



不同项目女运动员膝关节屈伸肌群肌力特征的比较

檀志宗, 王晨, 邱俊, 崔晓珠, 钱风雷

摘要: 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。结果发现: 不同类型的运动项目的运动员膝关节在运动中的作用明显不同, 导致膝关节屈伸肌群的力量成分要求也有所不同。因此结合专项特点, 合理发展专一性力量素质, 才是提高专项力量素质和预防运动性伤病的关键。

关键词: 等速测试; 足球; 手球; 自行车; 力矩; 峰力矩角

中图分类号: G804.6 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2007)05-0046-04

Comparative Study on the Characteristics of Knee Muscle Strength of the Female Athletes Engaging in Different Sports

TAN Zhi-zong, WANG Chen, QIU Jun, CUI Xiao-mei, QIAN Feng-lei

(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai, 200030, China)

Abstract: The technique of isokinetic test was applied to study the knee muscle strength of some elite female athletes of handball, soccer, and cycling. The result shows that the knee joints play different roles in different sports. This results in different requirements of strength components of knee flexor/extensor muscles. Therefore, to develop specific strength according to the characteristics of the sport is the key point in improving specific strength and preventing injuries.

Key words: isokinetic testing; soccer; handball; cycling; peak torque; angle of peak torque

膝关节是人体最复杂的负重关节, 竞技体育运动中运动员膝关节容易发生运动性损伤, 是最常见的受伤部位之一, 其中一些女子项目, 如手球、足球等, 出现较严重的半月板和交叉韧带损伤的频率较高, 甚至会从此断送一名优秀运动员的运动生涯^[1~3]。而在不同运动项目中, 膝关节发挥的作用也有所异同。本研究依据膝关节的主要作用把运动项目分成3类: 上肢主导类如手球、篮球、羽毛球等; 机械抗阻类如自行车、划船等; 下肢主导类如足球、径赛等。以往不同项目运动员力量素质的评估, 大多数都是针对单一运动项目, 很少进行运动项目间的横向比较, 来探讨不同运动项目特定部位的用力特点。本研究选择手球、自行车和足球3项运动来探讨膝关节屈伸肌群不同力量素质特征, 为进行特定运动项目运动员膝关节屈伸肌群力量评价、力量素质薄弱环节的诊断, 以及一些运动性伤病的预防和等速力量训练方案的制定等提供科学的参考依据。

1 对象与方法

1.1 测试对象

以参加第十届全国运动会的上海市自行车队、手球队和参加第十届阿尔加夫杯女子足球邀请赛的国家女子足球集训队共28名女运动员为研究对象, 其中自行车运动员8人, 手球运动员8人(不包括守门员), 足球运动员12人(不包括守门员)。运动员基本情况如表1所示, 所选运动员膝关节均无现病史(评定标准为膝关节及前后肌群无肿胀、疼痛和活动受限等症状), 膝关节活动度正常。

1.2 测试仪器

所用等速肌力测试仪器为CYBEX—Norm型等速肌力测试

与康复系统(CYBEX International, Inc. Ronkonkoma, New York), 测试结果数据由计算机自动处理和打印。

表1 运动员基本情况

	手球 (N=8)	自行车 (N=8)	足球 (N=12)
年龄 (y)	23.6 ± 2.2	21.3 ± 1.8	26.0 ± 3.9
身高 (cm)	176.0 ± 3.6	170.3 ± 2.6	167.9 ± 3.9
体重 (kg)	67.8 ± 4.4	62.3 ± 4.3	57.6 ± 4.0

1.3 测试前准备与测试过程

测试前, 要求参与测试的运动员进行15min的准备活动, 包括双侧膝关节屈伸活动和拉伸练习, 并在测试角速度下以亚极限强度运动3次, 以便熟悉掌握整个测试过程。对等速肌力测试系统进行仪器系统校准和调零等机械常规标定, 设置关节活动范围, 要求各测试者关节活动范围相同, 均为0°~100°。测试时, 受试者取坐位, 大腿与躯干垂直, 上身与大腿均用宽皮带束牢, 双手自然放于两侧的把手, 连接动力仪的阻力垫固定在受试者外踝上3cm处, 动力头的旋转轴对准股骨外髁, 并和股骨内外髁连线在同一直线上。依据国外学者把120°/s以下为测试最大力量素质和120°/s以上为测试快速力量素质的划分标准^[4], 并结合运动项目的特点, 本研究选择90°/s和300°/s作为等速测试的活动角速度, 来反映运动员膝关节屈伸肌群最大力量素质和快速力量素质特征。测试次数为90°/s×5次和300°/s×20次, 分别代表最大力量素质和快速力量素质, 两种肌力测试间隔时间为20s, 两侧膝关节的测试顺序随机, 测试间隔时间5~8min。在测试过程中, 给予每位受试者充分的口头鼓励。

收稿日期: 2007-08-22

论文说明: 第八届体育科学大会入选论文

第一作者简介: 檀志宗(1973-), 男, 助理研究员, 主要研究方向: 运动医学与力量训练监控

作者单位: 上海体育科学研究所, 上海 200030



1.4 测试指标

测试指标包括峰力矩 (Nm), 相对峰力矩 (峰力矩/体重×100%), 峰力矩角度 (°), 屈伸峰力矩比值 (%)。

1.5 统计学分析

采用 SPSS11.5 统计包进行统计学处理, 三者间用 Kruskal-Wallis 检验, 两两间独立样本 t 检验, 两种力量素质间进行相关分析。所有数据均以均数±标准差来表示, 以 P < 0.05 为具有显著性差异, P < 0.01 为非常显著性差异。

2 结果与分析

在手球、自行车和足球项目中膝关节均扮演非常重要作用, 由于不同项目专项特点的异同, 导致膝关节屈伸肌群在不同项目运动中的作用也有所异同。手球作为上肢主导类项目, 是上肢主导结合下肢爆发性弹跳的项目, 屈膝肌群往往容易在平时的训练中被忽视; 而自行车是机械抗阻类项目, 膝关节作为上下运动环节的衔接点发挥着枢纽作用, 一侧膝关节屈膝肌群协同对侧伸膝肌群发力, 因此屈膝肌群主要起协同肌的作用; 足球作为下肢主导类项目, 屈膝肌群在疾跑和踢球过程中, 起控制膝关节过伸和髌关节过屈的作用, 也容易在日常训练中被忽视。

2.1 慢速运动时膝关节屈伸肌群最大力量素质的对比与分析

表 2、3 数据是主要反映不同运动项目运动员膝关节屈伸肌群最大力量素质的特征参数。

按照屈膝肌群在不同运动项目中的作用并结合表 2 数据发现, 虽然绝对最大力量素质 3 类运动项目的女运动员屈膝肌群没有明显的差异性 (P > 0.05), 但两者间比较, 足球运动员屈膝肌群最大力量明显比自行车运动员差 (P < 0.01)。考虑体重因素后, 从相对最大力量来看, 手球、自行车和足球三运动项目间存在非常明显的差异性 (P < 0.01), 自行车项目运动员屈膝肌群峰力矩最大, 其次是足球和手球。这些结果与屈膝肌群在 3 类运动项目中发挥的作用是相吻合的, 表明膝关节屈膝肌群在自行车项目中主要起协同作用, 而在手球和足球项目中主要起拮抗作用。在进行横向肌力比较时, 采用相对最大力量素质来进行 3 类运动项目女运动员膝关节力量素质的比较更加符合运动实践。

根据 3 类运动项目的技术和关节功能特点, 伸膝肌群都是主动肌群, 但对力量素质的要求却有所不同。手球运动需要较强的下肢伸肌的爆发力, 由于可以根据战术需要进行换人, 因此对力量耐力要求较低, 而自行车项目, 即便是短距离项目, 下肢伸肌更注重力量耐力素质, 是在力量耐力的基础上来强化快速力量素质的发展。对于足球项目, 除了一定最大力量素质外, 还需要膝关节有较高的灵活性和协调性。如表 2 所示, 尽管伸膝肌群绝对最大力量具有显著性差异 (P < 0.05), 手球最大, 其次是自行车和足球, 若考虑体重因素, 即相对最大力量却没有显著性差异 (P > 0.05), 说明伸膝肌群在 3 类运动项目中的作用相似, 实践中也应该用相对最大力量来进行比较分析。

尽管伸膝肌群最大力量素质没有明显差异性, 但是同一肌群在不同运动项目中发挥的作用效果却明显有所不同。从表 3 数据可以看出, 最大力量出现时的膝关节屈伸肌群峰力矩角度存在非常显著性差异 (P < 0.01), 自行车运动员膝关节屈伸峰力矩角度最小, 其次为足球和手球。从峰力矩角度可以判断膝关节屈伸肌群达到最大力量时的主动收缩时间和肌群的最佳收缩长度以及肌纤维类型差异性。自行车运动员屈膝肌群产生最大力量的时间较短, 而伸膝肌群产生最大力量时间较长, 同其它两个项目相比较, 自行车运动员伸膝肌群更注重力量耐力, 慢肌纤维比例较高, 而手球则相反, 表现出较短时间内产生肌力的峰值, 显示爆发力较好。手球和足球项目运动员膝关节屈伸峰力矩角度较大, 说明屈膝肌群离心制动作用的区间较大, 可能是在激烈对抗中容易发生屈膝肌群拉伤的主要原因, 同时也是膝关节不稳定的潜在因素。

膝关节屈伸肌群等速峰力矩比值是膝关节屈伸肌群最大力量均衡性的反映。如表 2 所示, 3 类运动项目膝关节屈伸峰力矩比值呈现明显的差异性 (P < 0.01), 自行车运动员最大, 其次为足球和手球运动员。结合运动项目的技术特点, 手球和足球运动员膝关节屈伸峰力矩比值明显低于自行车运动员, 表明膝关节屈伸肌群肌力明显较伸膝肌群差, 在屈膝肌群发挥离心制动作用过程中, 容易发生膝关节及屈伸肌群的损伤, 因此, 在手球和足球项目中注重运动员的屈膝肌群的针对性训练非常重要。

表 2 慢速运动下峰力矩比较分析

90° /s	手球	自行车	足球	X ²	P
屈膝峰力矩 (Nm)	93.3 ± 16.2	101.9 ± 12.8	93.7 ± 11.0**	4.674	0.097
相对屈峰力矩(%BW)	47.4 ± 7.0** △△	57.9 ± 6.1	56.0 ± 6.3	17.849	0.000
伸膝峰力矩 (Nm)	154.4 ± 17.0 △△	140.5 ± 22.2	137.2 ± 19.9	7.611	0.022
相对伸峰力矩(%BW)	76.8 ± 8.5	78.9 ± 4.3	80.9 ± 9.7	1.865	0.394
屈伸峰力矩比值 (%)	61.8 ± 7.5** △	73.2 ± 7.7	69.2 ± 9.9	11.094	0.004

注: 与自行车相比较, ** 为 P < 0.01; 与足球相比较, △为 P < 0.05, △△为 P < 0.01。

表 3 慢速运动下的峰力矩角比较分析

	手球	自行车	足球	X ²	P
屈膝峰力矩角 (°)	31.4 ± 9.0**	20.4 ± 9.1	29.4 ± 6.3**	13.446	0.001
伸膝峰力矩角 (°)	67.3 ± 5.8**	61.8 ± 3.8	62.0 ± 4.4 ##	11.227	0.004

注: 与自行车相比较, ** 为 P < 0.01; 与手球相比较, ## 为 P < 0.01。



2.2 快速运动时膝关节屈伸肌群力量素质的对比与分析

快速力量素质是在快速运动中表现出来的力量素质。依据不同运动专项特点,不同运动项目对膝关节屈伸肌群快速力量素质要求的程度有所不同,自行车项目要求最高,是在一定耐力基础上尽可能的发展快速力量,是专项成绩提高的重要保证;足球运动员在疾跑和连续带球推进过程中,也需要一定速度耐力基础,而手球项目更强调单次攻防与突破,更加强调快速起动和爆发能力,对膝关节屈伸肌群快速力量素质的要求相对较低。由表4数据可以看出,无论绝对快速力量还说相对快速力量,均表现出3类运动项目间的显著差异性($P < 0.01$),自行车运动员膝关节屈伸肌群快速力量素质明显优于手球和足球运动员,这与3类运动项目的专项特点相符合。就手球与足球间比较,考虑自身体重因素,用相对值进行比较更加符合运动实际。膝关节屈伸肌群快速力量由高到低依次为自行车、足球和手球。手球和足球运动员

相对较差的膝关节屈伸肌群快速力量素质,可能与膝关节运动性损伤有关。

如表2、4数据显示,随着运动速度的增加,除了自行车项目外,其它项目均呈现膝关节屈伸肌群峰力矩比值的增加趋势。在快速运动时,3类运动项目的膝关节屈伸肌群峰力矩比值没有项目间的差异性。自行车运动员在较大的速度区间内($90^\circ/s \sim 300^\circ/s$),表现出膝关节屈伸肌群峰力矩比值的相对稳定性,保证了膝关节在运动中的稳定性和协调性,因此较少出现膝关节的运动性损伤,而足球和手球项目则相反。

通过不同项目的比较分析,针对不同项群快速力量素质间的差异性,结合特定运动项目运动员膝关节损伤的特点,要求教练员注重运动员膝关节屈伸肌群不同力量素质成分的针对性训练,有效力量素质成分的细化训练将有利于预防膝关节伤病的发生。

表4 快速运动下的峰力矩比较分析

$300^\circ/s$	手球	自行车	足球	χ^2	P
屈膝峰力矩(N·m)	$56.7 \pm 10.2^*$	65.7 ± 8.4	$51.9 \pm 8.7^{**}$	14.811	0.001
相对屈峰力矩(%BW)	$26.3 \pm 9.1^{**}$	35.5 ± 4.7	32.4 ± 5.6	10.167	0.006
伸膝峰力矩(N·m)	$73.1 \pm 10.4^{**}$	83.2 ± 8.0	$68.6 \pm 9.5^{##}$	18.406	0.000
相对伸峰力矩(%BW)	$33.9 \pm 9.6^{**} \triangle\triangle$	45.0 ± 4.2	42.9 ± 3.5	20.858	0.000
屈伸峰力矩比值(%)	77.6 ± 10.0	77.8 ± 6.3	75.5 ± 5.8	1.208	0.547

注:与自行车相比较,*为 $P < 0.05$,**为 $P < 0.01$;与手球相比较,##为 $P < 0.01$;与足球相比较, $\triangle\triangle$ 为 $P < 0.01$ 。

2.3 不同运动项目两种力量素质间的相关分析

从表5数据可以看出,对于手球项目,由于在运动中要克服自身体重,绝对最大力量和快速力量之间不存在显著性相关,但是相对最大力量和快速力量之间却存在明显的相关性,其中屈膝肌群具有高度相关($r=0.86, P < 0.01$),伸膝肌群具有中度相关性($r=0.62, P < 0.01$)。因此,最大力量训练是快速力量素质的重要组成部分,需要教练员兼顾两种力量素质,制定适合手球项目专项特点的训练方式,来提高手球运动员的膝关节屈伸肌群专项力量素质。

对于自行车运动员,仅存在屈膝肌群绝对最大力量和快速力量之间中度负相关($r = -0.71, P < 0.01$),这与自行车项目的专项力量特点相吻合,自行车在强调力量耐力的

同时,也发挥膝关节屈膝肌群在运动中的协同作用,由于自行车运动员无需克服自身体重,用绝对力量来评价更加合理。发展最大力量素质必然会影响到力量耐力素质的发展,在专项力量素质中,对于优秀自行车运动员来说,无需过多的追求最大力量素质。

足球项目的运动员也要克服自身体重,从绝对力量素质来看,两种力量素质之间没有明显的相关性,而屈膝肌群相对最大力量和快速力量素质之间存在中度相关性($r=0.55, P < 0.01$)。因此,要求教练员根据足球项目的专项力量特点,有针对性的安排训练,重视屈膝肌群控制膝关节过伸和髌关节过屈的作用,防止运动中膝关节及屈伸肌群的损伤。

表5 两种力量素质的相关性分析

力量\项目	手球		自行车		足球	
	屈曲	伸直	屈曲	伸直	屈曲	伸直
r	0.353	0.356	-0.706	-0.307	0.090	0.236
绝对力量 P	0.090	0.088	0.001	0.247	0.338	0.133
r	0.864	0.623	0.198	0.231	0.547	-0.005
相对力量 P	0.000	0.005	0.420	0.052	0.003	0.490

3 小结

3.1 不同项群运动员膝关节屈伸肌群在运动中发挥的作用和力量成分的专一性明显不同,上下肢主导类项目运动员膝关节屈伸肌群力量素质容易被忽视。主要表现为屈膝肌力较弱、峰力矩角度增大和屈伸峰力矩比值偏小。从而影响运

动中膝关节的稳定性,继而容易发生膝关节及屈伸肌群的运动性损伤。

3.2 不同运动项目对膝关节屈伸肌群力量素质的具体要求不同,结合专项特点,合理发展不同力量素质成分,才是提高专项力量素质和预防运动性伤病的关键。



3.3 建议：根据专项技术和生物力学特点有针对性的强化不同运动项目运动员膝关节屈伸肌群的专项力量素质，同时也要注意力量素质的均衡协调发展，不仅提高竞技能力，也有助于预防运动性损伤。

参考文献：

[1] Bahr R and Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport[J]. Br J sports Med, 2005,39:324-329.
 [2] Ytterstad B.The harstad injury prevention study: the epidemi

ology of sports injuries, An 8 year study[J]. Br J sports Med, 1996,30:64-68.
 [3] Soderman K,Alfredson H, Pietila T, et al. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2001, 9:313-321.
 [4] Wilk K, Meiser K, Andrews J. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete[J]. Am J Sports Med, 2002, 30:136-151.

(责任编辑：何聪)



美国高科技公司鼎力支持美国奥委会

作为美国电讯巨头的AT&T公司日前花费数百万美元更新完善了美国奥林匹克训练的电子通讯系统，包括遥控训练、远程视频学习及其它设备。新设备将使美国选手在不到一年的奥运备战中处于有利的竞争位置。

美国奥运代表队赞助商AT&T公司和美国奥委会发表的联合声明中称，对美国奥林匹克训练基地的技术更新可以使运动员、教练员和工作人员享受世界一流的通讯设备。技术更新为运动员提供了远程训练、视频学习以及未来将要开展的视频会诊。这一切，得到了AT&T公司网络的强大支持。技术更新包括有线和无线基础设施的建设、远程通讯和数据服务，而这仅是AT&T公司为科罗拉多和普莱西德湖奥林匹克训练基地提供技术服务中的一部分。此外，第二座AT&T运动员线路中心已经于近日在科罗拉多奥林匹克训练中心投入使用，它将为运动员提供一个享受世界一流的娱乐及通讯服务的场所，同时这也是运动员休息和身体恢复计划中的一部分。首座AT&T运动员线路中心于今年3月在Chula Vista奥林匹克训练中心启动使用。中心的特色包括：AT&T Wi-Fi服务、无线通讯服务、AT&T/DISH网络及AT&T Yahoo、高速的互联网服务，可以使运动员方便、快捷和稳定地使用电子邮件和在线游戏。

一、服务于教练员和运动员的网络系统

在横跨美国的三座奥林匹克训练中心，工作人员、教练员和运动员现在可以充分利用高速、高质量的网络服务优势，帮助美国奥运选手优化训练蓝图。AT&T公司网络使教练员和运动员能轻松地自己的宿舍、训练馆和赛场传送声像文件。强大的软件工具让运动员能实时地对运动成绩进行分析并得到及时的反馈，不论教练员身处千米还是千里之外。此外，该项基础设施的建设还为那些正在攻读学位，同时又要备战北京奥运会的运动员提供了远程视频学习的可能。AT&T公司全球市场销售官员库格林(Cathy Coughlin)说：“美国奥委会希望提高运动成绩和获得更多的奖牌，而AT&T公司的技术恰好对此有巨大的影响，我们非常荣幸地成为美国奥运代表队的一部分，并为美国奥运选手提供帮助，实现他们的梦想。”美国奥委会首席执行官谢尔(Jim Scherr)称：“在备战2008年北京奥运会期间，我们很高兴能与AT&T公司继续保持合作，AT&T公司在美国奥林匹克训练中心安装的设备不仅为运动员提供了改善训练和完成学业的工具，而且还使他们时刻保持与家人和朋友的联系，这一点对那些进行长达数月训练的运动员保持高昂的斗志是非常重要的。”美国奥林匹克训练中心网络的核心是基于虚拟专用网络上的互联网协议，它支持所有重要的管理系统，包括电子邮件、项目管理、数据库和成绩记录。为了帮助运动员和工作人员充分利用该套系统，AT&T公司所设计的网络实际上可以在奥林匹克训练中心场地的任何地方、以及场地之外各处都可以进入。

二、有线和无线网络

所有参与训练的人员、美国奥委会工作人员和运动员宿舍都安装有硬连接接口互联网络，从而提供了宽带接入奥林匹克训练中心的网络，以及电子邮件、网页和信息服务。AT&T公司还为美国奥林匹克训练中心设计了无线网络，这样运动员和教练员可以在练习场地随时登陆网络。当教练员在场地抓拍到运动员的视频图像或者静态照片时，可以通过笔记本电脑将图片上传到网络上做日后分析或立刻传递给远方的教练，利用网络聊天室进行分析。美国奥委会工作人员、以及教练员和运动员在不离开奥林匹克训练中心的情况下，与远方的同事进行合作。AT&T公司视频会议服务可以让人们通过视频很容易地建立起面对面的会议。