

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2017.10.008

· 临床研究 ·

健康青年下台阶时股内侧肌、股直肌和股外侧肌间的表面肌电变化

史昊楠¹, 桂沛君¹, 徐大卫¹, 郭辉², 谢瑛¹

[摘要] 目的 探讨健康青年下台阶时股内侧肌、股直肌及股外侧肌的肌肉收缩强度差异。方法 2016 年, 选取首都医科大学 2015 级 30 名健康在校大学生, 将电极贴于优势侧股四头肌上, 采集受试者下台阶过程中的股内侧肌、股直肌及股外侧肌的肌电信号。结果 在下台阶过程中, 股直肌的最大收缩幅值和平均收缩幅值显著小于股内侧肌和股外侧肌($P<0.001$); 而股内侧肌和股外侧肌无显著性差异($P>0.05$)。结论 健康青年在下台阶过程中股内侧肌及股外侧肌的活性显著高于股直肌; 股内侧肌与股外侧肌协同收缩活性相当。

[关键词] 下台阶; 股四头肌; 收缩强度; 表面肌电图

Surface Electromyography Changes of Vastus Medialis, Rectus Femoris and Vastus Lateralis during Stair Descent in Healthy Youth

SHI Hao-nan¹, GUI Pei-jun¹, XU Da-wei¹, GUO Hui², XIE Ying¹

1. Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China; 2. Beijing Bo'ai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China

Correspondence to XIE Ying. E-mail: 13691446412@126.com

Abstract: Objective To evaluate the activities of vastus medialis, rectus femoris and vastus lateralis during stair descent in healthy youth. **Methods** Thirty healthy college students were recruited from the Capital Medical University 2015 admissions in 2016. The electrode was put on the dominant side of the quadriceps. Surface electromyography was used to record muscle activity during stair descent. **Results** During stair descent, the maximum amplitude and mean amplitude were significantly lower in rectus femoris than in vastus medialis and vastus lateralis ($P<0.001$). No significant difference was found between vastus medialis and vastus lateralis ($P>0.05$). **Conclusion** The activation of both vastus medialis and vastus lateralis during stair descent is significantly higher than that of rectus femoris. The coactivation of vastus medialis and vastus lateralis is equal in healthy youth.

Key words: stair descent; quadriceps; contraction intensity; surface electromyography

[中图分类号] R322.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-9771(2017)10-1162-04

[本文著录格式] 史昊楠, 桂沛君, 徐大卫, 等. 健康青年下台阶时股内侧肌、股直肌和股外侧肌间的表面肌电变化[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(10): 1162-1165.

CITED AS: Shi HN, Gui PJ, Xu DW, et al. Surface electromyography changes of vastus medialis, rectus femoris and vastus lateralis during stair descent in healthy youth [J]. Zhongguo Kangfu Lilun Yu Shijian, 2017, 23(10): 1162-1165.

股四头肌是膝关节伸展的动力装置^[1], 具有几方面的生物力学功能, 包括稳定膝关节、减慢跟骨触地的速度以及在正常行走过程中减少关节面间的冲撞^[2-3]。后两者在减少膝关节面间的撞击性受力方面非常重要。因此, 正常的股四头肌肌力能够保护膝关节免受异常负荷。已有研究表明, 股内侧肌与股外侧肌在肌力与激发顺序等方面的异常会造成膝关节不稳定^[4-5], 在骨关节病患者中也存在内外侧肌力的平衡异常, 上下台阶困难是影响很多骨关节病患者日常生活

自理能力的重要方面^[6], 而股四头肌在此过程中起着至关重要的作用。本实验分析健康青年群中股内侧肌与股外侧肌的收缩强度及两者间的对比。

表面肌电图(surface electromyography)是将神经肌肉系统活动时的生物电变化在皮肤表面加以引导、放大、显示和记录所获得的时间序列信号。它可用于采集骨骼肌收缩时的电活动, 通过波幅和波形特征反映神经冲动产生和肌肉系统的激活特征。表面肌电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

作者单位: 1. 首都医科大学附属北京友谊医院, 北京市 100050; 2. 中国康复研究中心北京博爱医院 PT3 科, 北京市 100068。作者简介: 史昊楠(1987-), 女, 汉族, 北京市人, 技师, 主要研究方向: 神经系统疾病的康复。通讯作者: 谢瑛。E-mail: 13691446412@126.com。

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和中枢控制特征的变化规律^[7],参与收缩的肌纤维数目增多,在肌电图上表现为振幅增加。振幅均值对于分析周期的持续时间差异不敏感,较适用于比较分析^[8]。而且表面肌电图的振幅均值能够较好地描述在一个特定运动中特定肌肉的总的神经支配量^[9]。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取首都医科大学 2015 级 30 名健康在校大学生,其中男性 15 名,女性 15 名;平均年龄(23.0±0.5)岁;体质质量指数(body mass index, BMI)为(21.42±1.67) kg/m²;采用利足利手检查量表评定所有受试者的利侧^[10],其中右利足 18 名(男性 8 名,女性 10 名),左利足 12 名(男性 7 名,女性 5 名)。受试者均无膝关节疼痛和运动损伤史。在实验开始前,所有受试者均签署知情同意书。

1.2 实验器材

DelsysMyomonitor III EMG system 表面肌电图测试仪系统(美国)、笔记本电脑、Delsys 专用电极贴、国际标准木质台阶(共 3 级台阶,每级台阶 90×30×15 cm)、秒表、75%酒精及棉球等去角质层用品。

1.3 测试方法

1.3.1 实验前准备

①皮肤准备:暴露受试者大腿中下段,用 75%酒精擦拭受试区皮肤直至擦红,以去除皮肤表面角质层,减少电阻,若有毛发应去除。②粘贴电极:将电极顺着肌纤维方向依次贴于股直肌、股内侧肌、股外侧肌肌腹表面,具体的粘贴位置如表 1 所示^[11]。参考电极置于腓骨头皮肤。③实验开始前向受试者解释具体实验过程并让其熟悉实验经过。④调整仪器到初始位置,做好准备。

表 1 股直肌、股内侧肌、股外侧肌的粘贴位置

肌肉	粘贴位置
股直肌	大腿前面中段肌腹最隆起处
股内侧肌	髌骨内上缘以上约 5 cm 处,与股骨纵轴呈 50°~55°
股外侧肌	髌骨外上缘与股骨大转子连线中下 1/3 交界股外侧肌肌腹最隆起处,与股骨纵轴呈 12°~15°

表 2 股直肌、股内侧肌、股外侧肌最大收缩幅值、平均收缩幅值的比较(μV)

项目	股直肌	股内侧肌	股外侧肌	F	P
最大收缩幅值	25.75±9.79 ^{a,b}	50.96±25.40 ^c	46.12±21.38	13.448	<0.001
平均收缩幅值	10.68±4.72 ^{a,b}	23.92±12.97 ^c	21.84±12.82	12.865	<0.001

注: a. 与股内侧肌比较, P<0.001; b. 与股外侧肌比较, P<0.001; c. 与股外侧肌比较, P>0.05

1.3.2 实验过程

将电极贴于优势侧指定位置后,受试者在台阶上自然站立,双腿放松。听到行走口令后,受试者开始下台阶,先迈优势侧大腿,要求受试者下台阶时躯干保持直立,按口令下台阶(每秒下一级台阶)。设定 3 个通道分别收集记录股内侧肌、股直肌、股外侧肌在下台阶过程中的表面肌电信号。

1.3.3 信号处理

将股直肌、股内侧肌以及股外侧肌的原始肌电信号经过整合、平滑化等处理后,采用 DelSysEMG-works Analysis 分析软件导出所有运动周期内的振幅值,根据原始信号确定每一个信号周期的时间范围,找出该时间段内的最大收缩幅值。同一周期内的信号经整合、平滑化处理后,计算平均收缩幅值。

采用表面肌电图记录受试者下台阶时股四头肌的肌电变化,由于本次试验设定台阶为 3 阶,所以共采集到 3 个周期肌电信号,用软件分析得到各周期中所测肌肉的最大收缩幅值及平均收缩幅值,计算三个周期各肌肉的最大收缩幅值及平均收缩幅值。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 17.0 统计分析软件进行统计学分析,所得数据符合正态分布,以 ($\bar{x} \pm s$) 表示。股直肌、股内侧肌、股外侧肌三者间最大收缩幅值及平均收缩幅值数据的比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 Bonferroni 法。显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

在下台阶过程中,股直肌、股内侧肌、股外侧肌三者间的最大收缩幅值和平均收缩幅值均有非常高度显著性差异(P<0.001)。股直肌最大收缩幅值和平均收缩幅值显著小于股内侧肌和股外侧肌(P<0.001)。而股内侧肌与股外侧肌比较无显著性差异(P>0.05)。见表 2。

3 讨论

股四头肌是伸膝装置中唯一的动力性结构,可分为股内侧肌、股外侧肌、股中间肌和股直肌,股内侧肌又分为股内斜肌和股内直肌,分别起到将髌骨向内后侧牵拉和向上牵拉的作用。各肌肉的合力是保持运动中髌股关节正常对位、保持髌骨稳定的动力因素,从而维持膝关节的正常功能^[12]。在伸膝过程中,股内斜肌和股外侧肌在冠状面的横轴上起相互协同作用,两者在肌力及激发顺序等方面的异常都会导致两者的不平衡,进而导致伸膝装置功能异常^[13]。已有研究表明,在骨关节炎患者中,下台阶时存在股外侧肌活性高于股内侧肌,且病情越严重,两者的活性差距越大^[8]。因此股内侧肌和股外侧肌状态的平衡是维持股四头肌正常功能状态的重要因素。下楼时,支撑腿股四头肌做离心收缩,离心性的收缩较向心性收缩具有更高的效率^[14],因此下楼梯时也需要具有比较高的综合能力。

此次试验选取在校大学生 30 名,用表面肌电图记录在下台阶过程中股直肌、股内侧肌以及股外侧肌的肌电信号。表面肌电图又称动态肌电图,是利用放置于表面皮肤的记录电极采集肌肉收缩时的电流,并通过一系列的技术处理获得肌电信号,进而分析数据,了解相关肌肉功能状况的一种无创、简便、价廉的体表肌肉功能无创检查手段^[15-16]。原始肌电信号经过不同的分析转换方法得出的指标可以一定程度上反映运动单位活动同步化、肌纤维募集、肌肉疲劳程度、肌肉激活顺序和激活时间等情况,可通过检测某一肌肉的肌电状况,对单块肌肉的功能作出评价^[17-19]。

本次实验共采集到 3 个周期的肌电信号,利用肌电图分析软件得到在一个下台阶的过程中优势侧腿股直肌、股内侧肌和股外侧肌肌肉的最大收缩幅值。本次实验结果显示,股直肌收缩强度明显小于股内侧肌。目前,无论国内或国外肌皮瓣的移植一直是热门的研究课题,股直肌的肌皮瓣移植也不例外^[20-21]。有研究表明股直肌对伸膝功能作用较小,切除后对伸膝功能影响不大^[22],同时又由于其有丰富的血供,在临床经常被用作皮瓣。结合本次实验结果,可知健康青年股直肌在伸膝过程中收缩幅度较小,所起作用最小。

Bennell 等^[9]通过实验发现股四头肌的感觉运动功能与膝关节的屈曲程度仅有微弱的相关性,故而骨关节炎的患者由于股四头肌功能减退,不能很好地控制

其离心收缩,使运动过程中膝关节负荷增大。Hubley-Kozey 等^[23]也证明骨关节炎患者大都表现为外侧肌肉活性升高,内侧肌肉活性降低,以减轻内侧膝关节的负荷。股内、外侧肌的不平衡会造成膝关节疾病,引起膝关节的不稳定。缪萍等^[24]也通过实验证明,髌股疼痛综合征患者在双足半蹲以及坐位伸膝动作时,股内斜肌和股外侧肌的肌电活动都表现为失衡状态,股内斜肌的运动单位募集和活化程度明显低于股外侧肌;而正常人在双足半蹲时,股内斜肌和股外侧肌的肌电活动表现为平衡状态。本研究也发现,在健康青年中,股内侧肌与股外侧肌最大收缩幅值与平均收缩幅值之间无很大差异,说明在下台阶过程中,股内侧肌与股外侧肌协同收缩,收缩强度平衡。

本次实验为了最大限度避免串扰现象,统一电极的放置位置,并使每个电极的间距大于 2.5 cm^[25]。此外,受试者的年龄、体质量指数、性别及心理因素等个体特征会影响到实验结果。本实验选取在校大学生,并对身高进行筛选,性别随机,以降低个体差异的影响。皮肤表面的清洁程度如毛发、汗液、角质层等都会对肌电信号产生影响,因此在实验开始前我们通过去除受试者体表的毛发,用 75% 酒精棉擦拭需暴露的部分,以降低皮肤阻抗。

综上所述,本研究结果表明健康青年股内侧肌与股外侧肌协同收缩强度相当,均大于股直肌。这也提示我们对于膝关节不稳及膝关节骨关节炎的患者而言,物理治疗师在进行康复治疗时应加强股内侧肌与股外侧肌的肌力训练,特别是股内侧肌的肌力训练,缩小膝关节骨关节炎患者股内外侧肌活性差异,从而增强膝关节稳定性。

[参考文献]

- [1] 李旭. 单侧髌骨粉碎性骨折行髌骨完全切除后对双侧膝关节远期功能的影响[D]. 石家庄:河北医科大学, 2014.
- [2] Sharma L, Dunlop DD, Cahue S, et al. Quadriceps strength and osteoarthritis progression in malaligned and lax knees [J]. Ann Intern Med, 2003, 138(8): 613-619.
- [3] Shrier I. Muscle dysfunction versus wear and tear as a cause of exercise related osteoarthritis: an epidemiological update [J]. Br J Sports Med, 2004, 38(5): 526-535.
- [4] 翟宏伟, 巩尊科, 周敬杰. 加强股四头肌肌力训练对膝关节功能障碍康复的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2008, 23(12): 1120-1121.
- [5] 师东良, 王宁华, 谢斌. 膝骨关节炎患者股内侧肌、股直肌和股外侧肌间的协调性[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(5): 473-477.

- [6] 王旭松,宋庆军. 盐酸氨基葡萄糖联合股四头肌离心训练治疗膝关节骨性关节炎的疗效观察[J]. 四川医学, 2017, 38(1): 52-54.
- [7] 魏智钧,欧阳硕,侯艳丽,等. 针刺对髌股关节疼痛综合征患者股内侧斜肌和股外侧肌肌电比率的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2012, 21(30): 3314-3316.
- [8] 韩新祚,刘克敏. 膝关节骨关节炎患者上台时膝伸屈肌的表面肌电信号研究[C]. 北京:第五届北京国际康复论坛, 2010: 997-1003.
- [9] Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR. Association of sensorimotor function with knee joint kinematics during locomotion in knee osteoarthritis [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2004, 83(6): 455-463.
- [10] 艾清龙,王荪,蒲道学. 150 例利足与利手的测定[J]. 昆明医学院学报, 1991, 12(1): 37-39.
- [11] 韩新祚. 骨关节炎患者膝关节周围肌肉协调性的临床电生理研究[D]. 北京:首都医科大学, 2009.
- [12] 李益平,张颖. 不同角度股四头肌等速肌力训练对全膝关节置换术后膝关节功能的影响[J]. 天津医药, 2016, 44(1): 91-93.
- [13] Malone T, Davies G, Walsh WM. Muscular control of the patella [J]. Clin Sports Med, 2002, 21(3): 349-362.
- [14] Sacco Ide C, Konno GK, Rojas GB, et al. Functional and EMG responses to aphysical therapy treatment in patella femoral syndrome patients [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2006, 16(2): 167-174.
- [15] 华英汇,陈世益,刘广奇,等. 髌腱末端病运动员等速运动中股四头肌表面肌电研究[J]. 中国运动医学杂志, 2007, 26(2): 231-234.
- [16] 徐敏,詹珠莲,杨路,等. 运用表面肌电图指导针刺取穴治疗中风后吞咽障碍的机理探讨[J]. 中国中医急症, 2017, 26(2): 246-249.
- [17] 金佳然,朱玉连. 表面肌电图在脑卒中康复中的应用与研究进展[J]. 中国康复, 2016, 31(3): 197-200.
- [18] 黄萍,齐进,邓廉夫,等. 正常青年人自然步态下肢肌的表面肌电图分析[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(20): 3680-3684.
- [19] 李建华. 表面肌电图的康复临床评估应用进展[J]. 实用医院临床杂志, 2014, 11(5): 4-6.
- [20] 赵蔚,刘智,常才. 三维能量多普勒超声诊断子宫内膜息肉[J]. 中国医学影像技术, 2010, 25(9): 1648-1649.
- [21] 范志华,林晓,李建卫,等. 经阴道三维超声在诊断宫腔病变中的应用价值[J]. 福建医科大学学报, 2012, 44(4): 299-301.
- [22] 党瑞山,纪荣明,范溥生,等. 股直肌切除后对伸膝功能的探讨[J]. 解剖学通报, 1982, 5(Z1): 72-75.
- [23] Hubley-Kozey CL, Deluzio KJ, Landry SC, et al. Neuromuscular alterations during walking in persons with moderate knee osteoarthritis [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2006, 16(4): 365-378.
- [24] 缪萍,王楚怀,潘翠环,等. 闭链与开链运动对髌股疼痛综合征股四头肌作用的表面肌电图研究[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(12): 1238-1242.
- [25] Mohr KJ, Kvitne RS, Pink MM, et al. Electromyography of the quadriceps in patellofemoral pain with patellar subluxation [J]. Clin Orthop Relat Res, 2003(415): 261-271.

(收稿日期:2017-03-03 修回日期:2017-05-02)

第二届华山医院手功能障碍外科和康复综合治疗及手外科新技术学习班

脑瘫、脑卒中、脑外伤后手功能障碍是一种难治性后遗症,尤其是精细功能的恢复十分困难。本次学习班汇集了手外科、康复科、神经科学等各领域的专家,将介绍华山医院手外科“健侧颈7神经移位术治疗中枢性偏瘫”的经验,讲授临床综合治疗新技术并现场示教手术操作,以及肉毒素注射、作业治疗和物理治疗等康复技术。

学习班授予国家继续教育一类学分(2017-04-06-004)10分。

时间:2017年11月30日(周四)-2017年12月2日(周六)。

地点:理论授课在上海宾馆三楼春申厅(上海市乌鲁木齐中路505号);手术示教在复旦大学附属华山医院静安分院手术室、示教室(上海市西康路259号);康复示教在复旦大学附属华山医院静安分院康复医学科。

费用:注册费1500元(包括课程费用、餐饮及设备费用)。

注册详细信息请与秘书处联系。

秘书处:蒋苏18930843275;郑谋雄13671770792;周佳煜13916779235