burst ($P < 0.05$), and the right extensor explosive force was significantly higher than that of the left side ($P < 0.01$). The left knee flexion, absolute force and explosive force of flexor were significantly larger than those of the right side ($P < 0.05$). The left ankle flexor power was significantly higher than that of the right side ($P < 0.05$). The ratio of peak torque of the lower limb at different angular velocities: the hip, knee and ankle joint flexor force absolute ratio was 1.6 : 1.4 : 1. The ratio of the absolute force of the extensor was 10.8 : 7.4 : 1. The flexor force of the hip, knee and ankle joints was 1.3 : 1.2 : 1. The explosive force of the extensor was 9.2 : 8.2 : 1. Antagonistic/active muscle ratio: the hip, knee and ankle joints were 0.56, 0.73, and 3.86 in the absolute force test, respectively. The hip, knee and ankle joints were 0.65, 0.60 and 4.66, respectively in the explosive force test. There were significant differences in the explosive force between left and right sides of the hip and ankle joints ($P < 0.05$). The heteronymous muscle strength ratio: 10%–20% difference was in the flexor absolute force and knee hip and ankle extensor explosive force. The level of muscular endurance of the lower extremities: the tolerance of the extensor group showed significant difference between left and right knee joints ($P < 0.05$). The differences were significant in the flexion and extensor groups between left and right ankle joints ($P < 0.01$). These results indicate that with the angular velocity increasing, the relative peak torque of bilateral hip and knee and ankle flexor and extensor was reduced in young male tennis players. The order of lower limb flexion and extension muscle peak torque was hip > knee > ankle. Moreover, the explosive force changes of ankle at rapid extension were obvious than those of hip and knee joint. There are significant differences in the heteronymous muscle strength ratio in the hip and ankle joint flexion and extension explosive force, so it is recommended to strengthen the flexor explosive force of the right hip joint. The hip flexion and extension endurance in young male tennis players is relatively good, and therefore, the endurance exercise of ankle extensor and knee flexor should be trained more.

Subject headings: Tennis; Adolescent; Athletes; Muscle Strength; Tissue Engineering

Funding: the Humanities and Social Science Project of Education Department of Sichuan Province, No. 18SB0005

0 引言 Introduction

等速肌力测试系统能够衡量受试者单关节或关节链不同运动模式以及运动角速度下的肌力参数^[1-3]。近年来等速肌力测试越来越多应用到运动员群体^[2-8]。网球是一项有氧和无氧结合的运动^[9]，在全民健身的背景下，如今越来越多的青少年参与这项运动，那么长期练习对他们关节力量素质有何影响值得学者关注。

国内鲜有文献报道青少年网球运动员等速肌力特征。柳爱莲等^[10]使用Cybex-6000等速仪器分别对136名青少年网球运动员的肩关节内、外旋肌力进行等速向心测试，比较双侧差异，完善了网球运动员肩部运动生物力学参数。另外多数研究对象涉及成年网球运动员。吴升光等^[11]对11名男子网球运动员膝关节进行60 (°)/s和180 (°)/s角速度测试，显示膝关节向心力随测试速度增加显著减少，离心力则无显著差异，且优势侧与非优势侧差异显著。丁浩男等^[12]采用Isomed2000等速测试仪，对大学生网球运动员肩关节进行屈伸测试，旨在指导力量训练及预防运动损伤。国外对网球运动员等速肌力研究仍集中在成年网球运动员，测试部位为肩关节或其他单关节。Kim等^[13]比较了肩关节损伤与健康的成年网球选手肩关节60 (°)/s和240 (°)/s内旋和外旋的肌力，认为加强内外旋肌力锻炼能防止肩部

受伤。Julienne等^[14]分析10名成年网球运动员的优势肌和非优势侧肩关节肌群的等速肌力和肌电图差异，认为优势侧与非优势侧在肌力和疲劳指数上并无显著差异。Bazzucchi等^[15]对成年网球运动员等速屈肘运动时拮抗肌的电信号进行分析，认为相比普通组减少了肌肉共同收缩。另外，Bihter等^[16]分析了9名12-14岁青少年网球运动员腕关节屈伸等速肌力与握力之间关系，认为坐姿位置腕关节肌力与握力显著正相关。

总结前人对网球运动员等速肌力测试的文献：研究对象集中在成年网球运动员，测试肩关节或单个关节且研究样本有限。鉴于此，该研究以2015至2018年四川省网球运动管理中心集训的162名青少年男子网球运动员为研究对象，分析下肢关节不同角速度的等速肌力，建立了下肢关节不同角速度等速肌力模型，为指导青少年网球运动员力量训练减少运动损伤提供理论依据。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 青少年运动员等速肌力实验。

1.2 时间及地点 测试时间跨度2015年1月至2017年12月，测试地点在四川省运动技术学院体能实验室。

1.3 对象 以四川省网球运动管理中心集训的162名青少

年男子网球运动员为研究对象。

纳入标准: ①年龄分布在12-15岁男性青少年网球运动员; ②进行系统网球训练至少2年; ③运动等级达三级或以上; ④通过了健康体检和问卷调查; ⑤签订了知情同意书。

排除标准: ①明显的下肢关节或肌肉损伤; ②近3个月内未进行系统训练; ③近期服用药物; ④未完成整个测试流程。

基本信息见表1。

1.4 方法

等速肌力测试: 采用IsoMed 2000等速肌力测试仪, 测试所有受试者的双侧髌、膝和踝关节屈伸模式的等速肌力, 角速度选取60 (°)/s、5次和240 (°)/s、25次(组间休息90 s)。在测试前受试者被告知测试目的、流程及注意事项, 并进行约15 min的下肢热身。受试者髌关节测试取仰卧位(关节活动度135°)、膝关节测试取坐位(关节活动度80°)、踝关节测试取仰卧位(关节活动度60°)。选取等速向心和离心模式, 首先让受试者熟练感知相应的等速运动, 待证实测试前进行两三次亚极限练习, 正式测试过程实验人员对受试者进行言语鼓励确保测试关节以最大力输出。研究认为针对运动员群体60 (°)/s测试的峰力矩或相对峰力矩能代表绝对力, 240 (°)/s测试代表爆发力^[1-2]。

1.5 主要观察指标 ①相对峰力矩^[1-2], 指峰力矩与体质量的比值, 排除了体质量因素对力量的影响; ②拮抗/主动肌比^[1-2], 指关节运动时拮抗肌与主动肌峰力矩的比值, 研究指屈肌与伸肌峰力矩比值, 反映关节运动时拮抗肌与主动肌比例, 对判断关节稳定性、预防损伤有指导意义; ③异侧同名肌力比^[1-2], 指左右侧同关节相同运动功能肌群的峰力矩比值, 研究为左侧/右侧。研究认为<10%为正常范围, >20%有临床意义会增加由于双侧肌力不平衡导致的损伤风险; ④肌肉耐力^[17], 研究以240 (°)/s测试中21-25次关节运动做功与1-5次做功的比值来衡量肌肉耐力, 接近1说明肌群耐力越好。

1.6 统计学分析 采用SPSS 16.0对所有受试者双侧下肢等速肌力相关指标进行 $\bar{x}\pm s$ 处理, 其中左右侧相同角速度以及相同指标进行配对样本 t 检验, 显著水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入青少年男子网球运动员162名, 全部进入结果分析。

2.2 青少年男子网球运动员下肢进行不同角速度等速肌力测试结果 见表2-6。

(1)相对峰力矩: 髌关节左侧屈肌爆发力显著大于右侧($P < 0.05$), 右侧伸肌爆发力非常显著大于左侧($P < 0.01$); 膝关节左侧屈、伸绝对力和屈肌爆发力显著大于右侧($P < 0.05$); 踝关节左侧屈肌爆发力显著大于右侧($P < 0.05$)。

(2)髌、膝和踝关节屈和伸肌绝对力比值分别为1.6 : 1.4 : 1和10.8 : 7.4 : 1。髌、膝和踝关节屈和伸肌爆发力

为1.3 : 1.2 : 1和9.2 : 8.2 : 1。说明下肢不同关节同名肌群的绝对力和爆发力均表现为髌>膝>踝。

(3)拮抗/主动肌比: 绝对力测试中髌、膝和踝关节分别为0.56, 0.73和3.86。爆发力测试中髌、膝和踝关节分别为0.65, 0.60和4.66, 髌、膝和踝关节左右侧绝对力测试差异无显著性意义($P > 0.05$), 髌和踝关节左右侧爆发力测试差异有显著性意义($P < 0.05$), 膝关节爆发力测试差异无显著性意义($P > 0.05$)。

(4)下肢异侧同名肌力比: 差异在10%-20%为膝关节屈肌绝对力, 髌和踝伸肌爆发力。

(5)下肢肌肉耐力: 左、右髌关节的屈、伸肌群耐力, 膝关节伸肌群耐力差异有显著性意义($P < 0.05$)。左右踝关节屈、伸肌群耐力差异有非常显著性意义($P < 0.01$)。

3 讨论 Discussion

研究发现良好的力量素质能提升运动员的运动能力并降低运动损伤率^[14-15]。当前评价运动员力量训练效果以整体评估为主, 如测试他们的深蹲、硬拉、高翻和卧推数据的变化, 缺乏对单关节不同运动肌群的分析。研究基于IsoMed 2000等速肌力测试仪, 能精细化分析受试者单关节的肌力水平, 探讨青少年网球运动员下肢不同角速度的屈、伸肌等速肌力, 评估力量训练的效果, 为科学化力量训练、预防运动损伤提供借鉴。网球运动需要参与者完成大量的短距离奔跑、滑步、急停和变相等动作^[9]。从解剖学和运动生物力学角度分析, 奔跑的启动阶段受试者下肢要有良好的伸肌爆发力。急停对踝关节制动能力要求高, 表现为较强的背屈肌(小腿前群肌)。而变相对受试者膝关节扭转产生较大的力矩, 为此强有力的膝关节肌群将保护受试者关节的稳定性。为此分析青少年男子网球运动员下肢关节肌力有积极意义。

3.1 相对峰力矩 等速测试中一般采用峰力矩(关节等速运动过程中最大力矩值), 但不能排除体质量对力量造成的影响。研究对象162名青少年男子网球运动员体质量不一, 为此采用相对峰力矩(峰力矩/体质量)来衡量受试者关节肌力。对受试者双侧相同肌群力进行配对样本 t 检验, 主要发现: 髌关节左侧屈肌爆发力显著大于右侧, 右侧伸肌爆发力非常显著大于左侧。膝关节左侧屈、伸肌绝对力和屈肌爆发力显著大于右侧。踝关节左侧屈肌爆发力显著大于右侧。说明青少年男子网球运动员下肢不同关节不同肌群左右侧均有差异。为此, 应注重薄弱环节肌群的针对性力量训练。目前对青少年男子网球运动员下肢关节同角速度屈和伸的相对峰力矩比值范围尚无文献报道。为此, 该研究给出了参考范围, 为青少年男子网球运动员力量训练提供借鉴。通过建立下肢不同角速度峰力矩比值发现, 髌、膝和踝关节屈肌绝对力比值为1.6 : 1.4 : 1; 伸肌绝对力比值为10.8 : 7.4 : 1; 髌、膝和踝关节屈肌爆发力为1.3 : 1.2 : 1; 伸肌爆发力为9.2 : 8.2 : 1。研究建立的青少年男

表 1 青少年男子网球运动员 162 名基本信息

Table 1 Baseline data of the 162 young male tennis players

项目	平均值($\bar{x}\pm s$)
年龄(岁)	15.6±2.7
身高(cm)	172.3±11.6
体质量(kg)	60.8±6.9
训练年限(年)	4.3±1.4

表 3 受试者髋、膝和踝关节不同角速度比值

Table 3 Ratio of hip, knee, and ankle joints under different angular velocities

角速度[(°/s)]	模式	髋:膝:踝		
		左	右	平均
60	屈	1.5 : 1.5 : 1	1.6 : 1.3 : 1	1.6 : 1.4 : 1
	伸	10.3 : 7.5 : 1	11.2 : 7.3 : 1	10.8 : 7.4 : 1
240	屈	1.3 : 1.2 : 1	1.2 : 1.1 : 1	1.3 : 1.2 : 1
	伸	7.6 : 8.3 : 1	10.7 : 9.6 : 1	9.2 : 8.2 : 1

表注: 踝关节屈为趾屈, 伸为背屈。

表 2 受试者髋、膝和踝关节不同角速度相对峰力矩

($\bar{x}\pm s$, $n=162$, Nm/kg)

Table 2 Relative peak torque of the hip, knee, and ankle joints under different angular velocities

角速度[(°/s)]	模式	髋		膝		踝	
		左	右	左	右	左	右
60	屈	2.03±0.21	2.06±0.16	1.96±0.32	1.67±0.36 ^a	1.35±0.20	1.30±0.18
	伸	3.62±0.30	3.70±0.42	2.63±0.56	2.41±0.44 ^a	0.35±0.10	0.33±0.13
240	屈	1.82±0.18	1.70±0.29 ^a	1.69±0.16	1.56±0.23 ^a	1.44±0.18	1.39±0.30 ^a
	伸	2.50±0.26	3.00±0.37 ^b	2.74±0.70	2.69±0.45	0.33±0.03	0.28±0.04

表注: 踝关节屈为趾屈, 伸为背屈。与左侧相同指标比较, ^a $P < 0.05$; ^b $P < 0.01$ 。

表 4 受试者髋、膝和踝关节拮抗/主动肌比

($\bar{x}\pm s$, $n=162$)

Table 4 Antagonism/active muscle ratio of the hip, knee, and ankle joints

角速度[(°/s)]	髋		膝		踝	
	左	右	左	右	左	右
60	0.56±0.13	0.56±0.11	0.75±0.15	0.69±0.13	3.84±0.76	3.89±0.82
240	0.73±0.12	0.57±0.09 ^a	0.62±0.25	0.58±0.17	4.36±1.28	4.96±1.16 ^a

表注: 与左侧相同指标比较, ^a $P < 0.05$ 。

表 5 受试者髋、膝和踝关节异侧同名肌力比

($\bar{x}\pm s$, $n=162$)

Table 5 Heteronymous muscle strength ratio of the hip, knee, and ankle joints

角速度[(°/s)]	髋		膝		踝	
	屈	伸	屈	伸	屈	伸
60	0.99±0.10	0.98±0.16	1.17±0.20 ^a	1.09±0.25	1.04±0.18	1.06±0.17
240	1.07±0.16	0.83±0.24 ^a	1.08±0.12	1.02±0.20	1.04±0.20	1.18±0.10 ^a

表注: 踝关节屈为趾屈, 伸为背屈。^a表示左右侧差异分布在 10%-20%。

表 6 受试者髋、膝和踝关节肌耐力

($\bar{x}\pm s$, $n=162$, 比值)

Table 6 Muscle endurance of the hip, knee, and ankle joints

肢侧	髋		膝		踝	
	屈	伸	屈	伸	屈	伸
左	0.82±0.13 ^a	0.80±0.03 ^a	0.70±0.14	0.64±0.08 ^a	0.90±0.13 ^b	0.72±0.10 ^b
右	0.90±0.16	0.93±0.17	0.77±0.11	0.75±0.11	0.43±0.12	0.45±0.12

表注: 踝关节屈为趾屈, 伸为背屈。与右侧相同指标比较, ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$ 。

子网球运动员下肢不同角速度峰力矩比值为今后青少年网球运动员力量训练提供定量依据, 同时为运动改善青少年力量素质提供数据参考。

随着测试角速度的增加, 青少年男子网球运动员下肢屈、伸肌相对峰力矩出现不同程度下降。分析其原因, 研究认为当肌肉处在最佳长度时, 随着运动速度增加产生的最大力下降, Hill用数学方程解释这一现象, $F=(F_0b-av)/(b+v)$, F 指肌肉在最佳长度时的最大力, F_0 指最佳长度时的最大等长力, v 是缩短速度, a 和 b 分别为力(N)和速度(m/s)的常数^[16]。多数学者测试其他项目运动员也证实此观点, 一系列研究对象包括跳远^[1]、篮球^[2]、举重^[18]、游泳以及武术运动员^[19-20], 均有一致的结论, 认为随着角速度增加相对峰力矩不同程度下降。值得注意的是踝关节趾屈出现相反结论, 随着角速度增加相对峰力矩增加。余利容等^[18]认为随着测试角速度的增加, 受试者相对峰力矩减小越少, 说明快肌纤维参与比例多, 爆发力好。作者认为可能与网球项目要求运动员经常进行急停动作有关, 急停对踝关节力量爆发力要求很高, 说明青少年男子网球运动员踝关节爆发力素质好。

3.2 拮抗/主动肌比值 研究发现合理的拮抗/主动肌比值能预防在运动过程中主动肌或拮抗肌的拉伤, 确保技术动作的顺利完成, 对关节稳定性有积极影响^[1]。研究对162名青少年男子网球运动员的下肢左右侧关节不同角速度拮抗/主动肌比值进行分析, 主要发现: 绝对力测试中髌、膝和踝关节分别为0.56, 0.73和3.86。爆发力测试中髌、膝和踝关节分别为0.65, 0.60和4.66。其中髌和踝关节左右侧爆发力测试有显著差异。

当前缺乏对网球运动员下肢等速肌力的报道。据作者所知目前仅一项研究报道成年网球运动员膝关节等速肌力特征^[11]。而对其他项目青少年运动员下肢等速肌力研究集中在膝关节(H/Q值), 其中以青少年篮球运动员居多, 罗兴来^[21]认为青少年男子篮球运动员膝关节绝对力和爆发力H/Q值分别为0.68和0.75。林长地等^[2]认为绝对力和爆发力H/Q值分别0.64和0.68之间。研究发现青少年男子网球运动员绝对力和爆发力H/Q值均不低于0.6(分别0.73和0.60)。吴新华等^[1]认为不同项目运动员H/Q是不同的, 跳跃项目运动员低于0.6会增加股后肌群拉伤的风险。网球运动员在发球过程中需进行起跳动作, 因此H/Q值不宜过小。目前对青少年男子网球运动员髌和踝关节拮抗/主动肌比值尚无定论, 此次试验结果为今后研究提供参考。有学者报道了青少年男子篮球运动员髌和踝关节比值, 绝对力分别为0.72和4.76, 爆发力分别为0.70和4.70^[2]。此次研究对象虽不同, 但是踝关节爆发力比值接近(4.66), 而髌关节较小, 说明网球运动员的屈髌肌力较小, 这可能与运动项目不同有关。

3.3 异侧同名肌力比值和肌肉耐力 当前研究认为运动员异侧同名肌力差距不足10%, 运动损伤风险低,

10%~20%需引起重视, 而大于20%将加大运动损伤风险^[18-22]。研究分析了162名青少年男子网球运动员下肢不同运动模式的异侧同名肌, 对预防青少年网球运动员运动损伤有一定的临床意义。结果主要发现: 膝关节屈肌绝对力, 髌和踝伸肌爆发力差异在10%~20%, 需引起重视。为此, 平时力量训练中需加强弱侧相关肌群锻炼, 建议后续定期进行双侧肌力评估, 减少伤病发生的风险。

肌肉耐力指肌肉重复收缩时耐受疲劳的能力^[23-24], 网球比赛长达数小时, 如打入抢七所需时间更长, 为此良好的肌肉耐力是保持整场比赛高水平的重要因素之一。研究以等速爆发力测试中第21~25次总做功与第1~5次总做功比值(做功衰减程度, 接近1说明耐力好), 来衡量受试者关节运动肌群的耐力。目前未明确青少年男子网球运动员肌肉耐力的范围。研究给出参考值, 为指导力量训练提供依据。结果显示, 青少年男子网球运动员下肢屈伸肌群耐力水平, 髌为0.86和0.87, 膝为0.74和0.70, 踝为0.67和0.59。其中左、右髌关节的屈、伸肌群耐力, 膝关节伸群耐力和踝关节屈、伸肌耐力差异显著, 为此需要加强弱侧相关肌群耐力训练。另外, 作者发现下肢屈伸肌群耐力水平均表现为髌>膝>踝。然而, 极少有文献报道运动员各关节肌群的耐力水平。有学者研究了优秀男子跳远运动员下肢肌群耐力, 屈肌群耐力水平表现为踝>髌>膝, 伸肌群为髌>膝>踝^[1], 其中屈肌群耐力此次研究结论不一致, 推测可能与运动项目或年龄段不同有关。研究存在局限性, 如未能测试肩、肘、腕关节以及躯干的等速肌力, 未能比较与同年龄段非运动专业青少年等速肌力差异, 以丰富运动促进中国青少年身体健康的理论。

结论:

(1)随着测试角速度的增加, 青少年男子网球运动员双侧髌、膝和踝关节屈、伸相对峰力矩减小, 下肢屈和伸肌相对峰力矩表现为髌>膝>踝; 踝关节快速伸的爆发能力变化较髌、膝关节大。髌、踝关节屈伸爆发力的异侧同名肌力差异显著。建议加强右侧髌关节屈肌爆发力练习; 髌关节屈伸耐力相对较好。建议增加踝关节伸肌、膝关节屈伸肌耐力练习。

(2)建立162名青少年男子网球运动员下肢关节不同角速度等速肌力参考值。拮抗/主动肌比值: 绝对力测试, 髌、膝和踝关节分别为0.56, 0.73和3.86。爆发力测试, 髌、膝和踝关节分别为0.65, 0.60和4.66; 下肢关节屈或伸肌力比范围: 髌、膝和踝关节屈肌绝对力比值为1.6:1.4:1。伸肌绝对力比值为10.8:7.4:1。髌、膝和踝关节屈肌爆发力为1.3:1.2:1。伸肌爆发力为9.2:8.2:1; 下肢屈伸肌群耐力水平: 髌为0.86和0.87, 膝为0.74和0.70, 踝为0.67和0.59。

作者贡献: 第一作者和通讯作者构思并设计实验, 并与通讯作者共同分析文献资料。第一作者起草, 经通讯作者审核, 第一作者对文章负责。

经费支持: 该文章接受了“四川省教育厅人文社科一般项目(18SB0005)”的资助。所有作者声明,经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程,没有因其岗位角色影响文章观点和对数据结果的报道,不存在利益冲突。

伦理问题: 试验研究的实施符合《赫尔辛基宣言》的相关伦理要求。受试者均为自愿参加。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合本刊发稿宗旨。

作者声明: 第一作者和通讯作者对研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁,可接受核查。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] 吴新华,蒋云飞,程亮,等.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, 39(10):86-89.
- [2] 林长地,程亮.少年男篮运动员下肢等速肌力与纵跳高度、速度的相关性分析[J].山东体育科技, 2015,37(4):72-76.
- [3] Brown S R, Brughelli M, Bridgeman L A. Profiling Isokinetic Strength by Leg Preference and Position in Rugby Union Athletes. Int J Sport Physiol. 2016; 37 (11):890-897.
- [4] Signorile JF, Sandler DJ, Smith WN, et al. Correlation analyses and regression modeling between isokinetic testing and on-court performance in competitive adolescent tennis players. J Strength Cond Res. 2005;19(3):519-526.
- [5] 宋爱晶,邓京捷,吕晓红,等等速肌力测试膝、踝关节及腰背肌力量的评价[J].中国组织工程研究, 2015, 19(46):7425-7429.
- [6] 陈星强,程亮,常书婉.四川省优秀自由式摔跤运动员膝关节等速力量测试的分析[J].四川体育科学, 2012,(5):32-35.
- [7] 鞠秀奎.青少年男子体操运动员主要关节的等速肌力特征[J].中国组织工程研究, 2016, 20(46):6922-6929.
- [8] 马涛,高炳宏.青少年运动员肩关节屈伸肌等速肌力测试与分析[J].中国组织工程研究, 2016, 20(24):3595-3601.
- [9] 杨伊里,程亮.网球项目专项训练监控研究综述[J].四川体育科学, 2012, 24(3): 24-29.
- [10] 柳爱莲.我国青少年网球运动员盂肱关节旋转等速肌力研究[J].武汉体育学院学报, 2008, 42(3):68-72.
- [11] 吴升光,陈九州.男性网球选手股四头等速向心及离心肌力分析[J].中国运动医学杂志, 1994,13(1):39-43.
- [12] 丁浩男.大学生网球运动员肩关节屈伸肌等速向心肌力特征研究[J].体育科技, 2013, 34(4):86-87.
- [13] Kim, Soon Young. A Comparative Study on Isokinetic Muscular Strength of Internal and External Rotation on Shoulder for Shoulder Injuries in Tennis Players. Korean J Sport Sci. 2017; 26(5):1359-1366.
- [14] Julienne R, Gauthier A, Davenne D. Fatigue-resistance of the internal rotator muscles in the tennis player's shoulder: isokinetic and electromyographic analysis. Phys Ther Sport. 2012;13(1):22.
- [15] Bazzucchi I, Riccio ME, Felici F. Tennis players show a lower coactivation of the elbow antagonist muscles during isokinetic exercises. J Electromyogr Kinesy. 2008; 18(5):752-759.
- [16] Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan, Çağlar Soylu, et al. Determination of the relationship between the wrist isokinetic muscle strength and the grip strength in tennis players aged between 12-14. Orthopaedic J Sports Med. 2017; 5 (2_suppl2): 2325967117S0007.
- [17] 林长地,程亮,林晞.全身振动训练对老年女性平衡能力和下肢关节肌力的影响[J].首都体育学院学报, 2015, 27(6): 572-576.
- [18] 余利容,张乾伟.优秀男子举重运动员专项成绩与下肢等速肌力相关回归分析[J].武汉体育学院学报, 2017, 51(6):89-94.
- [19] 辜伟,程亮.优秀女子武术运动员膝关节等速力量测试研究[J].成都体育学院学报, 2013, 39 (4): 77-80.
- [20] 卢澎涛.优秀男子游泳运动员肩关节等速肌力特征分析[J].成都体育学院学报, 2014, 40(12):58-62.
- [21] 罗兴来,刘雪峰,程亮.四川省少年男篮运动员膝关节等速肌力特征分析[J].四川体育科学, 2016, 35(3):36-39.
- [22] Sonza A, Andrade MC. Analysis of the isokinetic torque curves in shoulder movements. Rev Bras Med Esporte. 2012;18(2): 91-94.
- [23] Tanaka D, Suga T, Tanaka T, et al. Ischemic Preconditioning Enhances Muscle Endurance during Sustained Isometric Exercise. Int J Sports Med. 2016; 37(8): 614-618.
- [24] Hartmann H, Wirth K, Keiner M, et al. Short-term Periodization Models: Effects on Strength and Speed-strength Performance. Sports Med. 2015;45(10): 1373-1386.