

# 向心结合离心等速训练后的肌力变化特征

周思红

(绍兴文理学院 体育学院, 浙江 绍兴 312000)

**摘 要:** 为了探讨训练手段对肌肉力量的影响, 通过对 8 名运动员肱二头肌采用角速度  $60(^{\circ})/s$  进行了 4 周向心结合离心等速训练, 结果发现测试总功、最大力矩和最大功等指标实验前后差异显著, 表明训练对改善运动员的肱二头肌肌肉力量有明显的效果。

**关 键 词:** 运动生理学; 等速训练; 肱二头肌; 肌肉力量

**中图分类号:** G804.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2009)05-0104-04

## Characteristics of the variation of muscle strength after centripetal and centrifugal combined isokinetic training

ZHOU Si-hong

(Department of Physical Education, Shaoxing College of Arts and Sciences, Shaoxing 312000, China)

**Abstract:** In order to probe into the effects of training means on muscle strength, the author carried out 4-week centripetal and centrifugal combined isokinetic training with an angular velocity of  $60^{\circ}/s$  on the biceps of 8 athletes, and found that there is a significant difference in such indexes as total test work, maximum moment and maximum work before and after the experiment, which indicates that the training has a significant effect on improving the muscle strength of the biceps of the athletes.

**Key words:** sports physiology; isokinetic training; biceps; muscle strength

随着体育运动的不断发展, 在运动训练中使用高科技的越来越多, 如何科学高效地进行训练已经成为人们关注的焦点, 许多运动专家也深入进行肌肉力量方面的研究工作<sup>[1-5]</sup>。目前肌肉力量训练主要采用向心训练、离心训练、等长训练、等速训练、超等长训练、电刺激训练等手段。其中等速训练因为动作速度不变, 器械的阻力与练习者用的力量成正比, 保证动作过程中肌肉始终受到最大的负荷刺激, 可以最大锻炼肌肉在各个运动角度的力量而受到运动专家的关注。本研究通过探讨对特定肌肉采用向心结合离心等速训练后的肌肉力量变化, 为进一步进行科学的力量训练提供理论依据。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象与分组

× × 体育学院男运动员 16 名, 平均年龄  $(21.3 \pm 1.47)$  岁, 平均身高  $(176.3 \pm 4.48)$  cm, 平均体重  $(67.5 \pm 7.10)$  kg,

均为主动要求参加实验的人员, 没有伤病, 身体健康。实验共分为 2 组进行, 训练组 8 人, 对照组 8 人。

### 1.2 研究方法

1) 训练安排: 共进行 6 周, 第 1 周为预实验周, 主要让运动员适应和熟练掌握训练方法, 第 2~5 周进行力量训练, 每周训练 3 次, 均在下午 15:30 进行, 时间为 30~50 min; 测试和训练均采用 ISOMED2000 等速肌肉力量测试系统进行, 每次训练时对运动员使用  $60(^{\circ})/s$  的角速度训练 3 组, 每组 10 次, 其中离心训练使用最大阻力矩的 150% 进行训练, 向心训练采用最大向心力量的 80% 进行<sup>[6]</sup>。训练时对仪器设备进行设定, 采用向心和离心训练相结合, 屈肘时通过肱二头肌的向心工作完成, 伸肘时通过肱二头肌的离心工作完成, 使肘关节屈伸运动均对肱二头肌进行训练。要提前做好受试运动员的思想工作, 使每位运动员都能按照制定的训练计划进行严格训练, 认真对待实验。对照组在训练组进行训练时也到实验室但不参加训

练,保持实验条件相同,只参加实验前后的测试工作。

2)测试安排:第 1 周和第 6 周为测试周,分别记录运动员右臂肱二头肌的等速向心收缩肌肉力量数据,记录运动员肘关节在角速度分别为 60、120 以及 180(°)/s 时的肌肉力量数据(包括总功、最大力矩和最大功)。在每个角速度下运动员都用最大力量测 5 次,3 种角速度连续测试,中间间隔大约 10~15 min。实验前后的两次测试中,运动员的测试条件保持一致,以保证各项数据的相对准确性,尽量减少误差。测试过程由专业教师完成。

3)数理统计法:本实验数据的统计处理采用 SPSS 10.0 for Windows 统计软件包进行配对  $t$  检验<sup>[7]</sup>。 $P<0.05$  为显著性差异水平。

## 2 结果与分析

由表 1 可以发现对照组训练前后肱二头肌最大力矩没有出现显著性变化( $P>0.05$ ),而训练组经过 4 周采用 60(°)/s 角速度的向心和离心训练后,在以 60、120(°)/s 角速度进行向心测试时实验前后差异有非常显著性( $P<0.01$ ),在以 180(°)/s 角速度进行向心测试时实验前后差异有显著性( $P<0.05$ ),并且出现随着测试速度增加,最大力矩呈显著减小的趋势。结果表明针对运动员肱二头肌的训练取得明显效果,特别是测试速度与训练速度比较接近时,训练效果会更明显。这对某些肱二头肌力量相对较差或平时对肱二头肌的训练相对较少的运动员,将是十分有益的。

表 1 训练组与对照组训练前后肱二头肌最大力矩( $\bar{x} \pm s$ )比较

组别	Nm					
	60(°)/s		120(°)/s		180(°)/s	
	实验前	实验后	实验前	实验后	实验前	实验后
训练组	66.2±10.1	136.4±13.5 <sup>1)</sup>	60.4±4.8	104.6±13.4 <sup>1)</sup>	57.2±7.5	95.0±11.2 <sup>2)</sup>
对照组	63.9±3.6	66.4±6.8	59.0±5.7	63.7±7.4	56.3±6.2	61.5±10.6

实验前后比较:1)  $P<0.01$ ; 2)  $P<0.05$

由表 2 可以发现对照组训练前后肱二头肌最大功数值没有出现显著性变化( $P>0.05$ ),而训练组经过 4 周采用 60(°)/s 角速度的向心和离心训练后,在以 60(°)/s 角速度进行向心测试时前后差异具有非常显著

性( $P<0.01$ ),在以 120、180(°)/s 角速度进行向心测试时前后差异具有显著性( $P<0.05$ ),并且出现随着测试速度增加,最大功数值显著减小的趋势。

表 2 训练组与对照组训练前后肱二头肌最大功( $\bar{x} \pm s$ )比较

组别	J					
	60(°)/s		120(°)/s		180(°)/s	
	实验前	实验后	实验前	实验后	实验前	实验后
训练组	73.6±12.8	127.2±13.6 <sup>1)</sup>	69.2±6.6	99.2±13.7 <sup>2)</sup>	60.2±13.0	95.2±10.1 <sup>2)</sup>
对照组	69.2±6.6	72.4±8.5	61.9±7.8	63.8±8.1	57.1±5.7	60.2±10.1

实验前后比较:1)  $P<0.01$ ; 2)  $P<0.05$

由表 3 可以发现,对照组训练前后肱二头肌总功数值没有出现显著性变化( $P>0.05$ ),而训练组经过 4 周采用 60(°)/s 角速度的向心和离心训练后,在以 60(°)/s 角速度进行向心测试时前后差异具有非常显著性( $P<0.01$ ),在以 120(°)/s 角速度进行向心测试时前后差异具有显著性( $P<0.05$ ),而以 180(°)/s 角速度进

行向心测试时前后没有出现显著性差异( $P>0.05$ ),结果表明这可能是因为平时训练是肱二头肌以 60(°)/s 进行向心结合离心训练,因此以 60(°)/s 进行向心测试时慢肌纤维参与的更多,而 180(°)/s 离心测试则以快肌纤维收缩为主。

表 3 训练组与对照组训练前后肱二头肌总功( $\bar{x} \pm s$ )比较

组别	J					
	60(°)/s		120(°)/s		180(°)/s	
	实验前	实验后	实验前	实验后	实验前	实验后
训练组	381.1±30.2	615.3±42.3 <sup>1)</sup>	357.0±35.7	514.4±55.4 <sup>2)</sup>	330.2±32.7	349.5±34.9
对照组	377.2±38.1	382.2±39.3	353.4±31.3	361.8±44.4	325.4±13.4	331.8±47.5

实验前后比较:1)  $P<0.01$ ; 2)  $P<0.05$

### 3 讨论

#### 3.1 实验前后肱二头肌最大力矩变化

力矩是目前等速测试中最常用的指标,最大力矩可以反映所测试肌肉在某一关节角度中发挥出的最大力与力臂的乘积。等速测力法根据事先设定的运动速度,保持运动中速度不变,而阻力为顺应性阻力,其大小与肌肉输出的拉力相匹配,可测知整个运动范围内任何一点上肌群的最大力矩输出。在等速测力中,根据肌肉收缩方式不同又分为向心测试和离心测试。本实验所采用的是向心测试,主要是肌肉收缩力量大于阻力而使肢体产生动作,例如本实验向心测试时的屈臂弯举动作<sup>[8]</sup>,在完成屈肘动作时,主要是原动肌肱二头肌、肱肌肌力大于阻力而使肘屈,而完成伸肘动作时,由于是离心运动需要原动肌肱二头肌对抗阻力矩,所以主要是原动肌肱二头肌肌力小于阻力而使肘伸。通过对本实验的结果分析认为,如果通过检测发现皮艇项目的运动员肱二头肌力量不足,采用这种向心结合离心训练手段进行训练可以取得明显效果。另外,等速向心收缩测试时,当速度增加,最大力矩值显著减小,这与大多数研究的结果相同。其原因可能是当速度增加时,虽然此时仍要求进行最大自主收缩,但主要募集 II b 型肌纤维,在低速度下进行的最大收缩,会募集更多肌纤维,包括 I 型、II a 型和 II b 型肌纤维都可能被募集<sup>[9]</sup>。

关于力量增长明显的原因,分析认为,快速向心收缩时,较多的快肌纤维参与产生力矩,而慢速收缩时主要由慢肌纤维完成,提示伸屈肱二头肌运动过程中,由于运动速度不同,参与收缩的快慢肌的比例也不同。这在上述实验表现为速度越慢,产生的肌力越大。

#### 3.2 实验前后肱二头肌最大功变化

最大功可以反映所测试肌肉在某一关节角度中发挥出的最大力与物体位移的距离乘积。最大功量反映了肢体肌肉在短时间内产生的高机械能力,特别是对那些需要在一次做功完成比赛的运动项目更能反映出运动员的运动能力,比如举重、投掷等运动项目。当然,功率反映运动员单位时间内完成做功的能力。如果选择功率能反映出运动员在完成动作时的爆发力情况,建议在今后的研究中也要进行一定的测试分析。本次选择测试的最大功在某些运动项目中比最大力矩更能反映出运动效果。从实验结果可以发现最大功数值随着测试速度的增加而减小,这符合经典的 Hill 方程理论<sup>[10]</sup>,肌肉收缩速度与所产生的肌张力值成反比。对此,可能的解释为:其一,在不同的测试角速度下,神经激活不同的肌肉类型,在较高强度收缩时(相当于

等速向心低速状态下),肌肉中的快肌纤维及慢肌纤维均被神经激活,产生较大肌力,在较低强度收缩时(相当于等速向心高速状态下),神经仅激活快肌纤维,产生相对较小的肌力。其二,随肌肉收缩速度的增加,关节肌群需付出更大的肌力来克服收缩元和结缔组织的流体黏滞性,同时横桥不断地快速结合与分离也要损失肌力,从而使肌肉的张力随运动速度的加快而下降。

在体育运动实践中,人体肌肉的收缩也遵循上述规律,肌肉收缩的形式随阻抗负荷的大小而改变,肌肉表现的有效力值也随肌肉收缩的速度而变化。当阻抗负荷为零时肌肉表现出最大的收缩速度,随着阻抗负荷的增加,肌肉收缩的速度随之减小,当阻力增加到一定值时,肌肉已不能缩短,瞬时速度为零。由此可见,在速度力量型项目中,要获得肌肉最大瞬时功率,也存在着最适宜负荷和最适宜速度的“负荷规律”。并非是某一个因素越大越好,而存在着负荷和速度最佳匹配的特点。比如,在铅球项目中,对某个体而言,存在着最适宜的铅球重量负荷问题。通过对运动员最大功率的测量和评价,寻求出最佳负荷与标准铅球重量的差距,从而为训练内容的确定和训练手段的选择提供参考。

#### 3.3 实验前后肱二头肌总功变化

自从 1967 年美国学者 Hislop 和 Perrine 最先提出了“isokinetic”这一概念,等速运动(Isokinetic training)逐渐被人们认识和推广<sup>[11-15]</sup>,它是利用专门设备,根据运动过程的肌力大小变化,相应调节外加阻力,使整个关节运动依预先设定速度运动,运动过程中肌肉用力仅使肌张力增高、力矩输出增加。等速与等长、等张相比,显著特点是运动速度相对稳定,不会产生加速运动,且在整个运动过程中所产生的阻力与作用的肌力成正比,即肌肉在运动全过程中的任何一点都能产生最大的力量。等速运动能依肌力强弱、肌肉长度变化、力臂长短、疼痛疲惫等状况,提供适合其肌肉本身的最大阻力,且不会超过其负荷的极限。因此,等速运动具有相当高的效率与安全性。等速测试系统主要由二部分组成,一部分是操作系统,它可提供肢体在预定速度下进行肌肉力量的测试和训练;另一部分是电子计算机处理系统,它可以记录不同运动速度下、不同关节活动范围下,某个关节周围拮抗肌群的肌肉最大力矩、爆发力、耐力、功率、达到最大力矩的时间、角度、标准位置和标准时间下的力矩、屈与伸比值、双侧同名肌的力量相差值、肌力占体重的百分率等等一系列数据,这些数据对肌肉机能、运动损伤的诊断和治疗等都具有很大的意义,而这些数据除

等速测试以外, 其它测试方法是无能为力的。

总功是指完成一系列动作所做功的总和, 反映肌肉的有效收缩能力, 可以反映出肌肉在一定时间内完成动作的能力, 特别是对那些需要在一定时间内做功完成比赛的运动项目更能反映出运动员的运动能力, 比如跑步、自行车等运动项目。从测试过程看, 因为要连续测试5个来回, 因此需要一定的时间来完成, 这对180°/s的快速运动也有难度。结合运动实践中的摔跤、赛艇、皮划艇等项目分析, 运动员的肱二头肌都要发挥很大作用, 特别是需要一系列的做功能力, 因此在训练中要选择合适的方法和手段, 以便取得更理想的训练效果。由于本实验是对运动员的肱二头肌进行向心结合离心训练, 这与平时运动实践中的一些发力动作比较相似, 因为运动实践中的许多动作需要依靠肌肉的向心、离心相结合完成。如果通过力量测试能够测出各种主要肌肉的力量特征, 发现力量不足的肌肉进行针对性训练, 将会取得显著效果。

#### 参考文献:

- [1] 王国祥, 黄何平. 等速运动过程中肌放电量与肌氧含量的变化特征[J]. 体育学刊, 2005, 12(1): 53-55.
- [2] 黎鹰. 中学生动态等速肌力自然发育的年龄规律与性别特点[J]. 体育学刊, 2005, 12(5): 39-42.
- [3] 俞晓杰, 吴毅. 膝关节骨性关节炎等速离心收缩肌力的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2006(7): 610-613.
- [4] 张仲景, 孙培志. 试谈短跑运动员下肢工作肌群离心收缩能力训练[J]. 山西体育科技, 2004, 24(4): 26-27.

- [5] 成鹏, 毕霞. 速度对膝关节屈肌和伸肌等速离心收缩力矩的影响[J]. 中国临床康复, 2002, 6(4): 488-489.
- [6] 周思红. 离心收缩训练对肌肉力量和肌电图RMS值的影响[J]. 西安体育学院学报, 2005, 22(6): 62-65.
- [7] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析[M]. 2版. 北京: 电子工业出版社, 2002: 9.
- [8] 教材编写组. 体育院校通用教材: 运动解剖学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2000: 6.
- [9] 教材编写组. 体育院校通用教材: 运动生理学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2002: 9.
- [10] 教材编写组. 体育院校通用教材: 运动生物力学[M]. 北京: 人民体育出版社, 1996: 6.
- [11] 徐军. 速运动新进展[J]. 引进国外医药技术与设备, 1999, 5(2): 58-62.
- [12] 杨静宜, 赖柳明. 肌肉离心收缩研究现状综述[J]. 体育科学, 1991, 11(6): 48-51.
- [13] Yan L M. Velocity-specific and mode specific effects of eccentric isokinetic training of the hamstrings[J]. JOSPT, 1991, 13: 33-39.
- [14] Knutsson E. Concentric and eccentric muscle work in spastic paresis[J]. Scand J Rehab Med, 1992, 24(27 Suppl): 16-17.
- [15] Lord J P, Aitkens S G, McCrory M A, et al. Isometric and isokinetic measurement of hamstring and quadriceps strength [J]. Arch Phys Med Rehabil, 1992, 73(4): 324-330.

[编辑: 郑植友]