

女子手球运动员膝、踝关节屈伸肌群等速测试结果分析

曹峰锐

(太原理工大学 体育学院, 山西 太原 030024)

摘要: 运用 CON-TREX 等速测试系统对广东省女子手球运动员的膝和踝关节进行等速向心测试。结果发现: 受试队员两关节伸肌的相对峰力矩值均显著大于屈肌; 右膝关节屈伸肌比值在 $60^\circ/s$ 测试速度下偏高; 踝关节伸屈肌相对峰力矩的比值为 39%~48%; 大部分受试队员两侧踝关节同名肌峰力矩差值百分比均大于 10%。结果说明: ①女手球队员膝关节和踝关节的伸肌力量均大于屈肌力量。②女手球队员右膝关节屈伸肌力量比例不合理; 踝关节屈伸肌力量比例合理。③大部分队员两侧踝关节同名肌力量不平衡, 这同手球的专项特点以及力量训练有关。

关键词: 运动生物力学; 峰力矩; 等速测试; 女手球运动员; 膝关节; 踝关节
中图分类号: G804.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2009)10-0102-04

Analysis of the isokinetic test results of the knee and ankle joint flexors and extensors of female handball players

CAO Feng-rui

(School of Physical Education, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Author used the CON-TREX isokinetic test system to perform isokinetic centripetal tests on the knee and ankle joints of female handball players in Guangzhou province, and revealed the following findings: the relative peak torque values of the two joint flexors of the tested players are significantly greater than the same of the extensors; at the test speed of $60^\circ/s$, the ratio of flexor strength to extensor strength of the right knee joint is on the high side; the range of the ratio of extensor relative peak torque to flexor relative peak torque of the ankle joints is 39%~48%; the percentage of the difference between the homonymous muscle peak torque values of the left and right ankle joints of most tested players is greater than 10%. The said findings indicate the followings: 1) the extensor strength of the knee and ankle joints of the female handball players is greater than the extensor strength; 2) the proportion between the flexor strength and extensor strength of the right knee joint of the female handball players is irrational, while the proportion between the flexor strength and extensor strength of their ankle joints is rational; 3) the homonymous muscle strength of the left and right ankle joints of most tested players is unbalanced, which is related to dedicated handball technique and strength training.

Key words: sports biomechanics; peak torque; isokinetic test; female handball player; knee joint; ankle joint

手球运动项目对运动员的力量、速度、耐力、灵敏、柔韧等运动素质有全面的要求, 该项目属于技战术主导类对抗性项群中的同场对抗类项目^[1]。而力量素质是竞技运动中的首要素质, 在技战术主导类对抗性项群中占有重要的地位, 也是赢取比赛的关键因素。近些年, 国内外科研人员运用等速测试对不同项目运动员的不同关节肌群力矩特征作了大量研究。然而,

运用等速测试研究手球项目运动员的关节肌群力矩特征还比较少, 国内只有 2 篇相关报道。国外运用等速研究主要集中在膝关节前十字韧带损伤的运动康复以及手球队员肩关节等速向心屈伸肌峰力矩同球速的相关性方面^[2]。

纵观已有的关于手球的等速研究报道^[2-5], 笔者发现, 国内外对手球项目运动员膝、踝关节肌群的等速

力矩特征的研究比较少,到目前为止没有对手球项目运动员膝和踝关节屈伸肌群的等速力矩特征作系统的研究。本文通过瑞士生产的 Con-TREX Biomechanical Test-and Training systems(Con-TREX 等速测试和训练系统)对手球运动员膝和踝关节进行等速向心测试,选取相对峰力矩、关节肌群屈伸肌比值和左右同名肌群峰力矩差值百分比 3 个指标,对手球项目运动员膝和踝关节肌群的力量特征进行系统的研究,以诊断受试运动员膝和踝关节肌群等速向心测试力矩特征以及从中反映出力量方面存在的不足,并且在此基础上给出相关的建议。希望通过研究不但能够丰富等速测试应用于运动训练方面,特别是手球运动项目的研究,而且为手球项目运动员的选材提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

广东省女子手球队运动员 15 名,年龄(19.1 ± 1.9)岁;身高(176.4 ± 5.1)cm;体重(68.1 ± 5.1)kg;运动年限(4.3 ± 1.6)年。受试关节无运动损伤。其中国家级运动健将 8 名,其余均为一级运动员。

1.2 实验方法

1)测试仪器。瑞士生产的 CON-TREX Biomechanical Test-and Training systems(CON-TREX 人体肌力评估和训练系统)。

2)测试方法。在本研究中,膝关节测试选取的角速度为 60、90 和 240 ($^{\circ}$)/s;踝关节测试选取的角速度为 30、90 和 120 ($^{\circ}$)/s。其中 30、60 ($^{\circ}$)/s 为慢速,在此测试速度下所测出的力矩值主要反映肌肉的绝对力量,90 和 120 ($^{\circ}$)/s 为中速,所测出的力矩值主要反映肌肉的快速力量;240 ($^{\circ}$)/s 测试速度为快速,所测出的力矩值主要反映肌肉的力量耐力。

正式测试时每侧膝关节 60、90 和 240 ($^{\circ}$)/s 各做 1 组,其中 60 和 90 ($^{\circ}$)/s 各做 8 次,组间休息 30 s。240 ($^{\circ}$)/s 做 30 次。每侧踝关节 30、90 和 120 ($^{\circ}$)/s

每组做 8 次,组间休息 30 s。测试前,对仪器进行常规标定。运动员做好充分的准备活动,使受试者熟悉测试过程,并且进行预测试。测试顺序为:先测膝关节,后测踝关节,左右肢随机测试,两侧相同关节的间歇时间为 3 min,测完膝关节后间歇 5 min 再测踝关节。膝关节测试时,运动员取坐位,用绑带固定好上体和大腿,受试者的双手紧握测试椅两侧的把手,动力仪的旋转轴心对准膝关节的中心,小腿固定在动力臂的下方。踝关节测试时,运动员取俯卧位,用绑带固定好身体。动力仪旋转轴的轴心对准踝关节的中心。

3)测试指标。

(1)相对峰力矩(PT/BW):产生最大力矩占个体体重的比值,由于该指标排除了体重对力矩值的影响,因此可更好地比较不同个体间力量的差异。

(2)屈伸肌比值(H/Q 或 F/E):即关节屈肌力量与伸肌力量的比值。一般用该指标表示关节两侧肌群的平衡功能。

(3)左右侧同名肌群峰力矩差值百分比:(强侧肌群峰力矩值-弱侧肌群峰力矩值)/强侧肌群峰力矩值 \times 100%。该指标反映左右肢同名肌力量的均衡程度。

4)数据处理。

采用 SPSS12.0 统计软件包对所测数据进行统计学分析,测试数据用 $\bar{x} \pm s$ 来表示,选取独立样本 T 检验统计学方法对所测关节肌群的各指标进行数据统计。本文定义差异显著性水平为 $P < 0.05$,非常显著性水平为 $P < 0.01$ 。

2 研究结果及分析

2.1 关节屈伸肌相对峰力矩特征

从表 1 中可看出:受试者膝和踝关节屈伸肌相对峰力矩值均随测试速度的增加而减小,两关节伸肌的相对峰力矩值均显著大于屈肌,只有踝关节左右侧屈肌在 60 和 120 ($^{\circ}$)/s 测试速度下差异显著($P < 0.05$)。

表 1 关节屈伸肌相对峰力矩 ($\bar{x} \pm s$)

受试肌 (n=15 人)	膝关节			踝关节		
	60 ($^{\circ}$)/s	90 ($^{\circ}$)/s	240 ($^{\circ}$)/s	30 ($^{\circ}$)/s	60 ($^{\circ}$)/s	120 ($^{\circ}$)/s
左侧伸	2.18 \pm 0.30	2.03 \pm 0.26	1.49 \pm 0.19	1.31 \pm 0.30	1.02 \pm 0.23	0.76 \pm 0.20
右侧伸	2.21 \pm 0.49	2.11 \pm 0.33	1.49 \pm 0.27	1.22 \pm 0.28	1.03 \pm 0.33	0.80 \pm 0.27
<i>P</i>	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> >0.05
左侧屈	1.43 \pm 0.32	1.32 \pm 0.29	1.10 \pm 0.18	0.42 \pm 0.07	0.37 \pm 0.06	0.30 \pm 0.08
右侧屈	1.52 \pm 0.25	1.43 \pm 0.23	1.17 \pm 0.21	0.39 \pm 0.04	0.32 \pm 0.05	0.25 \pm 0.03
<i>P</i>	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> <0.05	<i>P</i> <0.05

2.2 关节屈伸肌峰力矩比值

从表 2 中可以看出受试队员膝和踝关节肌群的屈

伸比值随测试速度的增加呈现的特征并不完全一致。膝关节肌群的峰力矩屈伸比值随测试速度的增加先减

小后增大的特征；左踝关节肌群的屈伸峰力矩比值随测试速度的增加而增加，右踝关节肌群的屈伸峰力矩比值随测试速度的增加呈现先增大后减小，整体上膝

关节从 60~240 ($^{\circ}$)/s、踝关节从 30~120 ($^{\circ}$)/s 呈现出增大的趋势。

表 2 关节屈伸肌峰力矩比值 ($\bar{x} \pm s$)

受试侧 (n=15 人)	膝关节			踝关节			%
	60 ($^{\circ}$)/s	90 ($^{\circ}$)/s	240 ($^{\circ}$)/s	30 ($^{\circ}$)/s	60 ($^{\circ}$)/s	120 ($^{\circ}$)/s	
左侧	65.2±10.4	64.6±10.7	74.0±10.2	33.5±9.8	37.6±9.8	40.5±10.3	
右侧	70.3±10.1	68.1±8.5	79.1±12.1	33.4±9.2	34.6±12.0	33.9±9.9	

2.3 两侧关节同名肌峰力矩差值百分比

从测试结果来看，有两名队员膝关节在 3 种不同测试速度下均明显大于 10%，大部分队员值均在 10%

以内；而两侧踝关节同名肌峰力矩差值百分比在 3 种不同测试速度下大部分受试队员均大于 10% (表 3)。

表 3 两侧关节同名肌峰力矩差值百分比 ($\bar{x} \pm s$)

受试肌 (n=15 人)	膝关节			踝关节			%
	60 ($^{\circ}$)/s	90 ($^{\circ}$)/s	240 ($^{\circ}$)/s	30 ($^{\circ}$)/s	60 ($^{\circ}$)/s	120 ($^{\circ}$)/s	
伸肌	14.5±13.8	9.7±8.5	8.6±6.0	13.3±10.9	16.3±10.2	20.8±10.8	
屈肌	12.5±12.2	11.7±15.2	9.9±7.4	16.2±8.8	14.8±7.7	20.1±13.0	

3 讨论

等速测力系统所测的结果并不是力，而是力矩。

力矩是目前等速测试中最常用的指标。但可以通过力矩值间接地反映出关节肌的力量大小。绝对峰力矩值因受试者体重的差异而造成的个体差异较大，所以大多采用相对峰力矩值，即峰力矩与体重的比值，由于该指标排除了体重对力矩值的影响，因此可更好地比较不同个体间力量的差异。受试者关节屈伸肌相对峰力矩值随着角速度的增加而减少，这与经典的希尔方程得出的力矩速度关系一致。檀志宗等^[6]利用等速测力技术探讨优秀女子手球、足球和自行车运动员膝关节屈伸肌群肌力特征时也发现手球运动员膝关节屈伸肌群峰力矩随测试角速度的增加而减少。肌力随肌肉收缩速度的增加而下降的原因可能是由于收缩单元中的横桥断开与联系时损失肌力，以及收缩单元和结缔组织中的流体黏滞性。因此随着收缩速度的增加，需要更大的内力去克服这些黏滞阻力，并造成肌肉张力更明显的下降。当开始收缩时速度较低、收缩时间较长，参与活动的肌群能够达到较高的激活状态，表现出的峰力矩就大；随着角速度的增加、肌群收缩时间的减少，参与活动的肌群所能达到的激活状态也会随之降低，因此表现出来就是向心力矩随着角速度的增加而减少。檀志宗等^[6]利用等速测力技术测得上海市 8 名女子手球运动员膝关节屈伸肌群在 90 ($^{\circ}$)/s 测试速度下，屈肌相对峰力矩为(0.47 ± 0.07) Nm/kg，伸肌相对峰力矩为(0.77 ± 0.08) Nm/kg。从表 1 中可以看出，

本研究在相同测试角速度下广东女子手球队员膝关节屈伸肌相对峰力矩值均明显大于上海女子手球队员，然而从十运会以及历年的比赛情况来看，上海手球队的综合实力要强于广东队^[7]。究其原因，可能是一方面由于测试仪器的不同，檀志宗测试的仪器是用 CYBEX-Norm 型等速肌力测试与康复系统；另一方面，广东女子手球队比较注重膝关节肌群的力量训练；再就是受试者样本量的不同也是其中原因之一。王向东等人^[8]研究发现：在等速向心测试中，男、女踝关节屈、伸肌群峰力矩随测试角速度的增加而减小，并且两种测试均表明伸肌群峰力矩大于屈肌群峰力矩($P < 0.05$)，说明我国健康青年踝关节背屈肌群力量普遍比较薄弱。从研究的测试数据来看，运动员也存在这一现象。

关节屈伸肌群力量的比值历来是体育训练和运动医学中重点研究的课题之一。如果该比值超出正常范围，不仅会影响比赛的成绩而且还容易引发关节肌肉的损伤。根据相关文献研究认为：膝关节在慢速等速测试 60 ($^{\circ}$)/s 时 H/Q 值在 67% 左右，而中速测试 180 ($^{\circ}$)/s 为 76% 左右，快速测试 240 ($^{\circ}$)/s 时为 83% 左右；一般运动员足背屈与跖屈峰力矩的比例约为(32.16 ± 10.03)%^[9-12]。从表 2 中可以看出，受试队员左膝关节屈伸肌峰力矩比值在不同速度测试下在合理范围内，但右膝关节屈伸肌在 60 ($^{\circ}$)/s 时其值偏高。这说明右膝关节屈伸肌力量比例不平衡，容易在训练或比赛中引发关节肌肉的拉伤。这可能是女手球队员在力量训练时过于偏重右膝关节屈肌的力量练习，所以使右膝

关节屈伸肌峰力矩比值偏高。这在以后的力量训练中应注意加强右膝关节伸肌的力量练习。檀志宗测得手球运动员膝关节屈伸肌群在 $90 (^{\circ})/s$ 测试速度下屈伸肌峰力矩比值为 $(61.8 \pm 7.5)\%$ 。张和莉等^[13]对四川省手球运动员等速测试显示, 膝关节屈伸肌峰力矩比值在 $60 (^{\circ})/s$ 测试速度下冬训前为 60% 、冬训后为 69.1% , 在 $240 (^{\circ})/s$ 测试速度下冬训前为 79.6% 、冬训后为 75.5% , 这与本文的研究结果相一致。在 3 种不同的测试速度下, 女手球队员踝关节屈伸肌相对峰力矩的比值范围为 $39\% \sim 48\%$ 。由此可看出本文的测试结果同报道的范围大体上相一致, 说明受试者踝关节屈伸肌力量平衡。

据相关研究显示: 左右侧同名肌的肌肉力量的比率差异在 10% 以内, 否则弱侧肌容易受伤^[14-15]。到目前为止, 还没见国内外有关研究手球项目运动员膝和踝关节两侧同名肌峰力矩差值百分比的文献。夏联富等^[16]研究显示, 在 90 和 $360 (^{\circ})/s$ 测试角速度下, 排球运动员膝关节同名肌峰力矩差值百分比分别为 $(8.1 \pm 6.9)\%$ 和 $(7.2 \pm 5.8)\%$; 跳高运动员膝关节同名肌峰力矩差值百分比分别为 $(7.3 \pm 6.5)\%$ 和 $(7.1 \pm 5.8)\%$ 。邓京捷等^[17]对广东省游泳队员进行两侧肩关节屈伸肌力量比率差异的研究认为整体上受试者左右肩关节屈、伸肌力量差异在 10% 以内, 只有个体之间存在较大的差别(大于 10%)。从本研究测试结果来看, 有两名队员膝关节在 3 种不同测试速度下均明显大于 10% , 大部分队员均在 10% 以内; 而两侧踝关节同名肌峰力矩差值百分比在 3 种不同测试速度下大部分受试队员均大于 10% 。这反映出受试队员踝关节屈伸肌群力量存在一侧偏高, 另一侧偏低的现象。由于手球项目强调单次攻防与突破, 更加强调快速起动和爆发能力, 对膝和踝关节屈伸肌群快速力量素质的要求较高, 在快速起动时往往是惯用侧关节肌群突然发力, 使得一侧肌群力量比另一侧同名肌群力量要大, 另外也同女手球队员在力量训练中没有重视对双侧同名肌力量的均衡训练有关。因此在以后的力量训练中应特别重视对两侧踝关节同名肌的力量均衡训练, 以防止运动损伤的发生。

参考文献:

- [1] 教材组. 体育院校通用教材: 运动训练学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2000: 35-36.
- [2] Zapartidis I, Gouvali M, Bayios I, et al. Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball[J]. J Sports Med Phys Fitness, 2007, 47(2): 169-78.
- [3] Bayios I A, Anastasopoulou E M, Sioudris D S, et al.

Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball[J]. J Sports Med Phys Fitness, 2001, 41(2): 229-35.

[4] Osterås H, Augestad L B, Tøndel S. Isokinetic muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Scand J Med Sci Sports, 1998, 8(5 Pt 1): 279-82.

[5] Lund-Hanssen H, Gannon J, Engebretsen L, et al. Isokinetic muscle performance in healthy female handball players and players with a unilateral anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Scand J Med Sci Sports, 1996, 6(3): 172-5.

[6] 檀志宗. 不同项目女运动员膝关节屈伸肌群肌力特征的比较[J]. 体育科研, 2007, 28(5): 46-48.

[7] 常青. 十运会女子手球前四名队攻防技术比较研究[J]. 北京体育大学学报, 2007, 30(6): 861-862.

[8] 王向东, 胡水清, 卢德明, 等. 中国青年踝关节屈、背屈肌群力量的研究[J]. 中国运动医学杂志, 2003, 22(11): 22-25.

[9] Dberg B. Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players[J]. Int J Sports Med, 1986, 7: 50-53.

[10] Garrick J G, Requa R K. The epidemiology of foot and ankle injuries in sports[J]. Clin Sports Med, 1988, 7(1): 29-36.

[11] Porter M U, Vandervoort A A. Standing strength training of the ankle plantar and dorsiflexors in older women, using concentric and eccentric contractions[J]. Eur J Appl Physiol, 1997, 76(1): 62-68.

[12] Paul G L. Reliability of isometric and isokinetic evaluations of ankle dorsi/plantar strength among older adults[J]. Isokinetics and Exercise Science, 1997, 1(4): 157-162.

[13] 张和莉. 对四川省手球运动员关节肌力训练的实验研究[J]. 成都体育学院学报, 1996, 20(4): 31-36.

[14] 杨静宜. 优秀运动员股四头肌、腓绳肌等速测定正常值的研究[J]. 北京体育学院学报, 1991, 14(3): 13-20.

[15] 李国平. 用等速测力法评定优秀运动员股四头肌和腓绳肌力量和耐力[J]. 中国运动医学杂志, 1988, 7(3): 143-148.

[16] 夏联富, 王晓东. 跳高、排球运动员膝关节屈伸肌群生物力学的特征[J]. 体育学刊, 2009, 16(3): 105-107.

[17] 邓京捷, 李听, 周卫涛. 广东省优秀游泳运动员肩屈伸肌等速力量指标特征[J]. 体育学刊, 1996, 3(3): 18-21.

[编辑: 郑植友]