

文章编号:1004-7220(2011)01-0024-05

传统武术站桩肩背部负载分配的力学效果评价

孙世杰, 闫松华, 刘志成
(首都医科大学 生物医学工程学院, 北京 100069)

摘要: 目的 研究长期进行传统武术站桩训练者站桩时不同肌肉负载的分配情况, 评价站桩效果。方法 采用加拿大 Flexcomp Infiniti10 通道表面肌电采集系统, 测量受试者(桩法训练组和对照组各7名)在站桩过程中肱桡肌、肱三头肌、三角肌、背阔肌和小腿三头肌的表面肌电, 观察不同肌肉肌电在不同负载下的变化趋势, 对其积分肌电(integral electromyography, IEMG)进行对比分析。结果 随着负载的增加, 训练组背部和肩部 IEMG 的比值稳定在 (0.372 ± 0.258) 与 (0.257 ± 0.146) 之间, 而对照组则在 (1.313 ± 0.698) 与 (0.800 ± 0.405) 之间。结论 训练组在空手站桩和负重站桩时, 主要压力会集中在背阔肌, 而对照组则集中在三角肌。

关键词: 传统武术站桩; 肌电; 负载分配; 颈腰椎疾病; 肩周炎; 生物力学

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

Mechanical evaluation of load distribution on human shoulder and dorsal muscles during traditional Chinese Gongfu stance

SUN Shi-jie, YAN Song-hua, LIU Zhi-cheng (*School of Biomedical Engineering, Capital Medical University, Beijing 100069, China*)

Abstract: Objective To study the load distribution of muscles for those having long-period stance training during traditional Chinese Gongfu stance, and evaluate the effectiveness of such stance. **Method** Seven traditional Chinese Gongfu stance trainers and seven normal adults for the control were enrolled in the experiment. The sEMG (surface electromyography) signals of five muscles (brachioradialis, triceps brachii, deltoid, latissimus dorsi, triceps surae) were tested by Flexcomp Infiniti 10-channel sEMG collector. The value of IEMG (integral electromyography) were processed. **Results** With the increase of load, the ratio between deltoid IEMG and latissimus dorsi IEMG for the stance-trained group stabilized in the range from (0.372 ± 0.258) to (0.257 ± 0.146) , while that of the control was in the range from (1.313 ± 0.698) to (0.800 ± 0.405) . **Conclusions** When the traditional Chinese Gongfu stance is processed with or without load, the trained group distributed major load on the dorsal muscle, while the control on the shoulder.

Key words: Traditional Chinese Gongfu stance; Electromyography; Load distribution; Rachopathy; Scapulo-humeral periarthritis; Biomechanics

站桩是武术的基本功之一, 也是中国古老的养生法之一, 不仅可以提高人的协调性, 还可以强身健骨, 达到祛病延年的目的^[1]。站桩是一种静止放松而且呼吸均匀的状态, 不同的武术流派练习方法略有不同, 主要分为正面和侧面两类, 研究中常采用正

面浑圆桩。浑圆桩的训练方法常见于太极拳、大成拳、心意六合拳和气功等流派, 也经常被临床康复作为运动处方, 有明确的动作要领, 比较适合研究分析^[2]。随着科技的发展, 人们逐渐对古老的站桩的认识和理解逐渐深入, 但是运用现代科技手段对于

收稿日期: 2010-09-03; 修回日期: 2010-10-28

通讯作者: 刘志成, 教授, 博士研究生导师, E-mail: zcliu@ccmu.edu.cn。

站桩的研究仍很少。现在武术界一般认为站桩可以把自身重量和外界负载通过身体的结构做出有利于身体健康的力学分配,这被称为桩法的负载分配。目前关于站桩负载分配的研究还未见报道。本文试图通过表面肌电的测定,分析站桩过程中身体不同部位肌肉活动状态分布特点,探讨站桩中不同部位肌肉力学分配特点及对预防和康复医学的意义。

表面肌电(surface electromyography, sEMG)是从人体骨骼肌表面,通过电极记录下来的神经肌肉活动时发放的生物电信号^[3]。由于sEMG包含了大量关于神经肌肉收缩的功能状态的信息,又是一种安全、易掌握、非侵入性记录肌电的量化方法,在控制良好的条件下,sEMG信号活动的变化在很大程度上能够定量反映肌肉活动的局部疲劳程度、肌力水平、肌肉激活模式、运动单位兴奋传导速度、多肌群协调性等肌肉活动的变化规律,因而对临床医学、运动医学、医疗康复(包括仿生假肢)、人体工程学等诸多领域具有重要的学术价值和应用意义^[4-5]。

本文采用加拿大Flexcomp Infiniti 10通道表面肌电采集系统,对14名受试者(其中站桩训练组和对照组各7人)桩法动作过程中,肱桡肌、肱三头肌、三角肌、背阔肌和小腿三头肌5块肌肉的表面肌电进行测试,并从前臂处增加外部压力,观察不同部位肌肉肌电的变化,对其积分肌电(integral electromyography, IEMG)数据进行对比分析。得到训练组和对照组在站桩和受外力情况下,不同肌肉群的表面肌电分布情况,从而探讨站桩结构中的负载分配情况,以及这种负载分配对预防和康复医学的意义。

1 材料与方法

1.1 实验对象

受试者共14位男性,其中7人经常进行站桩训练,平均年龄(31.2 ± 8.6)岁,平均拳龄(11.0 ± 6.4)岁,身高(171.8 ± 4.8)cm,体重(67.3 ± 4.7)kg;另外7人为参照组,未进行过站桩训练,平均年龄(25.2 ± 1.9)岁,平均身高(174.0 ± 6.9)cm,平均体重(71.0 ± 14.2)kg。受试者均无运动神经类疾病,在最近6个月内上肢没有出现扭伤、运动损伤、断裂等影响运动功能的伤病,最近两天没有进行过剧烈的运动,目前没有肌肉酸痛及不适,不是敏感性皮肤。在实验人员指导下,受试者认真阅读

本次试验方案,理解试验者讲解的实验过程后,愿意接受试验。

1.2 实验设备

Flexcomp Infiniti 10通道表面肌电采集系统,一次性使用肌电电极。计算机CPU 2.99 GB,内存4 GB,显卡ATI 4890。软件:BioGraph Infiniti表面肌电分析软件(Thought Technology Ltd,加拿大)。

1.3 实验方法

1.3.1 基本动作确定

本实验采用文献中多见的养生浑圆桩进行研究,其动作规范是:两脚分开呈八字形与肩同宽,两手与肩同高,膝关节微屈,臀部略往下坐,重心在两脚中线处保持平衡,手离胸2~5拳之距离,两手之间宽两三拳,沉肩坠肘,头正颈直,拇指向上,手臂向内做抱物状,眼微闭,声音沉稳,全身肌肉放松^[2]。实验中,训练组和参照组在受试时都严格按照这个站桩标准。

1.3.2 人体总肌肉群的确定

根据正常人体解剖学中运动上肢各关节诸肌的部位和作用,并通过预实验了解站桩受外力作用后不同肌肉群的表面肌电变化情况,确定了5块肌肉进行表面肌电测试,分别是肱桡肌、肱三头肌、三角肌、背阔肌和小腿三头肌^[6]。

1.3.3 电极贴放

用75%的医用酒精反复擦拭表面电极安放点及安放点附近的皮肤,以去除皮肤表面的油污、坏死的角质层,或用砂片摩擦。表面电极所贴位置为所测肌肉的肌腹部分最隆起处。记录电极尽量与肌纤维平行,参考电极和记录电极形成正三角形,两电极间的距离为2~3cm^[7]。

1.3.4 实验步骤

受试者按照标准浑圆桩动作,当受试者感觉合适并合格后开始纪录sEMG数据,纪录时间持续10s。

为了更好地理解站桩的负载分配结构对外界负载的适应性,了解站桩对于养生的意义,空手站桩测试后,进行外加定量负载的站桩sEMG测试。实验过程中在每位受试者前臂腕关节处用哑铃分别增加1.25、1.75、3和5kg的负载进行桩法sEMG测试。有实验表明,随着时间的变化,由于疲劳因素,桩法练习过程中sEMG的振幅呈现交替升降的波浪式的

周期变化,而振幅升降周期从20 min 向下依次递减,这是由于肌肉纤维的交替工作造成的^[8]。所以本研究统一选取前10 s 进行sEMG 测试,两次之间间隔1 min。

在增加负载过程中,确保受试者站桩动作和重心平衡没有明显改变,仍符合研究规定的桩法标准。

研究详细纪录每位受试者在不同负载下5 块肌肉的表面肌电值,利用Biograph Infiniti 软件,得到前肌电信号的时域评价指标IEMG,并导入SPSS 软件进行数据处理和分析。

1.3.5 数据处理

本文使用SPSS 13.0 进行数据的分析处理,把每块肌肉IEMG 占总体IEMG 的比例值作为特征值,对训练组和参照组采用置信区间为95%的配对t 检验,当 $P < 0.05$ 时认为两组有显著性差异。

2 结果

2.1 空手站桩时不同组的表面肌电分步特征

经统计软件对比分析,训练组和参照组不同肌肉群(肱桡肌、肱三头肌、三角肌、背阔肌和小腿三头肌)在站桩过程中所占的比例(该块肌肉的IEMG/5 块肌肉的IEMG),发现两组之间肱桡肌(训练组 $(7.3 \pm 2.0)\%$,参照组 $(9.6 \pm 4.6)\%$)、肱三头肌(训练组 $(15.8 \pm 7.6)\%$,参照组 $(16.1 \pm 4.7)\%$)、小腿三头肌(训练组 $(15.7 \pm 3.3)\%$,参照组 $(22.1 \pm 13.0)\%$)所占总体的比例无显著性差异,而三角肌与背阔肌的比例差异很大(见图1)。训练组三角肌IEMG 所占的比例为 $(15.0 \pm 5.8)\%$,参照组为 $(27.2 \pm 7.2)\%$ ($P < 0.05$);训练组背阔肌IEMG 所占比例为 $(46.3 \pm 13.4)\%$,参照组背阔肌IEMG 所占比例则为 $(25.0 \pm 10.9)\%$ ($P < 0.05$),两组的对比均存在显著性差异。

2.2 负重站桩时不同组的表面肌电分步特征

在本研究中发现,训练组和参照组在肩部和背部IEMG 所占的比例有显著差异,而其他部位未见明显差异。这提示着肩部和背部的IEMG 关系,可能为站桩的效果提供有效的参数指标。为了研究受试者三角肌和背阔肌在负重情况下负载的分配情况,所以本实验采用三角肌IEMG/背阔肌IEMG 作为指标,研究该指标参数在不同重量的负重站桩条件下的变化情况(见图2)。

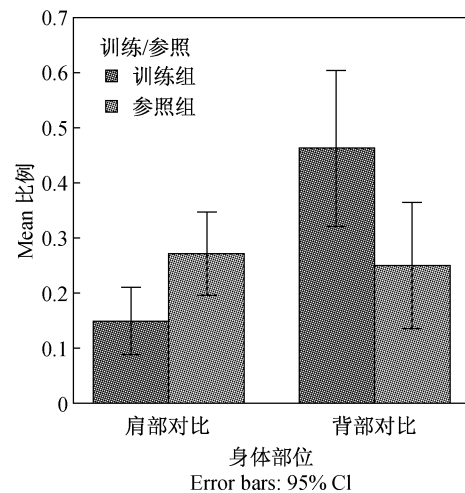


图1 训练组和参照组IEMG 在肩部和背部分布情况

Fig.1 Distribution on shoulder and dorsal IEMG between the trained group and the control

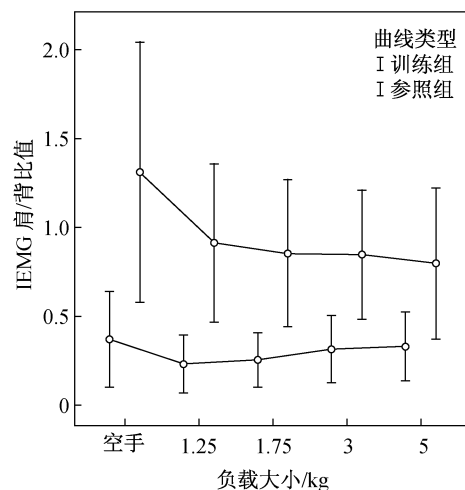


图2 训练组和参照组肩部IEMG/背部IEMG 比值与负载关系

Fig.2 The relationship between the ratio of shoulder IEMG/dorsal IEMG and the load for the trained group and the control

由图中可以看出,训练组的肩部IEMG/背部IEMG 比值明显小于参照组。训练组的比值在 (0.372 ± 0.258) 与 (0.257 ± 0.146) 之间,而参照组则在 (1.313 ± 0.698) 与 (0.800 ± 0.405) 之间,训练组和参照组各项数据均有显著性差异($P < 0.05$)。同时可以看出训练组的曲线呈现出相对平稳的状态,而参照组有明显下降趋势。

3 讨论

动作技能的形成要首先通过视觉形成动作的空

间图形,再通过讲解去获悉动作的原理,再通过试动训练和动觉的反馈,得到动作的运动结构和肌肉的长时记忆,最终达到动作的随意性。本研究中对照组和训练组采用完全相同的动作标准,结果却有明显差别,就是因为对照组仅仅是通过视觉进行动作监督,而训练组已经通过了长期的动作训练,可以通过动觉的监督,达到动作链的自动化。而动作链的自动化是动作技能形成的标志之一。有文献报道,动觉监督比视觉监督更利于提高动作的精确度^[9],这应该是对照组和训练组的 IEMG 值存在差异的原因之一。

肌电信号发源于脊髓中枢神经中的动作神经元。当大脑发出兴奋向下传导后,中枢神经系统的运动神经元的胞体和树突在来自突触的刺激下产生电脉冲,传导到末梢神经与肌肉的接点后,刺激接点释放乙酰胆碱,改变运动终板的离子通透性,从而产生肌纤维的动作电位,并沿着肌纤维向两方传播,同时肌纤维内产生一系列的变化,产生肌纤维的收缩,大量肌纤维的收缩则产生了肌肉力^[10]。

表面肌电信号可以在一定程度上反映神经肌肉的活动^[11]。很多研究表明,不同肌肉在收缩力与 sEMG 时域指标之间存在比较一致的关系,即随着肌肉的收缩力增加,sEMG 信号的振幅是线性递增^[12]。故很多研究把 sEMG 作为衡量肌肉活动状态和评价肌肉力大小的指标,IEMG 是 sEMG 的积分值,是反映肌肉在一段时间内力的状态的指标。所以本研究使用 IEMG 来评价不同部位肌肉力的状态,用三角肌 IEMG/背阔肌 IEMG 的比值来评价负载在肩部和背部的力的分配。

训练组背部 IEMG 占总值(46.3 ± 13.4)%,远远大于肩部 IEMG 的(15.0 ± 5.8)%(见图 1)。随着负载的增加,训练组的三角肌 IEMG/背阔肌 IEMG 的比值远小于 1((0.372 ± 0.258) 与 (0.257 ± 0.146) 之间,见图 2),这些可以认为在承受身体重力负载和外部负载的时候,训练组的负载较多分配在背部;而对照组在空手时背部 IEMG 占总值(25.0 ± 10.9)%,肩部为(27.2 ± 7.2)%(见图 1),承受同样负载的时候,肩部背部的比值维持在较高的范围(1.313 ± 0.698)与 (0.800 ± 0.405) 之间,见图 2),这说明相对于桩法训练组,对照组的负载较多分配到肩部肌肉。

训练组的三角肌 IEMG/背阔肌 IEMG 的比值随着负载的增加无明显变化,可以认为训练组的负载分配体系相对稳定,站桩训练的沉肩坠肘,可以把肩部承受的负载,按照一个较稳定的比例作用在背部肌肉上;而对照组的比值随着负载的增加略有下降,可以认为外部压力使肩关节的下沉,使背部承受的负载增加,从而使比值下降。

本实验通过测量站桩训练者在站桩训练过程中表面肌电信号,得出了桩法过程中不同肌肉的负载分配特征,并提出了三角肌 IEMG/背阔肌 IEMG 这个参数,去评估站桩的有效性和负载分配合理性,为桩法的训练提供评价参数。

站桩法的多年推广使人们发现,站桩会对肩周炎、颈椎和腰椎疾病有预防和缓解作用,但是关于桩法缓解疾病的力学原理研究尚未见报道。通过在站桩过程中不同肌肉群负载分配的研究,有助于理解桩法缓解疾病的原理。近 10 多年来,颈椎病和腰肌劳损的临床发病率很高。由于反复进行或长时间维持上臂的外展、上举和内旋等动作而发生肩部组织的劳损,容易患肩周炎。长期伏案或坐位工作的人,容易患颈椎病和腰肌劳损症。有文献表明,肩周炎的形成是因为肩周肌群痉挛缺血及肌凝蛋白凝固,导致关节囊纤维化和关节滑膜的炎症^[13]。Mc Cormack 等^[14]认为,颈椎病和腰肌劳损是由于颈、肩、背腰部的肌肉、韧带长期疲劳损伤后出现挛缩、钙化,从而牵拉椎体,使椎体间的应力增加导致椎体变形,进而压迫有关神经、血管引起一系列临床症状。

而本研究表明,普通人在静止和受外力负载的情况下,肩部分配的负载比桩法训练组要大。这种分配可能使肩部肌肉更快地进入疲劳状态。如果长期负载过大,造成三角肌和斜方肌附近的肌肉长期疲劳,可能会造成劳损并增大患肩周炎或者颈椎腰椎疾病的可能性。而站桩训练可以利用重力作用,达到沉肩坠肘的效果,使肩部肌肉松弛,负载分配合理,避免了肩部的过度疲劳,这也许能给桩法缓解肩周炎和颈腰椎疾病提供理论依据。

同时有文献表明,站桩的练习也可以促进血液循环,减轻血管壁的压力^[15]。血液循环不畅,造成乳酸、氢离子肌酐等代谢产物在肌肉中堆积,被认为是疲劳产生的机理之一^[16]。这也是桩法可以消除

疲劳,预防和缓解肩周炎、颈椎和腰椎疾病的原因之一。

参考文献:

- [1] 朱志东. 站桩在武术训练中的作用研究[J]. 武术科学, 2004, 12(6):68-69.
- [2] 张神虎. 松静站桩功治疗腰椎间盘突出症的初步探讨[J]. 中国初级卫生保健, 1988, 2(4):36-37.
- [3] 胡晓, 王志中, 任小梅, 等. 基于非线性尺度小波变换的表面肌电信号的分类[J]. 生物医学工程学杂志, 2006, 23(6):1232-1235.
- [4] Singh VP, Kumar DK, Polus B, *et al.* Strategies to identify changes in SEMG due to muscle fatigue during cycling[J]. Journal of Medical Engineering & Technology, 2007, 31(3):144-151.
- [5] Peper E, Wilson VS, Gibney KH, *et al.* The Integration of electromyography (SEMG) at the workstation: Assessment, treatment, and prevention of repetitive strain injury (RSI) [J]. Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2003, 28(6):167-182.
- [6] 严振国. 正常人体解剖学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2002: 81-99.
- [7] Konrad P. The ABC of EMG[M]. USA: Noraxon INC, 2005.
- [8] 刘晓俐, 崔冬霞. “波浪式”肌电变化初探[J]. 山西临床医药杂志, 1997, 6(3):193-194.
- [9] 黄强, 赵欣, 李向东. 动觉监督早期介入对动作技能形成的影响[J]. 心理学探新, 2003, 1(23):42-46.
- [10] 杨福生, 高上凯. 生物医学信号处理[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [11] Merletti R, Knafitz M. Electrically evoked myoelectric signal[J]. Biomedical Engineering, 1996, 19(4):293-340.
- [12] Bigland B, Lippold OCJ. The relation between force, velocity and integrated electrical activity in human muscles[J]. J Physiol, 1954, 123(1):214-224.
- [13] Hannafin JA, Chiaia TA. Adhesive capsulitis: A treatment approach[J]. Clin Orthop Relat Res, 2000, 372:95-109.
- [14] McCormack BM, Weinstein PR. Cervical spondylosis: An update[J]. The Western Journal of Medicine, 1996, 165(1-2):43-51.
- [15] 高惠合, 张洪林. 气功站桩与凝神调息过程某些生理参数的观察[J]. 生理科学, 1984(4):23-24.
- [16] Hunter AM, Lambert MI, Noakes T, *et al.* Effects of supramaximal exercise on electromyographic signal[J]. Br J Sports Med, 2003, 37(4):296-299.