

# 等动肌力测试10岁健康儿童肩关节屈伸肌群的发育特征\*

许晓峰

## Developmental characteristics of flexion and extension muscles of the shoulder joint in 10-year-old children by using isokinetic test

Xu Xiao-feng

### 文章亮点:

采用等动肌力测试的方法分析10岁健康儿童肩关节屈伸肌群肌力发育的特征,发现10岁儿童男女相比,肩关节屈伸肌群的发育无差异;自身相比,男女儿童肩关节伸的肌群力量要好于屈肌群,屈伸比在合理范围之内。

### Abstract

**BACKGROUND:** The shoulder joint is the most flexible joint, but there are rare studies for the developmental characteristics of children shoulder joint muscle.

**OBJECTIVE:** To analyze the development characteristics of flexor and extensor strength of the shoulder joint in 10-year-old children by using isokinetic test.

**METHODS:** Totally 59 10-year-old children's flexor and extensor muscle of bilateral shoulder joints at 60 and 120 ( $^{\circ}$ )/s speeds were tested by Kinitech isokinetic measuring system.

**RESULTS AND CONCLUSION:** The comparison of homonymous muscle between male and female at the same speed showed that the peak torque (PT) and maximum power rating (MT) of extensor and flexor muscle between left and right shoulders had no significant difference ( $P > 0.05$ ). On the left shoulder joint, male PT/body mass (BW) was higher than female's at 120 ( $^{\circ}$ )/s speed ( $P < 0.05$ ); male extensor value was higher than female's at the speed of 60 ( $^{\circ}$ )/s and 120 ( $^{\circ}$ )/s ( $P < 0.01$  or  $P < 0.05$ ). The maximum power (MP)/BW of male flexor was higher than that of female at 6 ( $^{\circ}$ )/s speed ( $P < 0.05$ ), while the MP/BW of male extensor was higher than that of female at the speed of 60 ( $^{\circ}$ )/s and 120 ( $^{\circ}$ )/s ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ). On the right shoulder joint, PT/BW of male extensor was higher than that of female at the speed of 60 ( $^{\circ}$ )/s and 120 ( $^{\circ}$ )/s ( $P < 0.05$ ); MP/BW at the speed of 60 ( $^{\circ}$ )/s and 120 ( $^{\circ}$ )/s had no significant difference between male and female flexor ( $P > 0.05$ ). MP/BW of male extensor was higher than that of female at the speed of 60 ( $^{\circ}$ )/s and 120 ( $^{\circ}$ )/s ( $P < 0.01$  or  $P < 0.05$ ). These findings suggest that in terms of 10-year-old children, different genders had no influence in the development of flexors and extensors of shoulder joints; in the same person, the extensor muscle strength is better than the flexor muscle and the ratio of flexor and extensor is in a reasonable range.

Xu XF. Developmental characteristics of flexion and extension muscles of the shoulder joint in 10-year-old children by using isokinetic test. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(33): 6267-6270.  
[http://www.crter.org/crter-2012-qikanquanwen.html]

### 摘要

**背景:** 肩关节是人体最灵活的关节,目前对儿童肩关节肌群发育特征的研究非常少见。

**目的:** 通过等动肌力测试分析10岁儿童肩关节屈伸肌群力量的发育特征。

**方法:** 运用 Kinitech 等动测力系统对59名10岁儿童双侧肩关节屈伸肌进行60, 120 ( $^{\circ}$ )/s 两种速度测试。

**结果与结论:** ①同一测试速度下同侧同名肌群男女比较,左右肩关节屈伸峰力矩、最大功率值差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。②左肩关节:男性屈肌在120 ( $^{\circ}$ )/s 速度下的相对体质量峰力矩值高于女性( $P < 0.05$ ),伸肌在60, 120 ( $^{\circ}$ )/s 速度下数值高于女性( $P < 0.01$  或  $P < 0.05$ );男性屈肌在60 ( $^{\circ}$ )/s 速度下的相对体质量最大功率值高于女性( $P < 0.05$ ),伸肌在60, 120 ( $^{\circ}$ )/s 测试速度下的相对体质量最大功率值高于女性( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。③右肩关节:男性伸肌在60, 120 ( $^{\circ}$ )/s 速度下的相对体质量峰力矩值高于女性( $P < 0.05$ );男女屈肌在60, 120 ( $^{\circ}$ )/s 速度下的相对体质量最大功率值差异均无显著性意义( $P > 0.05$ ),男性伸肌在60, 120 ( $^{\circ}$ )/s 速度下的相对体质量最大功率值高于女性( $P < 0.01$  或  $P < 0.05$ )。说明10岁儿童男女相比,肩关节屈伸肌群发育无明显差异;自身相比,男女儿童肩关节伸的肌群力量要好于屈肌群,屈伸比在合理范围之内。

**关键词:** 儿童; 肩关节; 峰力矩; 功率; 等速肌力

**缩略语:** 相对体质量峰力矩: peak torque to body weight ratio, PT/BW; 相对体质量最大功率: max power to body weight ratio, MP/BW

许晓峰. 等动肌力测试10岁健康儿童肩关节屈伸肌群的发育特征[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(33): 6267-6270.  
[http://www.crter.org/crter-2012-qikanquanwen.html]

Department of Physical Education, Hebei United University, Tangshan 063009, Hebei Province, China

Xu Xiao-feng★, Master, Lecturer, Department of Physical Education, Hebei United University, Tangshan 063009, Hebei Province, China  
xuxf1979@126.com

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2012.33.037

Received: 2011-12-08  
Accepted: 2012-01-22

河北联合大学体育部, 河北省唐山市 063009

许晓峰★, 男, 1979年生, 河北唐山市人, 汉族, 2006年河北师范大学体育学院毕业, 硕士, 讲师, 主要从事体育教育训练学、运动医学研究。  
xuxf1979@126.com

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 2095-4344 (2012)33-06267-04

收稿日期: 2011-12-08  
修回日期: 2012-01-22  
(20111019020/GW·T)

## 0 引言

人体双肩在生命活动中的生产劳动和体育运动中起着重要作用, 研究肩关节屈伸肌群发展水平有着重要意义。人体力量是人体运动最基本的素质, 人体的一切随意运动, 包括体育运动都依靠关节肌肉提供动力, 通过牵拉骨杠杆, 围绕关节枢纽进行运动<sup>[1]</sup>。对于肌肉力量发育的评定, 在指导运动员科学选材与训练、运动创伤后的康复训练及人体健康评价等方面均具有重要的理论和实践价值<sup>[2]</sup>。

自1970年美国Cybex公司制造了世界第一台等动肌力测量仪器后, 对于肌肉力量测定方法来说, 是一次重大的突破性进展<sup>[3]</sup>。

## 1 对象和方法

设计: 对比分析。

时间及地点: 于2011-09/10在河北联合大学实验室完成。

对象: 随机抽取石家庄市59名10岁儿童作为测试对象, 其中男童32名, 女童27名。

测试对象只参加学校日常活动, 均未参与过运动训练, 均无关节疾患。

研究对象基本情况见表1。

Gender	Sample amount	Height ( $\bar{x}\pm s$ , cm)	Body mass ( $\bar{x}\pm s$ , kg)
Male	32	141.22±6.96	36.94±6.97
Female	27	140.01±7.13	36.27±8.11

方法: 测试采用澳大利亚 Kylink 公司生产的 Kinitech 等速肌力测试系统进行测试。测试均严格按照 Kinitech 测试手册规定的要求和方法进行测试, 测试速度分为60, 120 (°)/s两种速度, 每种速度肩关节屈伸重复3次, 组间休息60 s。

主要观察指标: 峰力矩, 相对体质量峰力矩(peak torque to body weight ratio, PT/BW), 最大功率, 相对体质量最大功率(max power to body weight ratio, MP/BW), 屈伸肌比值F/E。

统计学分析: 采用SPSS 17.0统计软件对所测试数据进行t 检验处理, 结果均以 $\bar{x}\pm s$ 表示。

## 2 结果

2.1 肩关节屈伸肌峰力矩、PT/BW值结果与分析 见表2。

Position	Form	Parameter	Male	
			60 (°)/s	120 (°)/s
Left shoulder	Flexion	PT (N·S)	19.75±6.27	18.50±5.09
		PT/BW	0.48±0.12	0.45±0.08
	Extension	PT(N·S)	25.25±7.85	23.50±7.54
		PT/BW	0.61±0.15	0.56±0.15
Right shoulder	Flexion	PT(N·S)	20.25±6.71	17.00±4.78
		PT/BW	0.48±0.12	0.41±0.08
	Extension	PT(N·S)	26.00±8.48	26.00±7.01 <sup>d</sup>
		PT/BW	0.63±0.14	0.62±0.10 <sup>d</sup>
Position	Form	Parameter	Female	
			60 (°)/s	120 (°)/s
Left shoulder	Flexion	PT (N·S)	18.88±5.48	15.55±4.56
		PT/BW	0.40±0.13	0.33±0.08 <sup>a</sup>
	Extension	PT(N·S)	19.77±5.86	19.55±5.54
		PT/BW	0.41±0.07 <sup>b</sup>	0.41±0.09 <sup>a</sup>
Right shoulder	Flexion	PT(N·S)	18.00±6.71	17.55±6.46
		PT/BW	0.37±0.13	0.37±0.14
	Extension	PT(N·S)	23.55±5.63 <sup>c</sup>	23.33±6.08 <sup>c</sup>
		PT/BW	0.49±0.11 <sup>ac</sup>	0.49±0.14 <sup>ac</sup>

<sup>a</sup>P < 0.05, <sup>b</sup>P < 0.01, vs. homonymous muscle at the same speed; <sup>c</sup>P < 0.05, <sup>d</sup>P < 0.01, vs. extensor and flexor muscle in one side at the same speed; <sup>a</sup>P < 0.05, vs. homonymous muscle in the two sides at the same speed; PT: peak torque; BW: body weight

由表2可知, 同一测试速度下同侧同名肌男女比较, 左右肩关节屈伸峰力矩值比较, 差异均无显著性意义 ( $P > 0.05$ )。左肩关节屈伸PT/BW值男女比较, 屈肌在120 (°)/s测试速度下差异有显著性意义 ( $P < 0.05$ ), 男性高于女性; 伸肌在60(°)/s测试速度下男女比较, 差异有显著性意义 ( $P < 0.01$ ), 在120(°)/s测试速度下男性远高于女性 ( $P < 0.05$ )。右肩关节屈伸PT/BW值统计学比较, 屈肌男女比较, 在60, 120 (°)/s测试速度下差异均无显著性意义 ( $P > 0.05$ ); 伸肌男女比较, 在60, 120 (°)/s测试速度下差异有显著性意义 ( $P < 0.05$ ), 男性高于女性。

同一测试速度下同侧屈肌与伸肌比较, 左肩关节屈伸峰力矩和PT/BW值比较, 男女在60, 120(°)/s两种测试速度下差异均无显著性意义 ( $P > 0.05$ )。右肩关节屈伸峰力矩和PT/BW值比较, 男性伸肌与屈肌比较, 在120 (°)/s测试速度下两指标差异均有非常显著性意义 ( $P < 0.01$ ), 伸肌远高于屈肌; 女性伸肌与屈肌比较, 在60, 120 (°)/s两种测试速度下两指标差异均有显著性

意义( $P < 0.05$ ), 伸肌高于屈肌。

同一测试速度下同性别异侧同名肌比较, 左右肩关节屈伸峰力矩和PT/BW值男女在60, 120 (°)/s测试速度下差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。

2.2 肩关节屈伸肌最大功率、MP/BW值结果与分析见表3。

Position	Form	Parameter	Male	
			60 (°)/s	120 (°)/s
Left shoulder	Flexion	MP (W)	8.01±3.67	11.38±6.25
		MP/BW	0.19±0.07	0.26±0.11
	Extension	MP (W)	10.25±3.91	18.25±5.99 <sup>c</sup>
		MP/BW	0.25±0.07	0.43±0.12 <sup>c</sup>
Right shoulder	Flexion	MP (W)	7.75±4.65	12.12±8.35
		MP/BW	0.19±0.09	0.28±0.15
	Extension	MP (W)	12.87±3.72 <sup>c</sup>	21.62±8.50 <sup>c</sup>
		MP/BW	0.31±0.06 <sup>d</sup>	0.51±0.14 <sup>d</sup>

  

Position	Form	Parameter	Female	
			60 (°)/s	120 (°)/s
Left shoulder	Flexion	MP (W)	5.33±2.27	8.88±4.01
		MP/BW	0.11±0.06 <sup>a</sup>	0.18±0.08
	Extension	MP (W)	7.88±1.96	13.88±3.33 <sup>d</sup>
		MP/BW	0.17±0.03 <sup>ac</sup>	0.29±0.07 <sup>bd</sup>
Right shoulder	Flexion	MP (W)	5.88±2.67	12.11±5.18
		MP/BW	0.12±0.04	0.26±0.11
	Extension	MP (W)	9.88±2.67 <sup>d</sup>	17.77±5.26 <sup>c</sup>
		MP/BW	0.21±0.04 <sup>bde</sup>	0.37±0.11 <sup>ac</sup>

<sup>e</sup> $P < 0.01$ , vs. homonymous muscle in the two sides at the same speed  
MP: maximum power; BW: body weight

由表3可知, 同一测试速度下同侧同名肌男女比较, 左右肩关节屈伸最大功率值比较, 差异均无显著性意义( $P > 0.05$ ); 左肩关节屈伸MP/BW值男女比较, 屈肌在60 (°)/s测试速度下差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 男性高于女性; 伸肌在60 (°)/s测试速度下差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 在120 (°)/s测试速度下差异有非常显著性意义( $P < 0.01$ ), 男性远高于女性。右肩关节屈伸最大功率/BW值男比较女, 屈肌在60, 120 (°)/s测试速度下差异均无显著性意义( $P > 0.05$ ); 伸肌在60 (°)/s测试速度下差有非常显著性意义( $P < 0.01$ ), 在120 (°)/s测试速度下差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 男性高于女性。

同一测试速度下同侧屈肌与伸肌比较, 左肩关节屈伸最大功率值比较, 男女在60 (°)/s测试速度下差异均无显著性意义( $P > 0.05$ ), 在120 (°)/s测试速度下, 伸肌最大功率值高于屈肌最大功率值( $P < 0.05$ ), 女童伸肌最大功率值远高于屈肌最大功率值( $P < 0.01$ )。左肩关节屈伸肌最大功率/BW值比较, 男童在60 (°)/s测试速度下差异均无显著性意义( $P > 0.05$ ), 在120 (°)/s测试速度下伸肌最大功率/BW值高于屈肌最大功率/BW值( $P <$

0.05); 女童在60 (°)/s测试速度下伸肌MP/BW值高于屈肌MP/BW值( $P < 0.05$ ), 在120 (°)/s测试速度下伸肌MP/BW值远高于屈肌( $P < 0.01$ )。右肩关节屈伸最大功率值比较, 男童在60, 120 (°)/s测试速度下差异均有显著性意义( $P < 0.05$ ), 伸肌最大功率值高于屈肌最大功率值; 女童在60 (°)/s测试速度下伸肌最大功率值高于屈肌最大功率值( $P < 0.01$ ), 在120 (°)/s测试速度下伸肌最大功率值高于屈肌最大功率值( $P < 0.05$ )。右肩关节屈伸MP/BW值比较, 男童在60, 120 (°)/s测试速度下伸肌MP/BW值远高于屈肌( $P < 0.01$ ); 女童在60 (°)/s测试速度下伸肌MP/BW值远高于屈肌( $P < 0.01$ ), 在120 (°)/s测试速度下伸肌MP/BW值高于屈肌( $P < 0.05$ )。

同一测试速度下同性别异侧同名肌统计学比较, 只有女童伸肌MP/BW值在60 (°)/s测试速度下差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 右肩伸肌MP/BW值大于左肩伸肌。

2.3 肩关节屈伸肌F/E值结果与分析 见表4。

Gender	60 (°)/s		120 (°)/s	
	Left F/E	Right F/E	Left F/E	Right F/E
Male	0.80±0.17	0.79±0.10	0.74±0.10	0.71±0.11
Female	0.83±0.12	0.78±0.13	0.73±0.20	0.71±0.20

肌力矩屈伸比F/E是当前运动训练、运动医学、康复医学的研究热点, 主要对人体下肢功能进行监测与评价, 在实践中有着重要意义<sup>[4]</sup>。由表4可知, 男儿童左右肩关节屈伸肌F/E值基本上处于同一水平, 统计学差异无显著性意义, 并表现出均随测试速度的增加而减小的规律。

### 3 讨论

峰力矩是指肌肉或肌群环关节运动过程中相应肌肉或肌群收缩产生的最大力矩输出值<sup>[5]</sup>。由测试结果可知肩关节屈伸肌的峰力矩、PT/BW值随测试速度的增加而降低, 王河<sup>[6]</sup>对60名正常健康青年的肩关节屈伸肌进行等动测试, 也发现峰力矩、MP/BW值随测试角速度的增大而逐渐减少; 曹峰锐等<sup>[7]</sup>的研究结果也与本实验相一致。产生此种现象的原因, 李敏等<sup>[8]</sup>认为是由于两个原因造成的: 一是收缩元中的横桥断开肌肉损失张力, 然后在缩短过程再形成横桥时也损失张力; 二是收缩元和结缔组织中的流体黏滞性, 需要内力克服这些黏滞阻力而造成张力下降。Succder等<sup>[9]</sup>认为, 肌纤维的兴奋及产生张力都需一定时间, 若运动速度越快, 肌肉

收缩时间越短, 所募集的肌纤维数量越少, 产力也就越小。Chena等<sup>[10]</sup>发现, 快速运动的峰力矩与快肌纤维的含量呈正比, 认为在快速运动时仅由快缩肌产力。经典的Hill方程也显示, 肌肉收缩速度与所产生的肌张力值成反比<sup>[11]</sup>。

最大功率是肌肉在单位时间内所做的功, 反映肌肉的工作效率<sup>[12]</sup>。由测试结果可知, 随测试速度的增加, 男儿童左右肩关节屈伸最大功率和MP/BW值也随之增加。这一结果与王河<sup>[6]</sup>的研究结果一致。

关节屈伸肌群力量的比值F/E, 历来是体育训练和运动医学中重点研究的课题之一<sup>[13]</sup>。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<sup>[14]</sup>。从测试结果可知, 随测试速度的增大, 男儿童屈伸肌群力量的比值F/E均减小, 伸肌发展要好于屈肌, 屈伸肌群力量的比值F/E: 男童在0.71~0.80之间, 女童在0.71~0.83之间。这与王河<sup>[10]</sup>的研究结果不同, 他对青年的研究认为肩关节屈伸肌峰力矩比随测试速度的增大而增大, 青年男子(24.3±1.1)从60 (°)/s下的0.89增加到240 (°)/s下的0.97, 青年女子(22.4±1.1)从60 (°)/s下的1.01增加到240 (°)/s下的1.25。本实验认为可能是儿童正处于肌肉纤维成长时期, 运动能力相对较弱, 随测试速度的增加, 屈肌力量与伸肌力量相比衰退的较快所致。据国外学者报道膝关节屈伸肌峰力矩比值在60 (°)/s慢速测试时为0.60~0.69<sup>[15-16]</sup>。

#### 4 参考文献

- [1] Li N.Tiyu Xuekan. 2009;16(11):109-112.  
李南.青少年女子膝关节屈伸肌力与年龄的关系[J].体育学刊, 2009,16(11):109-112.
- [2] Li Y. Tiyu Xuekan. 2005;12(5):39-42.  
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] Zhang QL,Meng ZL. Tiyu Xuekan. 2005;41(3):116-119.  
张庆来,孟站领.小学生双侧膝关节等速肌力特征研究[J].中国体育科技,2005,41(3):116-119.
- [4] Liu YR,Zhou L,Shi Q.Shanghai Tiyu Xueyuan Xuebao. 2008; 32(1):52-55.  
刘耀荣,周里,时倩.跳跃运动员膝关节屈伸肌群等速离心收缩时肌力与sEMG变化特征[J].上海体育学院学报,2008,32(1): 52-55.
- [5] Novotny JE,Beynon BD,Nichols CE.Modeling the stability of the human glenohumeral joint during external rotation. Biomech. 2000;(33):345-354.
- [6] Wang H.chengdu Tiyu Xueyuan Xuebao. 2000;26(2):46-51.  
王河.人体肩关节屈伸肌群等动离心、等动离心、等长收缩肌力的研究[J].成都体育学院学报,2000,26(2):46-51.
- [7] Cao FR,He JL,Wu LL.Liaoning Tiyu Keji. 2009;31(6):30-32.  
曹峰锐,贺建龙,吴莉莉.女子手球运动员肩关节屈伸肌群的等速测试与分析[J].辽宁体育科技,2009,31(6):30-32.
- [8] Li M,Li L,Chen YJ.Shoudu Tiyu Xueyuan Xuebao. 2010;22(6): 81-84.  
李敏,李立,陈玉娟.青少年男子膝关节屈伸肌群自然发育规律的等速肌力测试研究[J].首都体育学院学报,2010,22(6):81-84.
- [9] Succder GN.Torque curves produced at the knee during isometric and isokinetic exercise.Arch Phys Med Rehabil. 1980;61:68.
- [10] Chena DR,Kurth AL,Thomas M,et al.Torque characteristics of the quadriceps and hamstring muscles during concentric and eccentric loading.JOSPT.1991;14:149.
- [11] Zhao HB,L JS.Beijing:Gaodeng Jiaoyu Chubanshe.2008.  
赵焕彬,李建设.运动生物力学学[M].北京:高等教育出版社, 2008.
- [12] Zhang RC,Cheng LC,Chen YJ,et al.Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2009;13(46): 9117-9120.  
张瑞存,程丽彩,陈玉娟,等.跳跃项目训练对青少年膝关节屈伸肌肉力量的影响[J].中国组织工程研究与临床康复,2009,13(46): 9117-9120.
- [13] Qin L,Hu SY,Chen QM,et al.Beijing:Renmin Tiyu Chubanshe. 2001:236-247.  
秦岭,胡声宇,陈启明,等.体育生物医学基础研究与进展[C].北京:人民体育出版社,2001:236-247.
- [14] Wu YX,Zhang HP. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2007;30(5):886-888.  
吴翊馨,张海平.应用等速测力系统分析足球运动员髌、膝关节屈伸等速离心工作的生物力学特征[J].中国组织工程研究与临床康复,2007,30(5):886-888.
- [15] Zhang Y,Li L,Zhai FM,et al. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu.2008,12(28):5432-5435.  
张岩,李立,翟凤鸣,等.肩、髌、膝3关节屈伸肌力的等速测试:短跑青少年与无训练者的比较[J].中国组织工程研究与临床康复,2008,12(28):5432-5435.
- [16] Morris A,Lussier L,Bell G,et al.Hsmstring/quadriceps strength rations in collegiate middle-distance and distance runner. Physic Sports Med.1983;11:77.

#### 来自本文课题的更多信息--

**作者贡献:** 许晓峰进行实验设计, 实验实施为许晓峰, 实验评估为许晓峰, 资料收集为许晓峰, 许晓峰成文, 许晓峰审校, 许晓峰对文章负责。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**伦理要求:** 参与实验的个体属自愿参加, 所有受试者及其监护人均对实验过程完全知情同意, 在充分了解本测试方案的前提下签署“知情同意书”。

**文章概要:** 所测试的 10 岁儿童这一群体, 从出生至今的生长发育过程是一个自然发育的过程, 没有经过外界干预去刻意发展某项素质, 可以了解自然发育过程中肩关节屈伸肌群的发育特征; 依此为基础分析成年人及成年运动员肩关节屈伸肌峰值力矩的比值失衡是什么原因造成的。