

· 临床研究 ·

双足半蹲伴髋内收对髌股疼痛综合征 股内斜肌的强化作用

缪萍 王楚怀 潘翠环

【摘要】目的 采用表面肌电图(sEMG)评估髌股疼痛综合征(PFPS)患者的股四头肌失衡程度,观察 PFPS 患者各种表面肌电的特征及变化规律,并探讨髋内收对股内斜肌的针对性强化作用机制。**方法** 将 PFPS 患者 60 例按随机数字表法分为病例组和对照组,每组患者 30 例,分别在双足半蹲伴或不伴髋内收动作时检测股外侧肌(VL)及股内斜肌(VMO)表面肌电图,分析股内、外侧肌时域指标,比较其平衡关系。**结果** 双足半蹲不伴髋内收动作时,病例组 VL 的均方根振幅(RMS)和积分肌电值(IEMG)分别为 $(103.31 \pm 44.54) \mu V$ 和 $(8.02 \pm 3.45) \mu Vs$,分别与组内 VMO RMS 的 $(85.02 \pm 41.19) \mu V$ 和 IEMG 的 $(6.72 \pm 3.20) \mu Vs$ 比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。病例组不伴髋内收时 VMO 的 RMS、IEMG 与组内伴髋内收时 VMO 的 RMS、IEMG 比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 双足半蹲伴髋内收的动作可以优先强化 VMO,使 VL 与 VMO 之间达到更好的平衡状态。

【关键词】 髌股疼痛综合征; 股内斜肌; 髋内收; 表面肌电图

Effect of double-leg semi-squats with hip adduction on the vastus medialis oblique of patients with patellofemoral pain syndrome Miao Ping*, Wang Chuhuai, Pan Cuihuan. *Department of Rehabilitation Medicine, the Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical College, Guangzhou 510260, China

Corresponding author: Wang Chuhuai, Email: rehab@163.com

【Abstract】Objective To investigate the possible effect of performing double-leg semi-squats with hip adduction on the imbalance between vastus lateralis (VL) and vastus medialis oblique (VMO) muscles of patients with patellofemoral pain syndrome (PFPS). **Methods** Thirty patients with PFPS were selected to be in the study group, matched with 30 healthy subjects who were enrolled as the control group. Electromyography was used to record VL and VMO activities while the subjects performed double-leg semi-squats (DSs) and double-leg semi-squats with hip adduction (DSs-HA). **Results** In the study group, when performing DSs, the average RMS was $(103.31 \pm 44.54) \mu V$ and the IEMG was $(8.02 \pm 3.45) \mu Vs$ for VL. For VMO the RMS was $(85.02 \pm 41.19) \mu V$ and the IEMG was $(6.72 \pm 3.20) \mu Vs$. The differences in the time domain indexes (RMS, IEMG) between VL and VMO were both significant during DSs ($P < 0.05$). There was no significant differences during DSs-HA ($P > 0.05$). The time domain indexes (RMS, IEMG) of VMO were significantly different in both the DSs and DSs-HA ($P < 0.05$). **Conclusions** Stronger sEMG signals were seen from the VMO in the double-leg semi-squats with hip adduction than without hip adduction, which indicates that more selective VMO activation can be obtained in the exercise with hip adduction to help balance the VL and VMO.

【Key words】 Patellofemoral pain syndrome; Vastus medialis obliquus; Hip adduction; Surface electromyography

髌股疼痛综合征(patellofemoral pain syndrome, PFPS)是由多种原因造成髌股关节生理或生物力学改变而引起的髌后或髌周的疼痛,是门诊膝痛就诊的常见因素之一,发病率达 10%~40%^[1]。股四头肌的功能障碍与股内、外侧肌失衡被认为是该病最重要的生物力学因素^[2]。屈伸膝过程中,股内斜肌(vastus me-

dialis oblique, VMO)不足以拮抗股外侧肌(vastus lateralis, VL)对髌骨的牵拉作用,可导致髌骨运动轨迹异常及其关节面压力变化,从而引起髌股关节疼痛、功能障碍以及髌骨软骨的病理改变^[2-3]。

如何强化 VMO 的机能是 PFPS 保守治疗的关键因素,临床上常选用下蹲并双膝间夹球练习来训练 PFPS 患者的股四头肌。既往的研究中,对这样的练习能否针对性强化 VMO 的功能、重建股内外侧肌的平衡仍存在许多争议,对其可能的生物力学机制缺乏客观证据^[4-5]。如何才能行之有效地评定 VMO 的功能状态及其与 VL 之间的失衡程度,同时判断何种训练

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.011.015

作者单位:510260 广州,广州医科大学附属第二医院康复科(缪萍、潘翠环);中山大学附属第一医院康复科(王楚怀)

通信作者:王楚怀,Email:rehab@163.com

方式才能对 VMO 起到针对性强化作用,成为亟待解决的问题。表面肌电图(surface electromyography, sEMG)可在一定程度上反映肌肉活动水平和功能状态的变化,且具有无创性、敏感性、客观性等优点,为进一步解决上述问题提供了有利的工具。本研究采用 sEMG 技术对 PFPS 患者与健康人进行了对照研究,在双足半蹲伴和不伴髌内收动作下检测 2 组受试者 VL、VMO 的表面肌电信号并进行分析,旨在探索 PFPS 患者各种表面肌电指标的特征及变化规律。

材料与方法

一、一般资料

PFPS 患者入选标准:符合 PFPS 诊断标准^[6],年龄 <50 岁,且病程 >2 个月,目测类比法(visual analogue scale, VAS)评分为 3~7 分。

PFPS 患者排除标准:有重大的膝关节手术外伤史,膝关节韧带、半月板损伤,严重的下肢畸形,合并其它脏器疾病不能耐受试验。

选取 2013 年 1 月至 2014 年 1 月在本院康复科接受治疗并符合上述标准的 PFPS 患者 30 例作为病例组;另选取年龄、性别、体重、身高等指标与病例组相匹配的健康志愿者 30 例作为对照组,受试前 2 组受试者均签署知情同意书。2 组受试者一般资料详见表 1。

表 1 2 组受试者一般资料比较

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		平均身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	平均体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)
			男	女		
病例组	30	31.30 ± 6.87	16	14	165.23 ± 9.30	60.60 ± 12.49
对照组	30	28.70 ± 5.84	14	16	164.50 ± 8.46	59.03 ± 10.74

二、试验设备

芬兰产 ME3000P 型四导联表面肌电图仪、量角器、Thera-band 训练带、可接收信号的便携式电脑。

三、实验方法

1. 双足半蹲不伴髌内收动作测试:双足半蹲动作时测试受试者 VL 及 VMO 的表面肌电信号,要求受试者双脚自然分立,与肩同宽,双足尖向前,上身保持直立,眼睛平视前方,保持重心居中,双手自然置于身体两侧,屈膝角度为 60°。测试过程中以量角器实时监测屈膝角度,要求受试者保持稳定动作 >60 s。

2. 双足半蹲伴髌内收动作测试:在双足半蹲动作基础上,采用绿色 Thera-Band 弹性阻力训练带水平向外牵拉受试侧大腿中部,使弹力带长度延长约 2.5 倍,要求受试者被牵拉侧髌内收以对抗弹力带的拉力,使双下肢保持与双足半蹲不伴髌内收动作测试时同样的位置,要求受试者保持稳定动作 >60 s。

3. 表面肌电信号采集和处理:对每例受试者同时记录 VL、VMO 表面肌电信号。根据肌肉的解剖学位

置和肌纤维的走行方向以及文献^[7]报道的下肢电极定位方法确定电极粘贴位置。受试者处于静止状态时即开始记录表面肌电信号,观察肌电基线情况平稳,3~5 s 后嘱受试者执行相应动作并持续记录信号,至动作测试完成,肌电信号回归平稳时为止。利用 MegaWin 2.3 版信号处理软件进行信号频谱分析处理,分别提取表面肌电信号的时域指标均方根振幅(root mean square, RMS)和积分肌电值(integrated EMG, IEMG)作为观察指标。

4. 数据处理方法:本研究数据比较分两个层次,一为组内 VL 和 VMO 之间的比较,以明确 VL 和 VMO 的平衡关系;二为组内伴或不伴髌内收动作对 VL 或 VMO 的影响,由于表面肌电图的个体差异性大,故本研究的所有比较均为受试者自身配对分析,设置对照组的目的在于明确在健康人 VL 与 VMO 平衡情况。

四、统计学分析

采用 SPSS 18.0 版统计学软件包进行统计分析。正态分布数据用($\bar{x} \pm s$)表示;采用配对 *t* 检验方法进行统计分析,构成比的比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、组内 VL 和 VMO 比较

双足半蹲不伴髌内收动作时,病例组 VL 的 RMS 和 IEMG 分别为 (103.31 ± 44.54) μV 和 (8.02 ± 3.45) μVs ,分别与组内 VMO RMS 的 (85.02 ± 41.19) μV 和 IEMG 的 (6.72 ± 3.20) μVs 比较,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$);双足半蹲伴髌内收动作时,病例组 VL 的 RMS 和 IEMG 与组内 VMO 的 RMS 和 IEMG 比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),详见表 2。

表 2 2 组受试者双足半蹲动作伴和不伴髌内收 VL、VMO 表面肌电信号比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	VL		VMO	
		RMS (μ V)	IEMG (μ Vs)	RMS (μ V)	IEMG (μ Vs)
病例组					
不伴髌内收	30	103.31 $\pm$	8.02 $\pm$	85.02 $\pm$	6.72 $\pm$
		44.54	3.45	41.19 ^a	3.20 ^a
伴髌内收	30	113.00 $\pm$	8.82 $\pm$	105.81 $\pm$	8.30 $\pm$
		41.08 ^b	3.15 ^b	44.23	3.55
对照组					
不伴髌内收	30	99.25 $\pm$	7.83 $\pm$	104.10 $\pm$	8.27 $\pm$
		31.14	2.48	48.75	3.02
伴髌内收	30	103.18 $\pm$	8.13 $\pm$	109.50 $\pm$	8.63 $\pm$
		40.55	3.25	63.47	4.97

注:与组内 VL 的同指标比较,^a $P < 0.05$;与组内不伴髌内收时的同指标比较,^b $P < 0.05$

二、组内双足半蹲不伴髌内收与伴髌内收比较

病例组不伴髌内收时 VMO 的 RMS 和 IEMG 与组内伴髌内收时 VMO 的 RMS 和 IEMG 比较,差异均有

统计学意义($P < 0.05$);而病例组不伴髌内收时 VL 的 RMS 和 IEMG 与组内伴髌内收时 VL 的 RMS 和 IEMG 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),详见表 2。

讨 论

本研究结果显示,对照组的 VL、VMO 在双足半蹲伴或不伴髌内收动作时均表现出平衡的肌电活动,表明健康人的 VL 与 VMO 之间基本是平衡的,其肌纤维的活化程度、募集情况都相当,因此产生的肌肉收缩水平也相当。在屈伸膝过程中,VMO 对髌骨产生向内的分力以制衡 VL 向外的分力,使髌骨在正常的运动轨迹下活动,避免髌股关节面压力的异常,维持膝关节的稳定性,同时又起到增大股四头肌收缩力矩的作用。病例组双足半蹲不伴髌内收动作时的 VL、VMO 的各项时域指标均表现出失衡,表明 PFPS 患者的股四头肌在收缩过程中,VL 与 VMO 存在不平衡的情况,VL 的运动单位募集数量、活化程度要高于 VMO,故在 sEMG 的时域指标上显示出差异;但病例组在进行双足下蹲伴髌内收动作时,VL、VMO 则表现出平衡的状态,提示髌内收动作有助于重建 VL 与 VMO 之间的平衡。课题组进一步研究发现,病例组双足半蹲伴髌内收动作时,VMO 的 RMS 和 IEMG 显著高于不伴髌内收时的 RMS 和 IEMG,差异有统计学意义($P < 0.05$),而 VL 的 RMS 和 IEMG 伴髌内收动作时的与不伴髌内收时相比,差异却无统计学意义($P > 0.05$)。课题组推论,髌内收的动作对 PFPS 患者股四头肌平衡的重建主要是源于其对 VMO 的选择性强化作用,即髌内收可使 VL、VMO 之间达到更好的平衡状态。

有学者认为,髌内收动作可对 VMO 起到激发强化作用是源于内收肌群与 VMO 的解剖学关系。内收肌在股骨止点前的部分肌纤维束与 VMO 相交,而 VMO 的部分肌纤维源于大收肌的远侧端,内收肌腱部分延伸后可与 VMO 肌腱相融合并共同附于髌骨,不仅为内收肌提供稳定的止点,内收肌群的激活还可自发地选择性激活 VMO^[5]。另一方面,内收肌收缩引起的牵拉可增强 VMO 的长度牵张,从而使其产生更高的张力^[8],研究认为,这可能与两者有同源的神支配有关^[9]。健康人不存在这种选择性强化的现象,可能是由于健康人的 VMO 处于良好的功能状态,当有负荷作用时,VMO 能快速达到较好的激活状态,以适应膝关节的负荷变化,因此即便是不伴髌内收动作时,

VMO 的运动单位募集活化已经达到了良好的状态,而髌内收的活化作用也就相对不明显了;PFPS 患者 VMO 的机能不足,在负荷情况下,其运动单位募集也有“惰性”表现,故采用髌内收这个促进手段后,其功能才被较好的激发出来^[10]。

综上所述,双足半蹲伴髌内收的动作可以优先强化 VMO,使 VL 与 VMO 之间达到更好的平衡状态。在 PFPS 康复过程中,治疗师通常会指导患者进行“站桩”动作的练习,实际上就是双足半蹲动作,如果通过髌内收来改良这个动作,即让患者在下蹲的同时并双膝间夹球或是施加一个外展髌关节的阻力,这样的动作比单纯的半蹲对 VMO 的收缩功能强化效果更好。

参 考 文 献

- [1] Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review [J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2012, 42(2): 81-94.
- [2] Dixit S, DiFiori JP, Burton M, et al. Management of patellofemoral pain syndrome [J]. Am Fam Physician, 2007, 75(2): 194-202.
- [3] Fredericson M, Yoon K. Physical examination and patellofemoral pain syndrome [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2006, 85(3): 234-243.
- [4] Boling M, Padua D, Blackburn JT, et al. Hip adduction does not affect VMO EMG amplitude or VMO : VL ratios during a dynamic squat exercise [J]. J Sport Rehabil, 2006, 15(3): 195-205.
- [5] Coqueiro KR, Bevilacqua-Grossi D, Bérzin F, et al. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2005(6), 15: 596-603.
- [6] 曲绵域, 于长隆. 实用运动医学 [M]. 4 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2003: 795-801.
- [7] Wong YM, Ng GYF. Surface electrode placement affects the EMG recordings of the quadriceps muscles [J]. Phys Ther Sport, 2006, 7(3): 122-127.
- [8] Dolak KL, Silkman C, Medina McKeon J, et al. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial [J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2011, 41(8): 560-570.
- [9] Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2001, 11(6): 381-386.
- [10] Kaya D, Citaker S, Kerimoglu U, et al. Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19(2): 242-247.

(修回日期: 2014-10-12)

(本文编辑: 阮仕衡)