

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2019.05.016

· 临床研究 ·

## 半月板损伤患者膝周肌肉的表面肌电图分析

卢惠苹<sup>1</sup>, 陈瑞华<sup>1</sup>, 张高飞<sup>2</sup>, 陈昕<sup>1</sup>

1. 厦门大学附属福州第二医院康复科, 福建福州市 350007; 2. 福建中医药大学, 福建福州市 350122

通讯作者: 陈瑞华, E-mail: a18344985598@163.com

基金项目: 1. 福州市卫生计生系统科技计划项目(No. 2015-S-wt3); 2. 福建省卫计委省级临床重点专科建设项目(No. 【2018】145)

### 摘要

**目的** 探讨半月板损伤对膝周肌肉功能的影响。**方法** 2017年2月至2018年2月, 单侧半月板损伤患者22例, 记录下蹲、站起和屈膝70°最大等长收缩时, 健、患侧股外侧肌、股直肌、股内侧肌和股二头肌的表面肌电图。**结果** 下蹲和站起时, 患侧股外侧肌和股二头肌的平均肌电值显著低于健侧( $t > 3.945$ ,  $Z > 3.847$ ,  $P < 0.001$ ), 腓绳肌共同活动比率明显高于健侧( $t > 3.650$ ,  $P < 0.01$ )。在70°最大等长收缩时, 患侧股外侧肌、股直肌、股内侧肌和股二头肌平均肌电值均明显小于健侧( $t > 2.907$ ,  $Z = 4.107$ ,  $P < 0.01$ )。**结论** sEMG能定量评价半月板损伤患者不同运动状态下膝屈伸肌功能。半月板损伤患者患肢膝周肌肉功能下降, 协调性异常, 应在康复治疗过程中加以纠正。**关键词** 半月板损伤; 膝; 肌肉; 表面肌电图

### Disorder of Muscles around Knee with Meniscus Injury: Study with Surface Electromyography

LU Hui-ping<sup>1</sup>, CHEN Rui-hua<sup>1</sup>, ZHANG Gao-fei<sup>2</sup>, CHEN Xin<sup>1</sup>

1. Department of Rehabilitation, Fuzhou 2nd Hospital, Xiamen University, Fuzhou, Fujian 350007, China; 2. Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350122, China

**Correspondence to** CHEN Rui-hua, E-mail: a18344985598@163.com**Supported by** Fuzhou Health and Family Planning System Science and Technology Plan (No. 2015-S-wt3) and Fujian Health Planning Commission Health Key Speciality Construction Project (No. 【2018】145)

### Abstract

**Objective** To investigate the influence of meniscus injury on the function of muscles around knee in patients with meniscus injury.**Methods** From February, 2017 to February, 2018, the surface electromyography of vastus lateralis (VL), rectus femoris (RF), vastus medialis (VM) and biceps femoris (BF) were recorded and analyzed in 22 patients with unilateral meniscus injury, during squatting down-standing up test and maximal isometric voluntary contraction at knee flexing 70°.**Results** During squatting down-standing up test, the average electromyography (AEMG) of VL and BF was less in affected knee than in unaffected knee ( $t > 3.945$ ,  $Z > 3.847$ ,  $P < 0.001$ ), and the coactivity ratio of hamstrings in affected knee was higher ( $t > 3.650$ ,  $P < 0.01$ ). The AEMG of VL, RF, VM and BF was less in affected knee than in unaffected knee ( $t > 2.907$ ,  $Z = 4.107$ ,  $P < 0.01$ ) during maximal isometric voluntary contraction at knee flexing 70°.**Conclusion** sEMG can be used to quantitatively evaluate the muscle function around knee for patients with meniscus injury in different motion states. Patients with meniscus injury demonstrate impaired muscular function and altered

作者简介: 卢惠苹(1975-), 女, 汉族, 福建福州市人, 副主任医师, 副教授, 硕士研究生导师, 主要研究方向: 神经电生理。通讯作者: 陈瑞华, 女, 主任医师。

muscle balance around knee, which need to be corrected during rehabilitation.

**Key words:** meniscus injury; knee; muscle; surface electromyography

[中图分类号] R684 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2019)05-0586-04

[本文著录格式] 卢惠苹,陈瑞华,张高飞,等.半月板损伤患者膝周肌肉的表面肌电图分析[J].中国康复理论与实践, 2019, 25(5): 586-589.

**CITED AS:** LU Hui-ping, CHEN Rui-hua, ZHANG Gao-fei, et al. Disorder of Muscles around Knee with Meniscus Injury: Study with Surface Electromyography [J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2019, 25(5): 586-589.

半月板是膝关节的重要组成部分,是膝关节实现其生理功能的基础,其损伤将导致严重功能障碍<sup>[1-3]</sup>。影响关节功能改善的重要原因之一是肌肉功能障碍<sup>[4]</sup>。肌肉收缩不协调也是导致膝关节功能障碍的重要因素,可能导致关节活动超过移动极限,使软骨负荷增加<sup>[5]</sup>,甚至引发膝骨关节炎<sup>[6]</sup>。

表面肌电图(surface electromyography, sEMG)可以反映活动中每个肌群的募集情况,广泛应用于肌肉肌力、协调性和疲劳性等方面的研究<sup>[7]</sup>。本研究应用sEMG分析半月板损伤患者健、患侧股外侧肌、股直肌、股内侧肌和股二头肌在不同运动状态下肌电信号的差异,旨在为临床评估和治疗提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择2017年2月至2018年2月本院收治的单侧膝半月板损伤患者22例,诊断参照《实用骨科学》第4版的诊断标准<sup>[8]</sup>。其中男性7例,女性15例;年龄14~62岁,平均(40.95±12.42)岁;身高156~181 cm,平均(164.64±6.12) cm;体质量48.5~92 kg,平均(61.68±9.14) kg;病程1~12个月,平均(5.68±3.37)个月;左侧11例,右侧11例。

纳入标准:①首次发病,单侧膝半月板损伤;②年龄10~65岁,病程<1年;③能配合完成研究所需动作。

排除标准:①并发其他严重膝关节损伤,如交叉韧带断裂、胫骨平台骨折等;②严重心肺疾病或心理精神障碍不能配合。

所有研究对象均签署知情同意书。本研究已得到厦门大学附属福州第二医院临床研究伦理委员会批准执行。

### 1.2 方法

采用MEGA-ME6000表面肌电图仪,酒精局部脱脂,电极固定于患者双侧大腿股外侧肌、股直肌、股内侧肌和股二头肌肌腹最隆起处皮肤表面。股外侧肌:髌骨外侧缘上方15 cm肌腹隆起处,电极连线与

股骨长轴夹角12°~15°。股内侧肌:髌骨内侧缘上方5 cm肌腹隆起处,电极连线与股骨长轴夹角50°~55°。股直肌:髌前上棘与髌骨上缘连线中点。股二头肌:坐骨结节与腓骨小头连线中点<sup>[9]</sup>。

记录患者下蹲、站起及70°最大等长收缩动作时的sEMG信号, MegaWin 2.4软件分析,计算平均肌电值(average electromyography, AEMG)。

指导患者熟悉测试动作,待患者掌握后在双侧目标肌肉上固定电极,连接数据线。

患者自然站立,双足间距与肩同宽,重心置于两足之间;听到口令后匀速做下蹲动作(约2 s),使膝关节最大程度屈曲,保持2 s后匀速站起(约2 s);休息2 s后重复上述动作,连续3次。

患者坐位,先健侧后患侧进行测量。使用膝固定器使患者膝关节固定于屈曲70°。嘱患者听到口令后依次进行伸展和屈曲动作,伸展和屈曲间隔30 s,收缩持续5 s。重复3次。取收缩中间3 s进行分析。

### 1.3 统计学分析

采用SPSS 20.0统计软件分析数据。实验数据以( $\bar{x} \pm s$ )表示,健、患侧对比符合正态分布的资料采用配对 $t$ 检验,不符合正态分布的则采用秩和检验。显著性水平 $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

70°最大等长收缩过程中,患侧股外侧肌、股直肌、股内侧肌和股二头肌AEMG均明显低于健侧( $P < 0.01$ )。见表1。

下蹲过程中和站起过程中,患侧股二头肌和股外侧肌AEMG均低于健侧,股二头肌/股外侧肌比明显大于健侧( $P < 0.01$ )。见表2、表3。

## 3 讨论

半月板损伤是骨伤科及康复科常见病,外伤是损伤的主要原因。外伤发生后,半月板连同周围软组织都会受到不同程度损害;因制动导致膝周肌肉、肌腱、韧带和关节囊挛缩,加上软组织粘连和患者活动减少,使膝周肌肉肌力下降。

表1 70°等长收缩时两侧相关肌肉 AEMG 比较( $\mu\text{V}$ )

侧别	<i>n</i>	股外侧肌 <sup>a</sup>	股直肌 <sup>b</sup>	股内侧肌 <sup>b</sup>	股二头肌 <sup>a</sup>
健侧	22	58.16±33.60	63.74±34.18	47.01±24.98	69.98±41.42
患侧	22	37.64±30.79	44.84±33.75	37.85±35.89	46.92±23.34
<i>t/Z</i> 值		3.273	-4.107	-4.107	2.907
<i>P</i> 值		0.004	< 0.001	< 0.001	0.008

注: a. 配对样本 *t* 检验; b. Wilcoxon 秩和检验表2 下蹲时两侧相关肌肉 AEMG 比较( $\mu\text{V}$ )

侧别	<i>n</i>	股二头肌 <sup>a</sup>	股外侧肌 <sup>b</sup>	股二头肌/股外侧肌 <sup>a</sup>
健侧	22	25.97±12.48	70.89±30.90	0.41±0.20
患侧	22	19.06±10.24	38.16±18.81	0.55±0.27
<i>t/Z</i> 值		5.624	-3.847	-4.329
<i>P</i> 值		< 0.001	< 0.001	< 0.001

注: a. 配对样本 *t* 检验; b. Wilcoxon 秩和检验表3 站起时两侧相关肌肉 AEMG 比较( $\mu\text{V}$ )

侧别	<i>n</i>	股二头肌 <sup>a</sup>	股外侧肌 <sup>b</sup>	股二头肌/股外侧肌 <sup>b</sup>
健侧	22	36.25±22.47	107.31±41.09	0.33±0.12
患侧	22	25.16±14.99	56.92±29.03	0.47±0.21
<i>t/Z</i> 值		7.470	-3.945	-3.650
<i>P</i> 值		< 0.001	< 0.001	< 0.001

注: a. Wilcoxon 秩和检验; b. 配对样本 *t* 检验

膝关节功能障碍患者存在膝周肌肉肌力下降已为许多研究所证明<sup>[6,10]</sup>。但目前有关半月板损伤患者肌肉功能的研究仍较少。本研究中选取股外侧肌、股直肌、股内侧肌和股二头肌作为膝关节屈伸肌的代表,选用 AEMG 作为分析指标。AEMG 能很大程度代表肌肉在给定动作下的支配输出,一定程度上反映肌肉力量。采用腘绳肌共同活动比率(股二头肌/股外侧肌)分析屈肌相对伸肌在下蹲及站起动作中的共同活动情况,以衡量膝关节的稳定性。

在膝关节 sEMG 研究中,推荐的测试体位是膝关节屈曲 70°~90°<sup>[6]</sup>。本研究选用膝关节屈曲 70°,有利于膝屈伸肌发挥最大肌力。本研究显示,半月板损伤患者患肢在屈曲 70°最大等长收缩时,患侧膝周肌肉肌力下降,与既往研究结果相同<sup>[11-12]</sup>。这可能与关节源性肌肉抑制有关。半月板损伤后,其减震、维持关节稳定和感受本体信息<sup>[13]</sup>等功能受损,加上疼痛、肿胀和炎症反应等,导致关节源性肌肉抑制<sup>[14-16]</sup>,即由于半月板损伤后引起膝关节周围感受器放电变化,使人体在脊髓或更高水平阻止肌肉激活,导致肌肉收缩抑制,以防止进一步关节损伤<sup>[17]</sup>。

下蹲和站起是一个两相运动过程,包括股四头肌

离心收缩(下蹲)和向心收缩(站起)。下蹲时,股四头肌以离心方式收缩,对抗重力,减速身体下降;站起时,股四头肌以向心方式收缩,对抗重力,移动身体向上。下蹲和站起运动对日常生活和康复治疗有重要意义,这一动作能否顺利完成取决于屈伸肌的收缩是否协调。股四头肌和腘绳肌是膝关节的一对拮抗肌,两者的比值一定程度上反映膝关节屈伸肌力平衡和膝关节的稳定性<sup>[18]</sup>。膝关节损伤引起屈伸肌协调性改变<sup>[6,19]</sup>。本研究选取股外侧肌和股二头肌作为股四头肌和腘绳肌的代表,发现在下蹲和站起阶段,半月板损伤患者患肢腘绳肌共同活动比率增加,说明股二头肌相对股外侧肌活动增强。考虑与两个方面因素有关。①半月板损伤后,其维持膝关节稳定的功能受到影响,使机体通过改变膝屈伸肌的共同活动来代偿,以维持关节稳定。俞晓杰等<sup>[6]</sup>的研究显示,共同活动比率增加可能有两个原因,一是股四头肌功能受损,二是腘绳肌活动增强。这源于关节源性肌肉抑制存在选择性<sup>[20]</sup>,对股四头肌的抑制作用更加明显。②半月板中含有大量机械感受器,能为机体提供关节位置和运动信息<sup>[21-22]</sup>。半月板损伤后,机体接收到的信息异常,从而影响稳定性,使得机体通过增强腘绳肌的相对收

缩来增强稳定性。Lee等<sup>[23]</sup>认为,这可能与半月板中帕西尼氏小体和鲁非尼氏小体有关。共同活动增强可能会加剧关节疼痛,增加关节负荷<sup>[24]</sup>,导致关节软骨损伤加重<sup>[25]</sup>。疼痛和软骨损伤将引发更严重的关节源性肌肉抑制<sup>[11]</sup>,进一步影响膝关节功能。

总之,本研究显示,半月板损伤患者患侧股外肌、股直肌、股内侧肌和股二头肌的神经肌肉活动和肌力较健侧降低,而在下蹲和站起活动中,患肢腘绳肌相对股四头肌活动增高。因此在半月板损伤患者的康复训练中,不仅要注意股四头肌和腘绳肌的力量恢复,还应加强屈伸肌协调性的训练。

本研究未考虑半月板损伤级别和部位,有待进一步研究。

#### [参考文献]

- [1] McNulty A L, Guilak F. Mechanobiology of the meniscus [J]. *J Biomech*, 2015, 48(8): 1469-1478.
- [2] Blake M H, Johnson D L. Knee meniscus injuries: common problems and solutions [J]. *Clin Sports Med*, 2018, 37(2): 293-306.
- [3] Walker P S, Arno S, Bell C, et al. Function of the medial meniscus in force transmission and stability [J]. *J Biomech*, 2015, 48(8): 1383-1388.
- [4] Nyland J, Bealle D P, Kaufer H, et al. Long-term quadriceps femoris functional deficits following intramedullary nailing of isolated tibial fractures [J]. *Int Orthop*, 2001, 24(6): 342-346.
- [5] O'Connor B L, Brandt K D. Neurogenic factors in the etio-pathogenesis of osteoarthritis [J]. *Rheum Dis Clin North Am*, 1993, 19(3): 581-605.
- [6] 俞晓杰,吴毅,胡永善,等. 膝关节骨关节炎患者膝屈伸肌的表面肌电信号研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2006, 28(6): 402-405.
- [7] Duchene J, Hogrel J Y. A model of EMG generation [J]. *IEEE Trans Biomed Eng*, 2000, 47(2): 192-201.
- [8] 胥少汀,葛宝丰,徐印坎. 实用骨科学 [M]. 4版. 北京:人民军医出版社, 2012.
- [9] 李建华,王健. 表面肌电图诊断技术临床应用[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2015.
- [10] 缪芸,倪朝民,夏清,等. 膝部损伤后膝关节功能障碍患者股四头肌的表面肌电信号研究[J]. *中国康复理论与实践*, 2009, 15(11): 1065-1067.
- [11] Karsten K, Martin E. Impact of cartilage damage on arthrogenic muscle inhibition in patients with meniscus injuries [J]. *J Musculoskelet Res*, 2016, 19(1): 1650001.
- [12] Keller K, Engelhardt M. Arthrogenic muscle inhibition after trauma — is there an age dependency of the intensity of arthrogenic muscle inhibition? [J]. *Sportverletz Sportschaden*, 2014, 28(4): 199-203.
- [13] Fox A J, Wanivenhaus F, Burge A J, et al. The human meniscus: a review of anatomy, function, injury, and advances in treatment [J]. *Clin Anat*, 2015, 28(2): 269-287.
- [14] Rice D A, Mcnair P J. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives [J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2011, 40(3): 250-266.
- [15] Herzog W, Suter E. Muscle inhibition following knee injury and disease [J]. *Sportverletz Sportschaden*, 1997, 11(3): 74-78.
- [16] Young A, Stokes M, Iles J F. Effects of joint pathology on muscle [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1987, 219: 21-27.
- [17] Baumeister J, Weiss M. Non-typical measurements during a isokinetic training session after ACL-reconstruction [J]. *Sportverletz Sportschaden*, 2002, 16(2): 74-79.
- [18] 周谋望. 人工全膝关节置换的术后康复[J]. *中国临床康复*, 2004, 8(2): 344-345.
- [19] 林颖,王芾斌,陈菁华,等. 膝骨性关节炎患者坐-站活动时的表面肌电图研究[J]. *按摩与康复医学*, 2015, 6(6): 13-16.
- [20] 李放,张凯莉,朱艺,等. 膝关节骨关节炎的屈伸膝肌存在脊髓水平的选择性抑制[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2001, 23(2): 43-45.
- [21] Assimakopoulos A P, Katonis P G, Agapitos M V, et al. The innervation of the human meniscus [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1992(275): 232-236.
- [22] Moran C J, Poynton A R, Moran R, et al. Analysis of meniscofemoral ligament tension during knee motion [J]. *Arthroscopy*, 2006, 22(4): 362-366.
- [23] Lee J H, Heo J W, Lee D H. Comparative postural stability in patients with lateral meniscus versus medial meniscus tears [J]. *Knee*, 2018, 25(2): 256-261.
- [24] Lewek M D, Scholz J, Rudolph K S, et al. Stride-to-stride variability of knee motion in patients with knee osteoarthritis [J]. *Gait Posture*, 2006, 23(4): 505-511.
- [25] Childs J D, Sparto P J, Fitzgerald G K, et al. Alterations in lower extremity movement and muscle activation patterns in individuals with knee osteoarthritis [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2004, 19(1): 44-49.

(收稿日期:2018-08-14 修回日期:2018-10-30)