

中学生动态等速肌力自然发育的年龄规律与性别特点

黎 鹰

(浙江体育职业技术学院, 浙江 杭州 310012)

摘 要:探索肌肉力量自然发育过程中的年龄相关性和性别特点。运用 Kineteck 等速肌力测试系统,对 240 名 13~18 岁普通中学生进行动态等速肌力测试评定。结果表明 13~18 岁男生,上、下肢屈伸肌的最大肌力和输出功率持续增长;从 14 岁开始,出现快速增长,各年龄段男生的肌力均大于女生,14 岁为男生动态等速肌力快速生长的敏感期。同期女生的最大肌力和输出功率也持续增长,但增长的速度明显小于男生,16 岁后增长缓慢,16 岁开始男女生之间的差距拉大。

关键词:动态等速测试;最大肌力;最大输出功率;中学生

中图分类号:G804.26 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2005)05-0039-04

Age pattern and gender characteristic in relation to the natural development of dynamic isokinetic muscle strength of middle school students

LI Ying

(Zhejiang Physical Vocation - technical College, Hangzhou 310012, China)

Abstract:The author probed into the age correlation and gender characteristic in relation to the natural development of dynamic isokinetic muscle strength, used Kineteck isokinetic muscle strength testing system to evaluate the test of dynamic isokinetic muscle strength of 240 average middle school students ages 13 - 18, and revealed the following findings: From age 13 to age 18, the maximum muscle strength and output power of flexors and extensors of upper and lower limbs of male students are growing continuously; starting from age 14, the said maximum muscle strength and output power begin to grow rapidly; in every age group, the muscle strength of male students are more powerful than that of female students; the age of 14 is a sensitive period for the rapid growth of dynamic isokinetic muscle strength of male students; the maximum muscle strength and output power of flexors and extensors of upper and lower limbs of female students are also growing continuously in the same period, but their growing speed is obviously slower than that occurred to male students; after age 16, such a growth begins to slow down, and the difference between male and female students becomes bigger and bigger in relation to such a growth.

Key words:dynamic isokinetic test; maximum muscle strength; maximum output power; middle school students

肌肉力量是人体运动机能的基本素质,是人体运动系统在工作时克服或对抗阻力的能力,是影响人体运动能力的基本要素^[1]。肌肉力量的大小受遗传、肌纤维类型、肌肉质量、神经肌肉协调关系等一系列生理乃至心理因素的影响,而肌肉力量的自然发展则是以上因素综合作用结果的反映,它对于从理论上认识肌肉功能及其发展变化规律,并在实践中指导运动员科学选材与训练、运动创伤后的康复训练以及人体健康评价等方面具有重要的意义。等速肌力测试法是 Hislop 和 Perrine^[2]提出并建立的一种关节运动速度恒定而外加阻力呈顺应性变化的动态运动概念和动态肌力评价方法。等速肌力测试具有良好的可重复性和较高的可靠性,能提供客观、完整的测试资料,并具有良好的安全性。

1 对象和方法

1.1 对象

研究对象为 13~18 岁健康中学生志愿者,共 240 人(每个年龄组男、女生各为 20 人),他(她)们在参加动态肌肉力量测试前 24 h 未从事剧烈运动,无肌肉疲劳症状。

1.2 实验仪器

采用 Kineteck 等速测力系统记录肌肉收缩产生的关节力矩和输出功率等,力矩的单位为牛顿·米(Nm)、输出功率的单位为瓦(W);计算机对测得数据进行处理;身高、体重和体脂含量用 Helmas 体成分测试仪测量。

1.3 测试方法

测试前,对等速测力系统进行常规标定。实验前被试者

收稿日期:2004-12-19

作者简介:黎 鹰(1965-),女,高级讲师,硕士,研究方向:运动生理学。

作 15 min 的准备活动,每做完一次测试,间隔休息 3 min 以上。在正式测试前,被试者做 3~5 次重复收缩动作作为预实验,以增加被试者对测试过程的熟悉程度和生理上的放松。在总的关节活动范围(ROM)末端安置的阻碍物,保证测试者进行的所有测试在相同的 ROM 内进行。膝关节运动范围为屈膝 90°~160°、肘关节活动范围为屈肘 90°~30°。最大动态等速肌力测定采用慢等速测试方案,等速仪设定速度为 60(°)/s。被试者最大用力屈伸左右膝和左右肘,各活动 5 次,分别测量左右膝和左右肘的屈肌、伸肌的最大峰力矩和最大输出功率,分别统计其中数值最大的一次,作为左右膝和左右肘的屈肌、伸肌的最大峰力矩和最大输出功率。被试者在穿单衣的条件下,室温控制在 15~25℃,用 Helmas 测试仪分别测量被试者的身高、体重、体脂含量。

1.4 统计学处理

统计工作用 SPSS10.0 软件。各项检测指标为平均数 ± 标准差,各个年龄间的差异采用单因素方差分析和 *t* 检验。

2 结果与分析

2.1 男女生身体形态发育的年龄特点和性别差异

实验结果表明 13 岁到 18 岁的男生,身高、体重和去脂

体重都逐年增长,并从 14 岁开始出现快速增长,所有指标男生均大于女生。而女生从 13 岁到 16 岁,身高、体重和去脂体重都逐年增长,16 岁后出现生长停滞的现象,所以从 14 岁开始男女生的差距拉大(见表 1、表 2)。男女生最大肌力、最大输出功率的增长,与身高、体重、去脂体重、上下肢围度的自然增长均有极显著的正相关性($P < 0.01$)。

表 1 男女生身体形态测试结果

		$\bar{x} \pm s$			
性别	年龄/岁	人数	身高/cm	体重/kg	去脂体重/kg
男	13	20	161.89 ± 6.65	51.69 ± 7.85	41.25 ± 4.29
	14	20	162.34 ± 5.30	52.28 ± 6.43	41.39 ± 3.52
	15	20	168.98 ± 6.85	60.77 ± 11.04	46.84 ± 5.75
	16	20	171.99 ± 5.16	62.62 ± 8.86	48.26 ± 5.36
	17	20	174.31 ± 6.10	69.64 ± 10.09	51.50 ± 8.44
	18	20	176.85 ± 4.10	68.81 ± 6.61	52.33 ± 3.57
女	13	20	155.99 ± 4.97	48.48 ± 4.15	36.70 ± 2.06
	14	20	158.16 ± 3.75	48.13 ± 6.19	36.98 ± 2.54
	15	20	160.11 ± 6.60	54.32 ± 6.98	39.86 ± 4.09
	16	20	162.69 ± 4.30	54.64 ± 7.35	40.94 ± 4.21
	17	20	160.39 ± 4.05	52.32 ± 5.28	38.20 ± 3.04
	18	20	161.69 ± 4.76	53.69 ± 4.59	39.40 ± 3.12

表 2 男女生上、下肢围度

		$\bar{x} \pm s, \text{cm}$				
性别	年龄/岁	人数	上肢		下肢	
			右上臂围度	左上臂围度	右大腿围度	左大腿围度
男	13	20	23.45 ± 2.93	23.46 ± 3.07	47.78 ± 4.63	47.21 ± 4.70
	14	20	23.69 ± 2.58	23.30 ± 2.50	47.19 ± 3.22	47.52 ± 3.17
	15	20	25.19 ± 2.67	24.87 ± 2.54	51.30 ± 4.89	50.76 ± 4.54
	16	20	25.17 ± 2.77	25.03 ± 2.68	51.39 ± 4.48	51.69 ± 4.09
	17	20	27.53 ± 2.63	26.96 ± 2.54	55.53 ± 4.89	55.44 ± 4.81
	18	20	25.97 ± 2.57	25.74 ± 2.57	53.85 ± 2.75	53.62 ± 2.45
女	13	20	21.96 ± 1.722	1.91 ± 1.72	42.75 ± 5.44	42.95 ± 5.78
	14	20	21.38 ± 1.90	21.41 ± 2.12	39.98 ± 5.23	39.60 ± 5.54
	15	20	24.16 ± 2.17	23.80 ± 2.09	49.05 ± 3.61	48.78 ± 3.48
	16	20	23.57 ± 2.38	23.41 ± 2.25	48.88 ± 5.19	48.88 ± 5.19
	17	20	23.44 ± 1.46	23.44 ± 1.54	48.82 ± 2.25	48.70 ± 2.16
	18	20	23.55 ± 1.26	23.29 ± 1.47	48.98 ± 2.59	48.81 ± 2.54

2.2 年龄对动态等速肌力自然发展的影响

(1)年龄对最大峰力矩的影响。随年龄增长,13~18 岁男、女中学生最大肌力随之增加。13~18 岁男生,上臂和下肢伸肌最大肌力持续增长,从 14 岁开始出现快速增长。同期女生的最大肌力也持续增长,但增长的速度明显小于男生,并且从 16 岁开始肌力增长缓慢,所以 16 岁后男、女生伸肌最大肌力的差距拉大。男生上臂和下肢屈肌最大肌力均大于女生,其中从 13~16 岁缓慢增长,16~17 岁出现快速增长;而女生 13~16 岁最大肌力持续增长,16~18 岁增长速度减慢,因此 17 岁后男女生屈肌最大肌力的差距拉大。实验的结果表明,男生肌力快速增长的敏感期为 14 岁,而女生肌力快速增长的敏感期可能在 13 岁之前(见图 1、图 2、图 3、图 4)。该结果与 Balague F^[3] 的研究相一致,他们发现在 10 岁

以前随着身体的生长发育,女孩子肌肉力量都是缓慢而平稳地增长,从 11 岁起,最大力量增长速度加快。青春期后半期(女少年 15~17 岁,男少年 16~18 岁)是肌肉及肌肉力量发展最快的时期。

(2)年龄对最大输出功率的影响。实验发现 13~18 岁男生上臂肌肉最大输出功率持续增长,伸肌从 14 岁开始出现快速增长,屈肌从 16 岁出现较快增长;而女生上臂最大输出功率在 13~16 岁缓慢增长,16~18 岁增长速度明显减慢,甚至出现增长停滞。13~18 岁男生的下肢肌肉动态等速最大输出功率持续增长,伸肌从 14 岁增长速度加快,屈肌从 15 岁加快增长速度;女生 13~16 岁最大输出功率缓慢增长,到 17 岁后增长停滞,屈肌最大输出功率甚至出现下降(见图 5、图 6、图 7、图 8)。

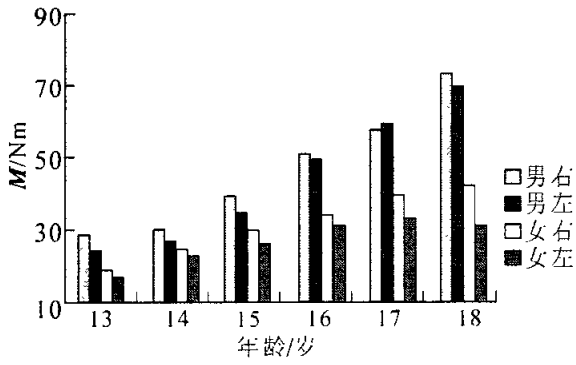


图1 左、右上臂伸肌最大峰力矩

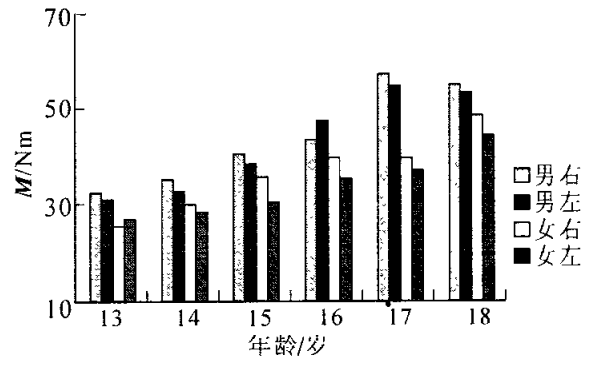


图2 左、右上臂屈肌最大峰力矩

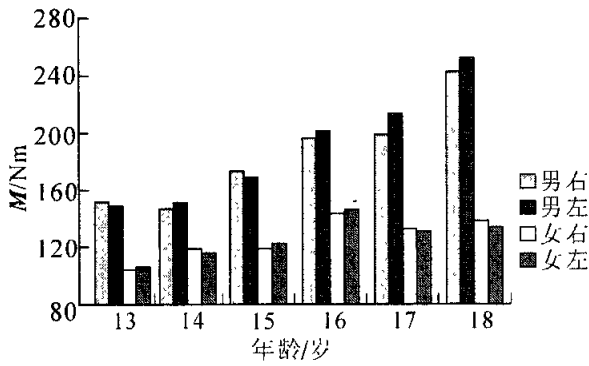


图3 左、右大腿伸肌最大峰力矩

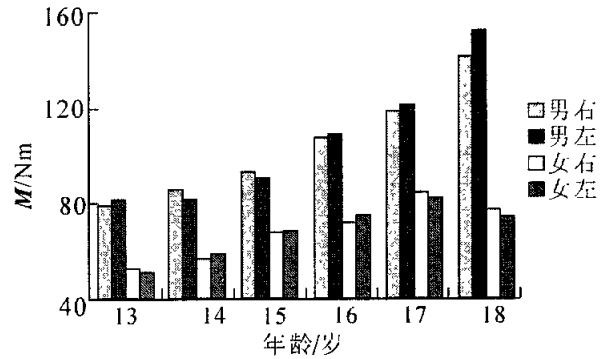


图4 左、右大腿屈肌最大峰力矩

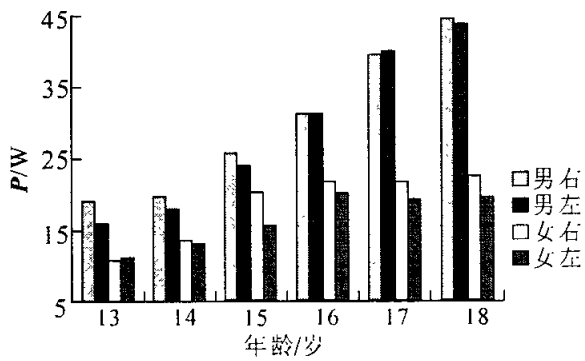


图5 左、右上臂伸肌最大输出功率

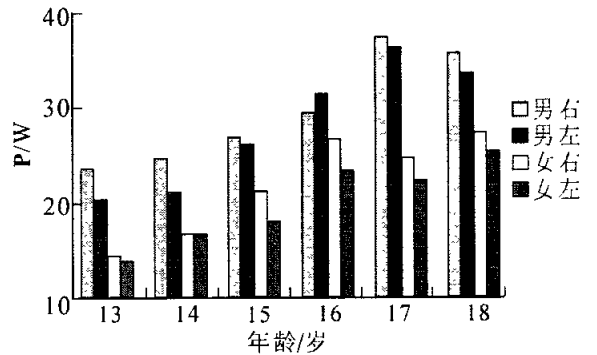


图6 左、右上臂屈肌最大输出功率

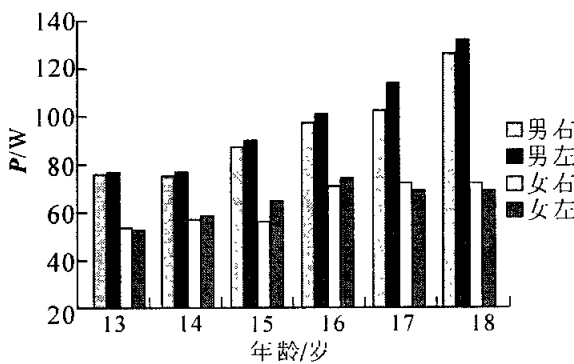


图7 左、右大腿伸肌最大输出功率

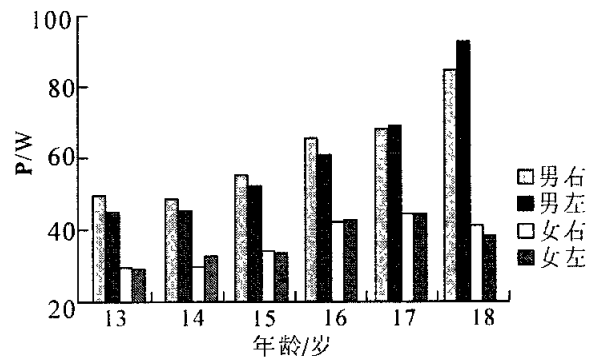


图8 左、右大腿屈肌最大输出功率

2.3 性别对动态等速肌力自然发展的影响

(1)性别对最大峰力矩的影响。实验结果显示 13~18 岁男生,上臂和下肢最大肌力持续增长;从 14 岁开始,出现快速增长,各年龄段的肌力和最大峰力矩的增长速度,男生均明显大于女生($P < 0.01$)。男生与女生之间最大肌力的差距,上臂最大肌力要明显大于下肢最大肌力。随着年龄的增长,与性别相关的差异,上肢比下肢更明显。青春期以后,女孩的上肢肌肉大小约只有男孩的 50%,而下肢肌肉大小约为男孩的 70%。此结果与 2000 年中国学生体质与健康调研^[4]相一致,表明肌力的大小受到不同性别之间的男女肌肉大小的影响。

12 岁女孩伸肌峰力矩出现增长高峰(相对于 11 岁,力量增加了 41%),14 岁达到高峰值;而男孩在 14 岁后,力量仍在不断增长^[3]。在青春期前,男孩上臂的肌肉横断面(MCSA)和最大握力都大于女孩。从 10 岁开始,因女孩 MCSA 和握力增长的速度更快,性别之间的差异减小,到 13 岁时男、女孩间的差异不明显。男孩在 14 岁以后,MCSA 和握力都出现最大增长,而女孩的 MCSA 不再随年龄增长,仅是握力略有增长,故性别之间的差异再次增大^[5]。

在男性中 MCSA 是呈指数增加一直到 17 岁,从 20 岁起达到一个平稳时期。女性在 13 到 17 岁的年龄跨度中的 MCSA 增加比男性小^[6]。

(2)性别对最大输出功率的影响。各年龄段的男生最大输出功率均明显大于女生。13~18 岁男生上臂和下肢肌肉最大输出功率持续增长,从 14 岁开始出现快速增长,而女生肌肉最大输出功率在 13~15 岁缓慢增长,16~18 岁增长速度明显减慢,屈肌最大输出功率在 17~18 岁甚至于出现下降趋势。所以 16 岁后,男、女生最大输出功率的差距拉大。Blimkie 等^[7]研究发现随年龄增长,男孩手臂的最大输出功率(PP)和平均输出功率(MP)显著增加,而女孩则没有,PP 和 MP 的绝对值男孩比相同年龄的女孩明显要大。

3 讨论

肌肉力量是随着年龄的变化而变化的。在青春发育期前,儿童少年肌肉组织中含水量较多,蛋白质、脂肪以及无机盐类较成人少,能量储备较差,收缩能力较弱,年龄越小,这一特点越明显。在身高突增阶段,由于骨骼的快速增长,肌肉也以增加长度为主,但落后于骨骼的增长速度,此时肌纤维的增粗和肌力的增长仍在继续^[8]。只有当高度增长缓慢下来,体内性激素分泌增多,肌纤维才逐渐增粗,横断面逐渐增大,肌力显著增长。Neu CM 等^[5]研究发现男孩手臂握力从 14 岁时开始最大增长,直到 20 岁 MCSA 和握力都有明显增长,女孩握力最大增长出现在 10.5 岁,随后增长速度减慢。立定跳远和仰卧起坐成绩增长幅度的年龄与肌肉力量的自然增长有关。主要反映下肢肌肉爆发力的立定跳远,男生在 14~16 岁之间提高幅度最明显^[4]。

13 岁到 18 岁的男中学生,身高、体重和去脂体重都逐年增长,男生的快速增长期出现在 14 岁以后,女生在 16 岁后增长速度趋缓甚至停滞,从 14 岁开始男女生之间的差距拉

大。与年龄和性别相关的肌肉质量和肌力的变化在很大程度上归因于激素的影响^[9]。随着男性睾酮和女性雌二醇的明显增加,青春期生长激素的分泌增加,是青春期男、女肌肉质量和肌力急剧增长的主要原因。

Ferretti 等推测在青春期之前,随着生长过程肌肉力量的增长与 MCSA 的增加相同步,而青春期后力量的增长快于 MCSA 的增加,可能是受雄性激素分泌的影响 II 型纤维异常肥大之故。

13~18 岁各年龄组男生的动态等速肌力均大于女生。其中男生上、下肢屈伸肌最大肌力和最大输出功率持续增长,从 14 岁开始增长速度明显加快;同期女生也持续增长,但增长的速度明显小于男生,16 岁后增长缓慢,所以男女生之间的差距拉大。睾酮激素水平的高低与力量的大小有密切的关系,睾酮在人体内的分泌数量不同,造成了不同年龄、性别人群之间肌肉力量大小的不同。男孩在青春期早期睾酮增加约 4 倍,在青春期中后期,又增加 20 倍;而女孩在青春期早期和后期,睾酮仅增加 4 倍^[9]。睾酮通过促进肌肉蛋白质的合成,使肌肉肥大,从而提高肌肉力量。故青春期男孩高水平的睾酮,使他们的最大肌力明显高于睾酮水平较低的同龄女孩。但男生上臂屈肌和女生下肢屈肌的最大肌力和最大输出功率在 17~18 岁时出现下降现象,这可能与高三学生减少体育锻炼有关。

参考文献:

- [1] 田野.运动生理学高级教程[M].北京:高等教育出版社,2003:312-319.
- [2] Hislop H J, Perrine J J. The isokinetic concept of exercise[J]. Phys Ther, 1967, 47:114-117.
- [3] Balague F. Cross-sectional study of the isokinetic muscle trunk strength among school children[J]. Spine, 1993, 18:1199-1205.
- [4] 中国学生体质与健康调研组. 2000 年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京:高等教育出版社,2001:54-141.
- [5] Neu C M, Rauch F, Rittweger J, et al. Influence of puberty on muscle development at the forearm[J]. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2002, 283: E103-E107.
- [6] Kanchisal H, Ikegawa S, Tsunoda N, et al. Strength and cross-sectional area of reciprocal muscle grounds in the upper arm and thigh during adolescence[J]. Int J Sports Med, 1995, 16:54-60.
- [7] Blimkie CJR, Roache P, Hay J T, et al. Anaerobic power of arms in teenage boys and girls: relationship to lean tissue[J]. Eur J Appl Physiol, 1988, 57:677-683.
- [8] Van Praagh E. Development of anaerobic function during childhood and adolescence[J]. Pediatr Exerc Sci, 2000, 12(2): 150-173.
- [9] Sale D G. Neural adaptation to resistance training[J]. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1988, 20:135-145.

[编辑:郝植友]