



# 青年男子举重运动员肘关节屈伸肌群等速肌力特征

檀志宗

**摘要:** 通过分析青年男子举重运动员肘关节屈伸肌群的力量参数,探讨肘关节屈伸肌群在举重专项训练中的作用,为预防肘关节损伤及科学训练提供理论依据。采用Cybex-Norm型等速测力与康复系统,在预定角速度 $90^{\circ}/s$ 、 $180^{\circ}/s$ 和 $300^{\circ}/s$ 下对上海举重队9名青年男子举重运动员肘关节进行等速向心屈伸肌力测试。结果发现举重运动员肘关节屈伸肌群相对峰力矩、相对总功和相对平均功率随着运动速度的增大而减小,屈伸肌群峰力矩比值接近1.0。表明举重项目中肘关节屈伸肌群主要功能是维持运动中关节的稳定性,而两侧肘关节同名肌群肌力素质的不均衡性可能是阻碍专项能力提高的重要因素和诱发运动性伤病的潜在因素。

**关键词:** 等速测试; 相对峰力矩; 相对总功; 相对平均功率; 竞技举重

中图分类号: G804.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2009)01-0075-03

## The Characteristics of Isokinetic Strength of Elbow Flexor/Extensor of the Junior Male Weightlifters

TAN Zhi-zong

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

**Abstract:** Through the analysis of the strength parameters of the elbow flexor/extensor of junior male weightlifters, the article tries to determine the function of elbow flexor/extensor in specific training of weightlifting so as to provide a theoretical basis for the prevention of elbow injuries and scientific training. Using the Cybex-Norm isokinetic dynamometer at the angular velocity of  $90^{\circ}/s$ ,  $180^{\circ}/s$  and  $300^{\circ}/s$ , the author made an isokinetic concentric test of elbow flexor/extensor of 9 junior male weightlifters of Shanghai Weightlifting Team. The result shows that the elbow flexor/extensor relative peak torque, the relative total power and relative average power decrease with the increase of velocity. The flexor/extensor peak torque ratio closes to 1.0. These data indicate the main function of elbow flexor/extensor in weightlifting is to maintain the stability of elbow in movement. The asymmetry of the elbow muscle strength of the two sides might be the potential factor of hampering the improvement of the specific ability and causing injuries.

**Key words:** isokinetic test; relative peak torque; relative total power; relative average power; weightlifting

竞技举重项目是力量性运动项目,在严格技术动作的要求上,注重身体各运动环节的流畅性、爆发性和协调性。优秀的举重运动员在肌肉力量素质的分布上一定是对称的和协调的,而肘关节作为上肢的中间环节,在一些上肢运动项目中的作用显得尤为重要,如举重、手球、羽毛球等。有关竞技举重项目的伤病流行病学调查显示,肘关节发生运动性伤病的机率约占所有伤病发生率的6%,所占比重虽不大,但是后果较严重,均系急性的骨折或软组织撕裂或完全断裂伤,如肱骨外上髁撕脱性骨折和肱骨髁上骨折等<sup>[1]</sup>。发生急性损伤的原因涉及诸多方面,如技术动作上的失误,重量超出自身能力,过度训练,也可能与忽视平时对称性训练造成肘关节前后肌群肌力比例失衡或两侧肌力不均衡有关。本文采用等速测试技术,通过对健康的青年竞技举重运动员肘关节屈伸肌群等速向心肌力的分析,进一步探讨竞技举重运动员肘关节屈伸肌群在竞技能力发展中的作用以及可能发生肘

关节损伤的机制,为科学安排举重专项训练提供一定的理论依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 测试对象

本研究的测试对象为上海市莘庄男子举重队队员共9人,年龄 $15.8 \pm 1.2$ 岁,身高 $165.2 \pm 5.9$  cm,体重 $70.0 \pm 18.4$  kg。测试运动员专项训练年限为2~4年。既往史及体检均无肘关节疾患、外伤和手术史,也无影响运动能力的全身疾患,肘关节屈伸活动度正常。

### 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。

收稿日期: 2008-10-20

基金项目: 上海市体育局腾飞计划课题(KJTF0606)

作者简介: 檀志宗(1973-),男,助理研究员,主要研究方向: 运动医学

作者单位: 上海体育科学研究所,上海 200030



### 1.3 测试前准备

测试前,要求参与测试的运动员进行 15 min 的准备活动,内容主要包括上肢的拉伸和哑铃运动。并在测试角速度  $90^\circ/\text{s}$  下以亚极限强度运动 3 次,以便熟悉掌握整个测试过程。

### 1.4 测试过程

测试时椅背放平,被测试者取仰卧位,肩关节外展  $90^\circ$ ,动力头的轴心和尺骨鹰嘴在同一平面的同一直线轴上。测试前进行仪器系统校准和调零,设置关节活动范围,要求各测试者关节活动范围相同。测试角速度及次数分别为  $90^\circ/\text{s} \times 5$ 、 $180^\circ/\text{s} \times 10$  和  $300^\circ/\text{s} \times 15$ 。两侧肢体测试顺序随机,不同测试速度之间休息 20 s,两侧间隔 2 min 以上。在测试过程中,给予每位受试者充分的口头鼓励。

### 1.5 测试指标

本研究的主要评价指标包括相对峰力矩、相对总功、相对平均功率和两侧差异性(%)。峰力矩代表了在不同角速度下的力量素质,总功能反应出运动员在相同的条件下的做功能力和相对肌肉耐力,平均功率能直接或间接反应出运动员的用力效果和肌肉爆发性。两侧差异性(%) = |(右侧-左侧)/右侧| \* 100%。

### 1.6 统计学分析

采用 SPSS11.5 软件包对测试结果进行单因素方差分析,所有数据均以均数 ± 标准差 ( $X \pm SD$ ) 来表示,以  $p < 0.05$  为具有显著性意义。

## 2 结果

### 2.1 肘关节屈伸肌群等速向心峰力矩的变化

由表 1 可以看出:随着运动速度的增加,肘关节屈伸肌群相对峰力矩逐渐减小,而屈伸肌群峰力矩比值基本维持恒定,略大于 1.0。在  $90^\circ/\text{s}$  时的肘关节屈伸肌群峰力矩与  $180^\circ/\text{s}$  和  $300^\circ/\text{s}$  时均存在显著性差异。两侧肘关节屈伸肌群峰力矩差异性结果显示:除了  $90^\circ/\text{s}$  时的屈肘肌群两侧差异性为 8.8%,其余两侧差异性均超过 10%,甚至达到 19.4%。

表 1 肘关节屈伸肌群等速向心峰力矩的变化 ( $N=18$ )

Table I Variation of Isokinetic Concentric Peak Torque of Elbow Flexor/Extensor ( $N=18$ )

角速度 ( $^\circ/\text{s}$ )	90	180	300
相对屈峰力矩 (%BW)	$22.41 \pm 3.64^{1)}$	$14.28 \pm 2.59$	$12.08 \pm 1.94$
相对伸峰力矩 (%BW)	$22.33 \pm 5.14^{1)}$	$14.13 \pm 3.19$	$11.98 \pm 1.21$
屈/伸比(%)	$102.85 \pm 19.53$	$105.66 \pm 30.63$	$101.74 \pm 19.25$
两侧峰力矩差异性(%)			
屈肘肌群	$8.79 \pm 3.72$	$18.48 \pm 12.36$	$17.10 \pm 10.68$
伸肘肌群	$14.14 \pm 8.52$	$19.41 \pm 9.86$	$13.73 \pm 7.28$

注:1)代表  $90^\circ/\text{s}$  与  $180^\circ/\text{s}$  和  $300^\circ/\text{s}$  相比较,  $p < 0.05$ 。

### 2.2 肘关节屈伸肌群等速向心总功的变化

由表 2 可以看出:3 种不同角速度时的肘关节屈伸肌群相对总功之间均存在显著性差异。随着运动速度的增加,相对总功呈现下降趋势。除了  $90^\circ/\text{s}$  时的屈肘肌群相对总功

表 2 两种测试角速度下的肘关节屈伸等速向心相对总功的变化 ( $N=18$ )

Table II Variation of the Isokinetic Concentric Relative Total Power of Elbow Flexor/Extensor at the Two Kinds of Angular Velocity ( $N=18$ )

角速度 ( $^\circ/\text{s}$ )	90	180	300
相对屈肘总功 (%BW)	$39.63 \pm 7.90^{1)}$	$23.36 \pm 5.17^{2)}$	$12.52 \pm 3.37$
相对伸肘总功 (%BW)	$39.71 \pm 8.73^{1)}$	$24.36 \pm 6.31^{2)}$	$14.99 \pm 5.47$
两侧总功差异性(%)			
屈肘肌群	$8.78 \pm 5.76$	$17.11 \pm 19.04$	$27.56 \pm 27.99$
伸肘肌群	$17.89 \pm 7.13$	$31.44 \pm 23.00$	$22.44 \pm 15.32$

注:1)代表  $90^\circ/\text{s}$  与  $180^\circ/\text{s}$  和  $300^\circ/\text{s}$  相比较,  $p < 0.05$ 。

2)代表  $180^\circ/\text{s}$  与  $300^\circ/\text{s}$  相比较  $p < 0.05$ 。

两侧差异性为 8.8%,其余两侧差异性均超过 10%,甚至高达 31.4%。

### 2.3 肘关节屈伸肌群等速向心平均功率的变化

由表 3 可以看出:在  $300^\circ/\text{s}$  时的肘关节屈伸肌群相对平均功率与其它两种速度时的平均功率均存在显著性差异,而  $90^\circ/\text{s}$  与  $180^\circ/\text{s}$  之间没有显著差异性。两侧肘关节屈伸肌群平均功率的差异性均超过 10%,甚至达到 48%。

表 3 两种测试角速度下的肘关节屈伸等速平均功率的变化 ( $N=18$ )

Table III Variation of Isokinetic Concentric Relative Average Power of Elbow Flexor/Extensor at the Two Kinds of Angular Velocity ( $N=18$ )

角速度 ( $^\circ/\text{s}$ )	90	180	300
屈肘相对平均功率 (Watts)	$31.97 \pm 6.29$	$32.98 \pm 9.39$	$21.74 \pm 7.12^{1)}$
伸肘相对平均功率 (Watts)	$32.34 \pm 8.27$	$33.37 \pm 10.14$	$23.35 \pm 8.97^{1)}$
两侧平均功率差异性(%)			
屈肘肌群	$13.56 \pm 9.36$	$21.52 \pm 19.74$	$48.02 \pm 56.55$
伸肘肌群	$21.28 \pm 12.07$	$29.19 \pm 29.23$	$29.60 \pm 18.39$

注:1)代表  $300^\circ/\text{s}$  与  $90^\circ/\text{s}$  和  $180^\circ/\text{s}$  相比较  $p < 0.05$ 。

## 3 讨论与分析

竞技举重项目是按照体重分级的运动项目,不同级别的运动员,体重和肌肉质量均存在较大差异,不同部位的肌肉力量素质也会明显不同,考虑到体重因素,故本研究采用相对力量来进行比较分析。按照国外等速测试的标准,以  $120^\circ/\text{s}$  为分界,小于  $120^\circ/\text{s}$  为测试最大力量素质,大于  $120^\circ/\text{s}$  为测试速度力量素质<sup>[2]</sup>。本研究采用的测试角速度为  $90^\circ/\text{s}$ 、 $180^\circ/\text{s}$  和  $300^\circ/\text{s}$ ,其中  $90^\circ/\text{s}$  能反映肌肉最大力量素质,  $300^\circ/\text{s}$  能反映肌肉速度力量素质,而  $180^\circ/\text{s}$  介入两者之间,更能反映出肌肉的爆发力素质。

峰力矩是反应肌肉力量素质的指标,随着运动速度的增加,肘关节屈伸肌群相对峰力矩呈现明显下降趋势,屈肘肌群  $180^\circ/\text{s}$  和  $300^\circ/\text{s}$  时的峰力矩较  $90^\circ/\text{s}$  时分别下降



36%和46%，伸肘肌群分别下降37%和46%，表明屈伸肌群随着运动速度不同，变化的幅度是基本一致的。随着运动速度增加，相对峰力矩下降幅度较大，能够较好的反映出肘关节屈伸肌群主要的专项特征是最大力量素质，速度力量素质较差，表明肘关节作为中间环节，其肌群在专项训练中的主要作用是维持和固定关节的作用。从举重专项训练的内容上，无论是硬拉、直腿抓还是借力推，采用的重量均为85%~100%1RM，是大重量的训练，而非小重量的速度训练，这些专项训练与肘关节屈伸肌群的专项力量素质是非常吻合的。

尽管测试角速度不同，而肘关节屈伸峰力矩比值却基本一致，均稍稍大于1.0，这也符合举重专项训练要求，竞技举重的提拉阶段对肘关节屈伸肌群要求较高，明显高于普通的大学学生，而我国青年大学生肘关节屈伸峰力矩比值均在0.70~0.85之间<sup>[3]</sup>。不同的运动速度，肘关节屈伸肌群肌力的比例基本恒定，有利于保持专项训练中肘关节的稳定性，从而避免运动中由于关节瞬间出现不稳而造成急性损伤，同时也有利于促进举重专项技术的提高和发展。

总功是指运动员在规定的次数里所做的功，能间接反映出运动员的耐力素质。随着运动速度的增加，肘关节屈伸肌群相对总功呈现明显的下降趋势，这与峰力矩的变化趋势是一致的，反映出竞技举重运动员肘关节屈伸肌群力量耐力素质比较差，运动量越大越容易出现肌肉疲劳现象。

平均功率能反应出肌肉的爆发力素质。在运动角速度 $90^{\circ}/s \sim 180^{\circ}/s$ 区间内，肘关节屈伸肌群的相对平均功率变化不大，而随着运动速度进一步加快，平均功率下降非常明显。这符合竞技举重项目特点，因为竞技举重运动员在一定的速度区间内，需要较高的爆发力素质，而不同测试角速度时的相对平均功率能比较准确的反映出竞技举重运动员肘关节屈伸肌群的爆发力素质水平。

由于人类大脑的分工细化，造成人类在日常生活中存在行为上的不对称性，如多数以右侧肢体为优势侧，而非对称性运动项目如网球运动员，优势侧的上肢围度和用力特点均与非优势侧存在明显的差异，围度明显大于非优势侧，肌力方面更具有专项性<sup>[4]</sup>。虽然本研究未测量上肢围度指标或肌群的横切面积指标，但是在运动实践中，这种两侧上肢围度上的差异性客观存在的，并且有学者通过研究得出举重运动员肘关节肌力与肌肉的横切面积存在高度相关性，高水平的举重运动员与普通大学生相比较，单位横切面积的肌力明显较高<sup>[5、6]</sup>。本研究通过等速肌力的测试，可以看出除了在 $90^{\circ}/s$ 下，屈肘肌群峰力矩和总功两侧差异性低于10%之外，其它不同角速度下，肘关节屈伸肌群不同力量素质指标两侧差异性均超过10%，甚至部分举重运动员两侧差异性超过20%，由此可以推断出部分运动员存在两侧同名肌群横切面积的差异性，这种形态上和肌力上的不平衡性，会影响到运动中，尤其极限重量运动中肘关节的稳定性和用力的同步性。

对于对称性要求非常高的举重项目来讲，忽视非优势侧肘关节专项肌力的发展可能会制约青年运动员专项能力的进一步提高，也是训练中容易发生运动性伤病的潜在因素，应引起教练员的密切关注。

总之，通过肘关节屈伸肌群等速肌力的测试，从肘关节屈伸肌群的峰力矩、总功和平均功率3个方面指标来综合分析，均能看出青年男子举重运动员肘关节屈伸肌群的力量素质主要表现为最大力量素质和爆发力，肌肉的速度力量和力量耐力均比较差。并且存在两侧肌群力量素质的明显不平衡性，随着运动速度加快，这种不平衡性更加明显。

## 4 结论

4.1 举重运动员肘关节屈伸肌群主要作用是维持关节的稳定性，并具备一定的爆发力素质，表现为肘关节屈伸肌群峰力矩、总功和平均功率比值均接近1.0，在 $90^{\circ}/s \sim 180^{\circ}/s$ 区间内，平均功率较大。

4.2 青年男子举重运动员肘关节屈伸肌群的力量素质存在明显的两侧不平衡性，随着运动速度加快，不平衡性越明显。建议教练员在日常专项训练中应关注两侧肢体用力的对称性，纠正运动员不良的用力习惯。

## 参考文献

- [1] Konig M and Biener K.(1990).Sport-specific injuries in weight lifting[J]. *Schweiz Z Sportmed*,38(1): 25-30.
- [2] Wilk K, Meiser K, Andrews J. (2002).Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete[J]. *Am J Sports Med*. 30:136-151.
- [3] 卢德明,王向东. 青年人六大关节肌力研究[M]. 北京体育大学出版社, p:95-114.
- [4] Ellenbecker TS,Roetert EP and Riewald S.(2006). Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis player[J].*Br J Sports Med*. 40(4): 411-414.
- [5] Funato K, Kanehisa H, and Fukunaga T.(2000). Differences in muscle cross-sectional area and strength between elite senior and college Olympic weight lifters[J].*J Sports Med Phys Fitness*. 40(4):312-318.
- [6] Ichinose Y, Kanehisa H, Ito M, et al.(1998). Morphological and functional differences in the elbow extensor muscle between highly trained male and female athletes[J].*Eur J Appl Physiol Occup Physiol*,78(2):109-114.

(责任编辑: 何聪)