

# 膝关节内侧移位者髋部肌肉力量及表面肌电特征研究\*

黎发根<sup>1</sup> 瓮长水<sup>1,2</sup> 王 娜<sup>1</sup> 刘立明<sup>1</sup> 焦伟国<sup>1</sup> 蒋天裕<sup>1</sup>

## 摘要

**目的:**通过研究单腿下蹲时膝关节内侧移位者髋部肌肉力量及表面肌电特征,探讨膝关节内侧移位的发生机制及膝关节损伤的防治方法。

**方法:**从男性青年志愿者中选取膝关节内侧移位(medial knee displacement, MKD)组30例和正常对照组30例。应用手持数字测力计测试臀大肌、臀中肌和内收肌的最大等长收缩(maximal voluntary isometric contraction, MVIC)肌力,并以自身体重为基准进行标准化;应用无线表面肌电测试系统检测单腿下蹲过程中臀大肌、臀中肌和髋关节内收肌的表面肌电图,计算均方根振幅(RMS),并以MVIC表面肌电值为基准进行标准化,比较两组间标准化肌力和标准化肌电图RMS的差异。

**结果:**MKD组和正常组比较,臀大肌、臀中肌和内收肌的标准化MVIC肌力均无明显差异。单腿下蹲时MKD组臀大肌和臀中肌标准化肌电RMS( $14.9 \pm 5.6$ 和 $30.8 \pm 13.4$ )均明显低于正常对照组( $19.2 \pm 6.8$ 和 $39.4 \pm 17.1$ ),内收肌标准化肌电RMS( $21.2 \pm 14.1$ )明显高于正常对照组( $14.3 \pm 8.6$ ),MKD者臀大肌/内收肌和臀中肌/内收肌比值( $1.4 \pm 0.53$ 和 $2.7 \pm 1.2$ )明显低于正常对照组( $2.3 \pm 1.6$ 和 $4.6 \pm 3.7$ ),差异均有显著性意义。

**结论:**膝关节内侧移位的发生机制可能与臀大肌、臀中肌的激活不足和内收肌的过度激活有关,对膝关节损伤的防治应更加注重髋部肌肉运动控制和协调性的改善。

**关键词** 膝关节内侧移位;臀大肌;臀中肌;髋关节内收肌

中图分类号:R684 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2016)-09-969-04

A study of strength and sEMG of hip muscles in people with medial knee displacement/LI Fagen, WENG Changshui, WANG Na, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2016, 31(9): 969—972

## Abstract

**Objective:**To investigate the mechanism of medial knee displacement(MKD) and the prevention and therapeutic methods of knee injury through studying the strength and SEMG of hip muscles when in a single leg squat.

**Method:**30 subjects who presented MKD in a single leg squat and 30 normal subjects were selected from the male youth volunteers. A maximal voluntary isometric contraction(MVIC) was recorded for gluteus maximus, gluteus medius and hip adductor by handheld digital dynamometer and normalized to each subject's weight. A wireless surface EMG system was used to record the muscle activity of the hip muscles in a single leg squat (SLS). Mean EMG amplitude during the descent phase of the SLS was normalized to MVIC activation.

**Result:**No significant differences were observed between two groups for any of the normalized MVIC values for the 3 muscle groups. The normalized RMS amplitude of gluteus maximus and gluteus medius of MKD group( $14.9 \pm 5.6$ 和 $30.8 \pm 13.4$ ) were significantly lower than that of the normal group( $19.2 \pm 6.8$ 和 $39.4 \pm 17.1$ ). The normalized RMS amplitude of hip adductor( $21.2 \pm 14.1$ ) was significantly higher than that of the normal group

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.09.008

\*基金项目:总后勤部卫生部保健专项课题项目(13BJZ53)

1 解放军总医院南楼康复医学科,北京,100853; 2 通讯作者

作者简介:黎发根,男,博士研究生; 收稿日期:2015-09-14

( $14.3 \pm 8.6$ ). Significant differences were observed between two groups for the gluteus medius/hip adductor ratio and the gluteus maximus/hip adductor ratio.

**Conclusion:** The medial knee displacement may be associated with a more activation of hip adductor and less activation of gluteus maximus and gluteus medius. Altered hip adductor and gluteal musculature coactivation may contribute to medial knee displacement during SLS. Motor control of hip muscles should be more emphasized in the prevention and treatment of knee injury.

**Author's address** Department of Rehabilitation Medicine of Nan Lou, PLA General Hospital, Beijing, 100853

**Key word** medial knee displacement; gluteus maximus; gluteus medius; hip adductor

非接触性膝关节损伤的发生率非常高,严重影响了人们的生存质量,加重了社会经济负担<sup>[1]</sup>。已有研究表明<sup>[2-3]</sup>,膝关节内侧移位(medial knee displacement, MKD)是多种膝关节损伤的重要风险因素,与前交叉韧带损伤、髌股疼痛综合征、膝骨关节炎、内侧副韧带扭伤和半月板损伤等密切相关,但其发生机制目前尚不明确。本研究通过比较MKD受试者与正常受试者臀大肌、臀中肌和内收肌的肌力机电特征,试图发现MKD的发生机制,为进一步完善膝关节损伤的防治方案提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

从解放军医学院招募青年男性青年志愿者,根据MKD筛查标准,分别纳入MKD组30例(年龄 $26.8 \pm 2.6$ 岁,身高 $171.6 \pm 8.7$ cm,体重 $71.1 \pm 12.5$ kg),正常对照组30例(年龄 $27.2 \pm 2.5$ 岁,身高 $170.1 \pm 9.1$ cm,体重 $70.5 \pm 13.7$ kg)。两组人群年龄、身高、体重比较均无显著性差异。

MKD筛查标准<sup>[4]</sup>:5次单腿下蹲中至少有3次出现髌骨跨越足大趾的垂直线向内侧移位。

纳入标准:①健康男性,年龄18—35岁;②体能良好:在过去6个月,每周至少有3次持续30min以上的体育活动;③过去6个月没有发生肌肉骨骼的损伤;④自愿签署知情同意书。

排除标准:①伴有影响平衡或本体感觉的神经损害者;②不能完成单膝屈曲 $60^\circ$ 下蹲者;③表面肌电电极黏附部位伴有皮肤疾病或损伤者;④合并有严重的内脏病变或严重代谢异常疾病或骨肿瘤患者;⑤一侧或双侧下肢装有假肢者。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 最大等长收缩(maximal voluntary isomet-

ric contraction, MVIC):指导受试者针对臀大肌、臀中肌和内收肌分别进行最大等长收缩,采用美国HOGGAN公司的micro FET2手持数字测力计进行肌力测试,单位为N。臀大肌肌力测试方法:俯卧位,被测腿屈膝 $90^\circ$ ,后伸髋关节约 $20^\circ$ ,测试者将测力计触垫放在受试者背侧股骨远端中央靠近膝关节的位置,使患者抵抗触垫后伸髋关节;臀中肌肌力测试方法:侧卧位,被测肢体在上,受试者直腿轻微外展外旋髋关节,测试者一手固定被测髋关节,另一手将触垫放在腓骨远端靠近踝关节的位置,使患者对抗触垫做髋关节外展的动作;内收肌肌力测试方法:侧卧位,被测腿在下,使另一腿直腿外展 $30^\circ$ ,测试者一手固定上侧的腿,另一手将触垫放在被测腿的膝关节内侧,使受试者抵抗触垫内收髋关节。每组肌肉测试3次,每次持续时间5s,间隔1min。取3次收缩的肌力平均值,以体重为基准进行标准化(肌力/体重),并进行组间比较。在最大等长收缩的同时记录sEMG信号,取等长收缩的中间3s进行sEMG信号分析,3次最大等长收缩的sEMG信号取均值,以之作为各组肌肉的肌电基准值。以上测试及分析均由同一测试者完成。

**1.2.2 单腿下蹲:**每个受试者脱鞋站立,使用惯用腿下蹲,正式测试前根据角度测量于单膝屈曲 $60^\circ$ 时在臀大肌下放置一个三脚架,确定每次下蹲的深度。下蹲时脚趾向正前方,双手叉腰,非负重腿屈膝 $90^\circ$ /屈髋 $45^\circ$ 。用节拍器控制下蹲速度(60节拍/min)。注意下蹲时负重脚足跟不能离地,非负重脚不能触地或与负重脚交叉。测试前进行3min的热身,熟悉测试程序。

**1.2.3 表面肌电图测试:**采用芬兰产MEGA6000-T16型无线遥测表面肌电测试系统,检测患者做单腿下蹲运动时臀大肌、臀中肌和内收肌的表面肌电

信号。电极选用泰科(Kendall)一次性心电电极片。测试前告知患者测试程序,用酒精棉球清洁电极摆放位置的皮肤,以降低皮肤的电阻;电极摆放部位参照说明书并通过观察受试者的肌肉收缩或在进行抗阻等长收缩时触摸肌肉的方法进行确认;用弹力绷带将电极线紧密固定到皮肤上,以减少外来噪音影响。听到口令后开始以中速做下蹲运动(2个节拍),屈曲膝关节至 $60^\circ$ (臀部触碰三脚架)后再以中速站起(2个节拍),连续5次。取中间3次下蹲运动的肌电信号,应用仪器自带的信号处理软件MegaWin2.4进行分析。将所记录到的sEMG做平滑处理,采用均方根公式计算,取3次下蹲过程均方根振幅(RMS)的平均值。以各肌肉最大等长收缩时的肌电值作为基准,将下蹲时肌电值除以基准值进行标准化,并进行组间比较。分析臀大肌、臀中肌与内收肌的激活比值(即臀大肌/内收肌、臀中肌/内收肌),并进行组间比较。以上测试及分析均由同一测试者完成。

### 1.3 统计学分析

应用SPSS17.0软件进行统计分析,实验数据以均数 $\pm$ 标准差表示。计量资料采用独立样本 $t$ 检验,计数资料采用 $\chi^2$ 检验。显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 MVIC肌力比较

将MVIC肌力与自身体重作比率进行标准化(MVIC肌力/体重),比较两组受试者臀大肌、臀中肌和内收肌的标准化肌力。结果发现MKD组和正常对照组比较,臀大肌、臀中肌和内收肌肌力均无显著性差异( $P>0.05$ )。见表1。

### 2.2 单腿下蹲肌电图RMS比较

以各组肌肉最大等长收缩时的肌电RMS值作为基准,将下蹲时肌电RMS值除以基准值进行标准化(下蹲时RMS/MVIC时RMS),并进行组间比较。结果发现,MKD组臀大肌、臀中肌的标准化RMS明显低于正常对照组,差异均具有显著性( $P<0.01$ , $P<0.05$ );MKD组内收肌的标准化RMS明显高于正常对照组,差异具有显著性( $P<0.05$ )。见表2。

### 2.3 肌电激活比

比较两组受试者臀大肌、臀中肌与内收肌的激

活比值(臀大肌/内收肌、臀中肌/内收肌),结果发现,MKD组臀大肌/内收肌和臀中肌/内收肌比值均明显低于正常对照组,差异具有显著性意义( $P<0.01$ )。见表3。

表1 标准化肌力 ( $\bar{x}\pm s$ , %)

| 组别    | 例数 | 臀大肌             | 臀中肌             | 内收肌            |
|-------|----|-----------------|-----------------|----------------|
| 正常对照组 | 30 | 48.6 $\pm$ 8.3  | 47.3 $\pm$ 7.1  | 36.4 $\pm$ 7.5 |
| MKD组  | 30 | 50.7 $\pm$ 10.6 | 50.1 $\pm$ 11.2 | 39.3 $\pm$ 8.3 |

表2 标准化肌电RMS ( $\bar{x}\pm s$ , %)

| 组别    | 例数 | 臀大肌                         | 臀中肌                          | 内收肌                          |
|-------|----|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 正常对照组 | 30 | 19.2 $\pm$ 6.8              | 39.4 $\pm$ 17.1              | 14.3 $\pm$ 8.6               |
| MKD组  | 30 | 14.9 $\pm$ 5.6 <sup>②</sup> | 30.8 $\pm$ 13.4 <sup>①</sup> | 21.2 $\pm$ 14.1 <sup>①</sup> |

与正常对照组比较,① $P<0.05$ ,② $P<0.01$

表3 肌电激活比 ( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别    | 例数 | 臀大肌/内收肌                     | 臀中肌/内收肌                    |
|-------|----|-----------------------------|----------------------------|
| 正常对照组 | 30 | 2.3 $\pm$ 1.6               | 4.6 $\pm$ 3.7              |
| MKD组  | 30 | 1.4 $\pm$ 0.53 <sup>①</sup> | 2.7 $\pm$ 1.2 <sup>①</sup> |

与正常对照组比较,① $P<0.01$

## 3 讨论

MKD被认为是引起膝关节损伤的重要风险因素,对于其发生的机制,国内鲜有研究,国外文献亦无定论。本研究通过比较MKD受试者与正常受试者臀大肌、臀中肌和内收肌的肌力肌电特征及激活比率,试图发现MKD的发生机制,探讨纠正MKD并防治膝关节损伤的方法。研究结果显示,单腿下蹲时MKD者臀大肌、臀中肌的肌电RMS明显低于正常对照组,内收肌肌电RMS明显高于正常对照组,MKD者臀大肌/内收肌和臀中肌/内收肌比值均明显低于正常对照组,说明MKD者单腿下蹲时存在臀大肌、臀中肌的激活不足和内收肌的过度激活,也就是外展、外旋肌群与内收肌群激活比例的失衡,从而出现髌的过度内收、内旋,这可能是导致MKD发生的机制。

MKD以往被认为是由臀部肌肉肌力减弱所导致<sup>[5]</sup>,但本研究发现,MKD者臀大肌、臀中肌和内收肌在最大等长收缩时的标准化肌力与正常组并无明显差异,说明MKD的发生机制与相关肌群的肌力

变化没有必然联系,本研究中MKD者肌力正常可能与选择的受试者是健康青年群体有关。Mauntel等<sup>[6]</sup>的研究结果显示,单腿下蹲时MKD者臀大肌、臀中肌激活低于正常组,内收肌激活高于正常组,但差异均无显著性,与本研究结果不一致,可能是其样本量不足所致。

综上所述,我们认为MKD发生机制可能是下蹲时臀大肌、臀中肌与内收肌的激活失衡。MKD者髋部肌群的肌力正常,而在负重屈曲时出现激活的失衡,说明其问题的本质在于运动控制的障碍。因此,在制定膝关节损伤防治方案时,我们要更加注重运动控制的纠正性练习如核心稳定训练,而不只是单纯的肌力训练。通过改善膝关节运动的神经控制,减少MKD的发生,从而更加有效地防治膝关节的损伤。本研究的受试者为健康的青年人,下一步还须针对膝关节损伤人群的神经肌肉特征以及纠正练习的干预效果进行研究。

## 参考文献

[1] Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, et al. Understanding and

preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(9): 1512—1532.

[2] Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study[J]. Am J Sports Med, 2005, 33(4): 492—501.

[3] Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee[J]. Arthritis Rheum, 2007, 56(4): 1204—1211.

[4] Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle strength and flexibility characteristics of people displaying excessive medial knee displacement[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2008, 89(7): 1323—1328.

[5] Claiborne TL, Armstrong CW, Gandhi V, et al. Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat[J]. Appl Biomech, 2006, 22(1): 41—50.

[6] Mauntel TC, Begalle RL, Cram TR, et al. The effects of lower extremity muscle activation and passive range of motion on single leg squat performance[J]. Strength Cond Res, 2013, 27(7): 1813—1823.