

# 髌股关节疼痛及其临床治疗的研究

吴贤发<sup>1</sup> 钟绮雯<sup>1</sup>

**摘要** 概述过去十年作者在实验室进行有关髌股关节及髌股关节疼痛综合征(PFPS)的研究,研究了正常人髌股关节的几个指标及 PFPS 患者的康复成效。研究结果反映股内侧肌(VMO)对于控制髌股关节的压力分布所发挥的力学作用、下肢方位对促进 VMO 募集的影响,以及髌骨叩压、股四头肌的疲劳恢复与生物反馈辅助对 PFPS 康复治疗的作用。

**关键词** 髌股关节;疼痛;髌股关节疼痛综合征;股内侧肌;股外侧肌

**中图分类号**:R684,R493 **文献标识码**:A **文章编号**:1001-1242(2008)-10-0865-03

**The studies of patellofemoral joint pain and its clinical management/Gabriel Y. F. Ng, Polly Y.M. Chung// Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 23(10): 865—867**

**Abstract** This paper summarizes the series of studies on patellofemoral joint and patellofemoral pain syndrome (PFPS) conducted in our laboratory in the past ten years. Different aspects of the patellofemoral joint in able-bodied subjects and the outcome of rehabilitation in subjects with PFPS were examined. The findings of these studies revealed the mechanical role of the vastus medialis obliquus(VMO) in controlling pressure distribution of the patellofemoral joint, the influence of lower limb positioning on VMO facilitation, and patellar taping, fatigue recovery of the quadriceps muscles, and biofeedback supplementation on rehabilitation of PFPS. The findings of our studies could provide clinical insights on the management of subjects with PFPS.

**Author's address** Department of Rehabilitation Sciences, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong,China

**Key words** patellofemoral joint; pain; patellofemoral pain syndrome; vastus medialis obliquus; vastus lateralis

髌股关节疼痛综合征 (patellofemoral pain syndrome, PFPS) 泛指源自髌股关节的髌下疼痛。常见征象及症状包括髌骨后疼痛、有捻发音、突然无力、肿胀及间发关节交锁<sup>[1]</sup>。于登楼梯、下蹲、长时间坐下、坐位起立时会增加压迫,因此会加剧疼痛<sup>[2]</sup>。

PFPS 病因尚未被完全理解,但股内侧斜肌(vastus medialis obliquus, VMO)无力被认为是主要易感因素。以往研究表明股内侧肌的作用在于稳定膝关节,于膝关节活动时维持适当的髌股关节排列<sup>[3-6]</sup>。VMO 及股外侧肌(vastus lateralis, VL)肌力不平衡会导致不正常髌骨运动轨迹而引起疼痛<sup>[7-9]</sup>。因此,VMO 的选择性肌力训练对 PFPS 康复治疗极为重要<sup>[10]</sup>,而康复治疗的重要目的是要调节 VMO 和 VL 的相对活动,以此平衡髌骨活动轨迹力度。

既往十年,我们研究了 VMO 及 VL 的神经肌肉激活<sup>[11-12]</sup>、VMO 对髌骨活动轨迹的生物力学作用<sup>[13]</sup>、髌骨叩压的疗效<sup>[14-17]</sup>,以及 PFPS 患者的康复治疗效果<sup>[18-19]</sup>。

我们的第一项研究是探讨髌关节旋转和足踝屈伸对 VMO/VL 活动的影响<sup>[11]</sup>。30 名健全人士自愿接受测试。受试者于半卧位,以不同髌/踝关节姿势,用 60%最大负荷进行静态伸膝,同步测量其 VMO/VL 表面肌电图 (surface electromyography, sEMG) 活动

比率。髌关节方位包括全外旋、中立位置及全内旋。踝关节方位包括全背伸、中立位置及全踝屈。肌电图结果显示对髌关节及踝关节并无独立影响,但髌/踝关节姿势有显著联合性影响。髌内旋/踝背伸较髌旋转中立位/踝屈中立位产生高 13% 的 VMO/VL 活动比率。VMO/VL 活动比率上升表示 VMO 和 VL 的活动可由髌关节及踝关节的相对方位改变。

但以上是健全人士在不负重姿势时所观察的结果<sup>[11]</sup>,不能直接应用于 PFPS 患者功能负重的状况。因此,我们以 PFPS 患者,于负重姿势进行另一项测试<sup>[12]</sup>。16 名 PFPS 患者接受试验,以不同的髌/踝关节方位进行功能负重膝关节运动。受试者均要在特别设计的平台用 60%最大负荷进行双侧静态伸膝,以应变片换能器监测伸膝力。受测试的姿势包括:髌关节 30°内旋,中立位和 45°外旋,屈膝关节 20°或 40°。在运动过程中记录 VMO 和 VL 的 sEMG 活动,计算出每个测试状态中 VMO 和 VL 的积分肌电图(integrated EMG, iEMG)信号比率。结果显示,在屈膝 20°的状态三个髌关节方位之间无显著差异,但屈膝 40°的状态下髌内旋产生较髌

1 香港理工大学康复治疗科学系

作者简介:吴贤发,男,博士,教授,E-mail: rsgng@polyu.edu.hk

收稿日期:2008-09-01

外旋高的 VMO/VL iEMG 比率( $P=0.005$ )。该结果证明了在半蹲姿势,髌内旋较髌外旋能选择性地激发 VMO。

Lieb 和 Perry<sup>[4]</sup>最先发现 VMO 对稳定髌骨的生物力学作用,此后有不负重试验确定 VMO 对控制髌股关节活动轨迹担当重要角色<sup>[3]</sup>。为了量化 VMO 在模仿功能负重姿势下生物力学作用,我们以 5 例人膝关节标本进行了模仿负重时髌股关节(patellofemoral joint, PFJ)压力的研究<sup>[3]</sup>。股内侧肌切开为股内侧长肌(vastus medialis longus, VML)和 VMO。下肢固定于夹具,屈膝 30°,承受着夹具的重量。股四头肌的四头分别系于张力换能器,张力调至比率为 2.5 (VL):2 (股直肌和股中间肌):1.5 (VMO):1 (VML)。把超低压富士感压纸放入 PFJ,记录压力。为了试验 VMO 对维持 PFJ 稳定的作用,VMO 的张力减至原来的 65%、50%及 35%,再分别测量 PFJ 的压力。其后于屈膝 90°的姿势,以 100%、80%、50%及 30%的 VMO 张力重复试验。

结果显示,于两个角度,随 VMO 张力下降,股内侧的压力面积减少;而股外侧的压力面积上升<sup>[3]</sup>。压力变化不一致,未发现普遍趋势。接触面积的变化表示 VMO 可影响髌骨活动轨迹。VMO 张力对 PFJ 压力的不一致则提示 PFJ 的动力改变不可与关节的接触压力改变相比。该实验虽未显示出 PFJ 压力与不同 VMO 张力的一致性改变模式<sup>[3]</sup>,但证明 VMO 有稳定髌骨的力学作用,支持为 PFPS 患者提供被动式髌骨抑制,如髌骨贴压的概念。

McConnell<sup>[9]</sup>是首位提倡以黏性带叩压纠正髌骨不正常运动轨迹,并且在 PFPS 患者中取得高成功率。但有关髌骨叩压研究报告,尤其对 VMO 的促进亦具有争议性的发现。因此我们对 15 名 PFPS 患者进行试验,研究髌骨叩压对疼痛、等速肌力表现和肌肉活动模式的影响<sup>[4]</sup>。评估包括蹲起痛、负荷 20%体重半蹲时 VMO 和 VL 的表面 iEMG 和 40°—0°膝关节以 120°/s 等速运动。所有测量分别于有和无髌骨叩压的情况下进行。所有受试者使用规范化的叩压规律和胶布张力。疼痛、VMO 的 iEMG、VMO:VL 的 iEMG 比率的平均评分均在叩压后下降,而等速峰力矩则上升。 $t$  检验结果显示疼痛评分( $P=0.001$ )和 VMO 的 iEMG ( $P=0.031$ )有显著性差异,VMO:VL 的 iEMG 比率 ( $P=0.058$ )和等峰力矩 ( $P=0.121$ )接近显著性差异。该发现表明在临床角度,叩压对减少疼痛是有效的,但其机制并不是因为 VMO 的主动性促进。胶布所提供的机械性抑制可能是临床表现有所改善的原因。临床治疗师应重新考虑优

先提供 VMO 训练协同髌骨叩压应用的可行性。

以上研究的局限是没有测试髌骨叩压在肌肉疲劳时的效用<sup>[14]</sup>;而肌肉疲劳是常见的康复运动后临床后遗症。因此,我们其后进行了另一项研究,以规范化力度测试髌骨叩压对 VMO 和 VL 疲劳前后的 EMG 活动开始的影响<sup>[15]</sup>。29 名健全男士接受试验,受试者单腿站立,试验者从其膝后施加向前扰动,以引发如同膝腱反射的股四头肌收缩,测量受扰后 VMO 和 VL 的 sEMG 信号开始的时间差异。测试分别在髌骨叩压、假叩压和无叩压的情况下进行,先后次序随机排列。其后,受试者进行伸膝运动至股四头肌疲劳,再重复以上测试。真实髌骨叩压与假叩压和无叩压比较,VMO 和 VL 的 EMG 反射开始时间无显著性差异( $P=0.455$ )。肌肉疲劳前后的 VMO 和 VL 的 EMG 开始时间无显著性差异( $P=0.304$ )。本研究提示髌骨叩压对健全人士在肌肉疲劳或不疲劳的情况,均不能提高 VMO 的短暂激活。

在建立 VMO 对髌骨运动轨迹的作用、不同下肢姿势对优先激活 VMO 的关系和髌骨叩压的效用后,测试 VMO 和 VL 疲劳恢复的相对速度<sup>[16]</sup>,以便为实行股四头肌疲劳运动训练提供临床参考。20 名无膝关节病史的健康成年人参与试验。受试者进行骑车疲劳运动程序后随即测量其 VMO 和 VL 的次极量等长伸膝 sEMG 信号的中位频率(median frequency, MF),及于随后 7h 的恢复时段内每小时测量 1 次,并进行分析。结果显示,骑车运动后的 MF 即时下降,VMO 与 VL 间有显著性差异 ( $P<0.006$ ),VL 下降较多。在 7h 的恢复时段,两肌的 MF 均逐渐恢复至休息水平,但 VL 的上升速度比 VMO 快( $P<0.01$ )。本研究提示,在进行骑车运动时,VL 较 VMO 容易疲劳,两肌均在运动后恢复过来,而 VL 的恢复速度相对较快。提示进行 VMO 和 VL 疲劳的股四头肌运动训练后,VMO 相对较慢的恢复速度可使髌骨受到较大外侧拉力。因此,临床应用时需要以被动方法保护髌骨,避免过大的外侧移动。

基于 sEMG 是评估 VMO 和 VL 的常用方法,我们以不同电极摆放位置,于进行等长伸膝和膝关节扰动时,比较 VMO 和 VL 的 EMG 活动<sup>[7]</sup>。8 名健全人士接受测试,测量其膝关节受扰时 VMO 和 VL 的相对开始时间和次极量伸膝时 VMO:VL 标准化 EMG 波幅的均方根(root-mean-square)比率。结果表明,不同的电极位置可导致不同的 VMO-VL 开始时间( $P=0.002$ )和标准化的 VMO:VO 肌电活动比率 ( $P=0.002,0.014$ )。发现对股四头肌康复中应用

EMG 测量和生物反馈有重要的启示。

近期,我们进行了两项研究探讨在 PFPS 患者中 EMG 生物反馈辅助康复运动的效用。研究项目均为双盲随机对照临床试验<sup>[18-19]</sup>。在第一个研究中,26 名髌股关节疼痛患者随机分为 EMG 生物反馈+运动组和纯运动组<sup>[18]</sup>。所有受试者均接受 8 周家居运动训练,生物反馈组同时以 EMG 视觉反馈配合股四头肌运动。

于第 0、4 和 8 周测量受试者的等速伸膝力量、髌骨排列和疼痛程度。我们发现两组的等速峰力矩( $P=0.005$ )、力量输出( $P=0.037$ )和髌骨排列( $P=0.001-0.014$ )均有显著性改善。此外,疼痛程度有下降趋势( $P=0.088$ )。生物反馈组的髌骨外旋和体重均峰力矩改善较纯运动组快。本研究提示,髌骨疼痛患者在物理治疗运动训练开始的数周中宜进行生物反馈辅助运动训练,以便促进功能恢复。

第二项研究比较有和无附加 EMG 生物反馈的 8 周运动训练对 VMO 和 VL 的相对肌电活动的影响<sup>[19]</sup>。26 名受试者分为两组进行试验。受试者均接受相同的运动训练,而第二组以可提供实时 VMO 和 VL 相对肌电活动的 EMG 生物反馈仪器配合运动。8 周训练后,进行了 6h 的正常活动测试,第一组的 VMO/VL EMG 比率无显著性上升( $P=0.355$ ),第二组则有明显上升( $P=0.017$ )。结果显示,结合 EMG 生物反馈的物理治疗运动训练能促进 VMO 的肌电活动,从而日常生活中 VMO 可被优先募集。

综合上述研究结果,我们推断 VMO 对于 PFJ 压力分布有着重要的力学作用,肌肉活动受不同下肢姿势的影响。髌骨叩压可减轻 PFPS 患者的疼痛,但未能促进 VMO 收缩。VL 似乎在膝关节运动中较 VMO 容易疲劳,但随后恢复亦较快。由于 VMO 和 VL 的肌电活动易受电极位置影响,所以,需要重复进行 EMG 测试以便统一电极位置。EMG 生物反馈训练能增强 PFPS 患者的理疗运动训练效果,亦能促进日常功能活动中的 VMO 募集。

## 参考文献

[1] Zyl EV, Schweltnus MP, Noakes TD. A review of the etiology, biomechanics, diagnosis, and management of patellofemoral pain in cyclists[J]. *International Sport Medicine Journal*, 2001, 2: 1-34.

[2] Fredericson M, Powers CM. Practical management of patellofemoral pain [J]. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2002, 12(1):36-38.

[3] Goh JCH, Lee PYC, Bose K. A cadaver study of the function of the oblique part of vastus medialis [J]. *Journal of Bone and*

*Joint Surgery[Br]*, 1995, 77(2):225-231.

[4] Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs [J]. *Journal of Bone and Joint Surgery[Am]*, 1968, 50(8):1535-1548.

[5] Raimondo RA, Ahmad CS, Blankevoort L, et al. Patellar stabilization: a quantitative evaluation of the vastus medialis obliquus muscle [J]. *Orthopedics*, 1998, 21(7):791-795.

[6] Sakai N, Luo ZP, Rand JA, et al. The influence of weakness in the vastus medialis oblique muscle on the patellofemoral joint: an in vitro biomechanical study [J]. *Clinical Biomechanics*, 2000, 15(5):335-339.

[7] Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain [J]. *American Journal of Sports Medicine*, 2002, 30(3):447-456.

[8] Grabiner MD, Koh TJ, Draganich LF. Neuromechanics of the patellofemoral joint [J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1994, 26(1):10-21.

[9] McConnell J. The management of chondromalacia patellae: a long term solution [J]. *Australian Journal of Physiotherapy*, 1986, 32:215-223.

[10] Callaghan MJ, Oldham JA. The role of quadriceps exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome [J]. *Sports Medicine*, 1996, 21(5):384-391.

[11] Ng GYF, Man VY. EMG analysis of vastus medialis obliquus and vastus lateralis during static knee extension with different hip and ankle positions [J]. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, 1996, 24(3):7-10.

[12] Lam PL, Ng GYF. Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain [J]. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2001, 80(11):804-808.

[13] Ng GYF, Tang A, Mak A, et al. A study of vastus medialis obliquus tension on patellofemoral joint pressure in a simulated weight bearing position, Abstracts of Australian Conference of Science and Medicine in Sport [M]. Adelaide Australia. 1998. 186.

[14] Ng GY, Cheng JM. The effects of patellar taping on pain and neuromuscular performance in subjects with patellofemoral pain syndrome [J]. *Clinical Rehabilitation*, 2002, 16(8):821-827.

[15] Ng GY. Patellar taping does not affect the onset of activities of vastus medialis obliquus and vastus lateralis before and after muscle fatigue [J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2005, 84(2):106-111.

[16] Ng GYF. Comparing fatigue and rate of recovery between vastus medialis obliquus and vastus lateralis [J]. *Physical Therapy in Sport*, 2002, 3(3):118-123.

[17] Wong YM, Ng GYF. Surface electrode placement affects the EMG recordings of the quadriceps muscles [J]. *Physical Therapy in Sport*, 2006, 7(3):122-127.

[18] Yip SLM, Ng GY. Biofeedback supplementation to physiotherapy exercise programme for rehabilitation of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study [J]. *Clinical Rehabilitation*, 2006, 20(12):1050-1057.

[19] Ng GY, Zhang AQ, Li CK. Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome [J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2008, 18(1):128-133.