

· 综 述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.23.031

网络首发 <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20190829.1729.002.html>(2019-09-02)

髌股疼痛综合征的病因学和治疗现状*

马彦韬^{1,2}, 李丽辉¹, 赵佳敏¹, 徐安乐¹, 庞博¹, 郑拥军²综述, 黄强民^{1△}审校

(1. 上海体育学院 200438; 2. 复旦大学附属华东医院疼痛科, 上海 200040)

[摘要] 髌股疼痛综合征(PFPS)是指在下蹲、跑步、上下楼梯、坐位站起时伴随的前膝弥漫性疼痛, 目前发病机制仍不明, 但是多项研究均证实, 髌骨运动轨迹的改变是 PFPS 的致病因素。病因可分为两类: 功能紊乱和结构异常。功能紊乱包括: 股内斜肌和股外侧肌的力学失衡, 股四头肌和腘绳肌的力学失衡, 外侧臀肌的弱化, 阔筋膜张肌、腓肠肌、比目鱼肌紧张。结构异常包括: 髌骨、滑车形态的异常, Q 角异常, 足过度旋前。目前治疗多采用非手术的治疗方法, 主要包括: 肌力训练、延展度训练、肌内效贴布、支具、足踝矫形器和针刺。关于治疗方法的选择, 多推荐综合干预的方式, 且根据患者的病情具体评估, 进行靶向治疗。

[关键词] 髌股疼痛综合征; 髌骨轨迹; 功能紊乱; 结构异常

[中图分类号] R441.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2019)23-4084-06

Current perspectives on the etiology and treatment status of patellofemoral pain syndrome*

MA Yantao^{1,2}, LI Lihui¹, ZHAO Jiamin¹, XU Anle¹, PANG Bo¹,

ZHENG Yongjun², HUANG Qiangmin^{1△}

(1. Shanghai Institute of Physical Education, Shanghai 200438, China;

2. Department of Pain, Huadong Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200040, China)

[Abstract] The patellofemoral pain syndrome (PFPS) refers to diffuse pain in the anterior knee when squatting, running, walking up and down stairs, sitting up. The pathogenesis is still unknown at present, but many studies have confirmed that the trajectory change of the patellofemoral motion is the causative factor of PFPS, which can be divided into two categories: dysfunction and structural anomalies. Dysfunction includes mechanical imbalance of vastus medialis obliquus and lateral femoral muscles, mechanical imbalance of the quadriceps and hamstring muscles, weakening of the lateral gluteal muscles, tension of the fascia lata, gastrocnemius muscle and soleus muscle. Structural anomalies include abnormalities in the shape of the humerus and the trochlear, abnormal Q angle, and excessive pronation of the foot. At present, non-surgical therapies are the mainly treatment method, including muscle strength training, extension exercises, taping, braces, ankle and foot orthoses, and acupuncture. Comprehensive intervention form is the mainly treatment form, and the target treatment can be performed according to the specific evaluation of the patient's condition.

[Key words] patellofemoral pain syndrome; patella trajectory; functional disorder; structural abnormalities

髌股疼痛综合征(patellofemoral pain syndrome, PFPS)是 60 岁以下成年人中最常见的膝关节疼痛形式之一, 通常症状包括髌前或髌周的弥漫性疼痛, 在攀登、上下楼梯、蹲和跑步等加重髌股关节负重的运动时加重。尽管以往有很多不同的术语来描述此症状, 如膝前痛, 跑步者膝、髌股关节痛或髌骨软化症, 但是在最近的第四届国际髌股疼痛研讨会专家共识中将“髌股疼痛综合征”作为首选术语^[1]。PFPS 发生于经常参与跑步、跳跃、旋转等运动的年轻成年人或

青少年运动员, 也发生在不经常参与体育运动的人群中。PFPS 通常是逐渐发作的, 尽管其中一些可能由急性创伤引起, 患者通常会出现疼痛, 可能是单侧或双侧, 有时会出现膝关节的不稳定、无力, 这种无力和不稳定可能是由于疼痛对股四头肌收缩的抑制作用, 与髌骨脱位, 半脱位或韧带损伤引起的不稳定不同。偶尔可能会出现轻度的肿胀, 但是很少见到严重的积液。PFPS 的症状是非限制性和慢性的, 症状可持续多年, 可减少患者参加体力活动和体育运动的能力。

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(B5-8000-14-0008); 国家自然科学基金面上项目(81470105); 上海市人体运动能力开发与保障重点实验室(上海体育学院)项目(11DZ2261100)。 作者简介: 马彦韬(1989—), 康复治疗师, 硕士, 主要从事软组织疼痛的临床和基础研究。

△ 通信作者, E-mail: huaqia404@aliyun.com。

且会造成髌股关节的退行性变。只有 1/3 的 PFPS 患者在治疗 12 个月无疼痛^[2]。PFPS 的诊断主要取决于病史和体格检查,最敏感的体格检查是下蹲时伴随的髌前或髌周疼痛,在此测试中,有 80% 的 PFPS 患者复现了疼痛^[1]。检查患者的步态,姿势和鞋类可以帮助确定导致疼痛的原因。膝关节的 X 线片不是诊断 PFPS 所必需的,但可以排除其他诊断,例如骨关节炎、髌骨骨折和骨软骨炎。在患有明显髌前或髌周疼痛并且在保守治疗数周后仍无显著改善,或者存在近期的创伤史,建议采用 X 线片检查。目前对 PFPS 的发病机制尚不清楚,且治疗方法繁多,在众多疗法的选择中,没有单一的方法绝对优于其他治疗手段,因此,对临床诊断和治疗提出了很多挑战,本文从 PFPS 的流行病学、病因学和非手术治疗方法等方面进行综述。

1 流行病学调查

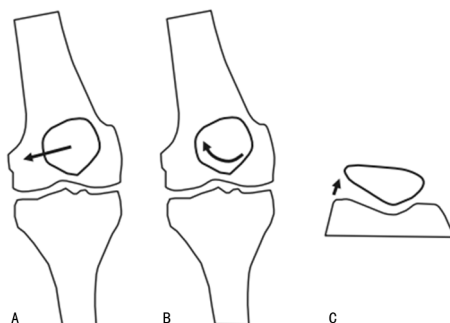
PFPS 在就诊的所有膝关节问题中占 11%~17%,约有 25% 被诊断患有 PFPS 的休闲体育运动员因膝盖疼痛而停止参加运动。在一项针对 810 名青少年篮球运动员的观察性研究中,PFPS 的总体患病率为 25%,其中约 26% 的女性和 18% 的男性运动员受到影响。在对 2007—2011 年美国超过 3 000 万患者的骨科数据库进行的回顾性研究中,PFPS 的发病人数为 175 万例患者,约为 6%,其中女性占比约 55%。在一项前瞻性研究中,对未经过 PFPS 诊断的 1 319 名身体活跃的年轻人进行随访,其中 3% 在随访的 2.5 年内发生了 PFPS,女性比男性更容易患上 PFPS^[3]。在英国,因肌肉骨骼疼痛而预约治疗者超过 10 万次/d,每年因缺勤而让英国经济损失约 74 亿英镑^[4]。这种高患病率给社会带来了医疗保健和社会经济成本负担。虽然我国目前尚无慢性疼痛患者的人数及医疗费用的具体统计,但估计远远高于此数字。

2 病因学

目前,关于 PFPS 的病理生理机制尚不清楚,但它与髌股关节剪切力和压缩力的异常生物力学因素有关,即不同因素所导致髌股关节过度应力。基于组织病理学和病理解剖学的临床推理模型已经将导致 PFPS 的一个主要原因归结为髌骨轨迹异常或排列不齐。WILSON 等^[5]通过皮肤标记和光电捕捉系统来测量 PFPS 患者在站立和下蹲时髌骨的滑行轨迹,研究表明:PFPS 患者的髌骨与健康受试者相比,侧向位移显著增加,髌骨的侧向旋转和侧向倾斜现象增加,见图 1。DRAPER 等^[6]通过动态磁共振(MR)成像技术证实,PFPS 患者在膝关节动态伸展负重过程中出现异常的髌骨侧向位移和侧向倾斜。

PFPS 主要涉及哪些疼痛通路,目前尚不清楚,SANCHISALFONSO 等^[7]通过免疫组织化学,分析 13 例 PFPS 患者外侧支持带的蛋白表达,研究结果显

示存在 P 物质和神经生长因子(NGF)的表达增高,他推测可能与支持带内的机械应力有关。髌骨的运动轨迹异常可能是这种异常压力的原因,而膝关节近端和远端各环节的异常运动都可能造成下肢力线不齐,进而影响正常的髌骨运动轨迹,导致异常关节应力的增加,造成 PFPS。心理因素(抑郁、恐惧回避和焦虑)也被认为是 PFPS 发病和持续的危险因素。各种组织结构和功能减退,如肌力减退、软组织紧张、下肢结构异常,运动功能障碍和股四头肌激活异常等与“正常”的偏差均会影响髌骨排列、运动或髌股关节的负荷,导致髌骨和股骨之间的应力增加及疼痛和功能障碍的发展^[8]。这种生物医学疼痛模型建立了组织结构与疼痛之间的直接关系。



A:侧向位移;B:侧向旋转;C:侧向倾斜

图 1 PFPS 患者髌骨侧向位移、侧向旋转、侧向倾斜示意图

2.1 功能的紊乱

2.1.1 股内斜肌与股外侧肌的力学失衡

膝关节的伸肌机制,即股四头肌的功能紊乱被认为是导致 PFPS 最重要的潜在因素。股四头肌中的股内斜肌主要提供内上方的力,而股外侧肌主要提供外上方的力,两者共同维持髌股关节的动态平衡,常见股内斜肌的肌力减弱,导致其限制髌骨外侧位移的力量减弱,致使髌骨向侧向移位增加。

针对股内斜肌和股外侧肌的不平衡,目前的研究主要集中在 PFPS 患者存在股外侧肌和股内斜肌的激活不一致,即表现出股内斜肌相对于股外侧肌的延迟激活,但是存在很大的变异性和不可靠性。已知肌力的产生除了与肌肉本身的功能和解剖形态有关外,和运动单位的募集也有重要的关系,因此通过肌电的幅值,推测运动单位的激活率,成为反映股内斜肌和股外侧肌的重要指标。众多研究证实了股内斜肌和股外侧肌在 PFPS 相对正常人不平衡,针对股内斜肌和股外斜肌不平衡,很多问题都围绕着股内斜肌,认为是股内斜肌的功能损伤导致肌力减弱,造成股内斜肌不能有效抵抗股外侧肌向外的力^[9]。也有研究认为,股内斜肌和股外侧肌中明显的疼痛和抑制是由股外侧肌中的活动肌筋膜触发点引起,导致股内斜肌反射抑制。但是根据 GALLINA 等^[10]和 TUCKER 等^[11]的研究可知:疼痛和肌肉的功能是相互适应的,

疼痛并不导致股四头肌的抑制,或是股外侧肌的增强和股内斜肌减弱的交互抑制。而可能是为了完成运动,而改变了肌肉募集的方式,具体而言,存在触发点的肌肉,造成肌肉的功能紊乱、肌力的减弱、肌纤维的横截面积减少,为了更好地完成股四头肌的功能,运动单位必须增强放电,激活更多的运动单位参与,以代偿肌肉功能缺失。但是股外侧肌与股内斜肌相比,横截面积更大,且在矢状面具有更大的力学优势,因此激活得更多,更有利于产生力。

2.1.2 股四头肌和腘绳肌的力学失衡 作用于髌股关节的力,除了股内斜肌和股外侧肌的侧向力外,最主要的是作用于髌股关节的反作用力。当腘绳肌张力增加或延展性减弱时,会增加伸膝的难度和张力,为了完成日常生活中的伸膝动作,股四头肌必须增加张力和腘绳肌对抗,随之作用于髌股关节面的张力增加。从 PIVA 等^[12]的研究可知,PFPS 患者的股四头肌和腘绳肌的关节活动度均显著低于健康对照组。PATIL 等^[13]和 WHITE 等^[14]的研究也证实了 PFPS 患者的腘绳肌张力存在显著性降低,表明紧张的腘绳肌与髌股关节疼痛有关。

2.1.3 臀中肌和臀小肌的肌力减弱 很多研究发现 PFPS 患者的外侧臀肌,尤其是女性 PFPS 患者的臀中肌和臀小肌相对于正常健康人群存在肌力减退,且将增加臀肌的力量作为治疗 PFPS 的方法之一^[15]。臀中肌、臀小肌作为髋关节的外展外旋肌,在步行和站立单腿支撑期有重要的作用,而臀中肌、臀小肌的肌力减弱会减少髋关节外旋的力量,造成股骨内旋增加,进而造成股骨相对于髌骨的位置改变,增加了髌骨相对于股骨的外侧位移,造成髌骨轨迹和髌股关节压力分布的异常。

2.1.4 阔筋膜张肌、腓肠肌、比目鱼肌延展性降低 除了股外侧肌的张力增加会造成髌骨外侧的应力外,阔筋膜张肌的张力增加同样会造成髌股关节外侧应力的增加,这是由于阔筋膜张肌通过髌胫束附着于髌骨的外侧,阔筋膜张肌延展性降低或张力增加造成的肌肉短缩,均会造成髌骨外侧应力的增加。腓肠肌和比目鱼肌的延展性降低,将会增加距下关节旋前,由于小腿和足部特殊性的铰链式结构,胫骨的内旋伴随距下关节的旋前^[16],反之距下关节的旋前伴随胫骨的内旋。当胫骨内旋时,又会进一步造成髌骨的外侧位移增加,改变髌骨轨迹。

2.2 结构的异常

2.2.1 髌骨、滑车形态异常 髌骨的股骨关节面在髌股关节屈曲 20° 时进入位于股骨髌骨面的滑车关节,如果存在高位髌骨,将会存在髌骨进入滑车的异常延迟现象。根据 SCHLENZKA 等^[17]提出的改良 Insall-Salvat 指数,高位髌骨的诊断标准为:在侧位 X 线片上屈曲髌股关节 30° 时,髌骨关节面长度/髌腱长度大于 1.2。MACRI 等^[18]在 X 线片和 MRI 等影像

学方面的研究表明髌股关节炎与形态异常的滑车有关。膝关节屈膝 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 时,髌骨存在轻度外移,若滑车沟变浅,会造成髌骨的过度外侧位移^[19]。CHARLES 等^[20]认为股骨滑车沟的深度小于 4 mm 为发育异常。也有证据表明,髌骨的排列不齐只是造成髌股关节痛的危险因素之一^[21]。

2.2.2 Q 角异常 股四头肌力线(髌前上棘和髌骨上缘的连线)和髌韧带力线(髌骨中心和胫骨结节的连线)形成的锐角称为 Q 角,正常范围为 $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ 。Q 角的增大会加大作用于髌骨外侧的牵拉力,造成髌股关节外侧压力增加。然而将 Q 角作为 PFPS 的预测因子是存在争议的。KAYA 等^[22]将每例受试者不存在 PFPS 的下肢作为自体的对照,对比了 85 例单侧 PFPS 受试者的健、患侧 Q 角,研究结果显示受试者的健、患侧 Q 角存在显著性差异。然而 PARK 等^[23]的研究则显示了相反的结果,即 PFPS 的患者健、患侧并不存在显著性差异。目前关于 PFPS 和 Q 角关系的研究样本量较少,且 Q 角的测量方法及正常范围不统一,将 Q 角作为 PFPS 的预测因子无充足依据。

2.2.3 足过度旋前(距下关节内转) 足旋前是指外翻、外展、背屈三个动作的合并,距下关节的旋前是着地时足跟的正常反应,通常发生在步行的着地反应期和支撑中期的前期,是身体重心转移至支撑侧时重要的缓冲机制。充分的距下关节旋前可以起到减震缓冲的效果,距下关节的旋前减少会增加地面反作用力的冲击。而旋前的增加则会造成胫骨相对于髌骨的过度旋前,影响髌股关节的应力,造成髌股关节痛,如扁平足。LEVINGER 等^[24]发现 PFPS 的受试者在步态的站立期存在足外翻时间的延长,进而造成过度的胫骨内旋。因此,较早的足外翻可能是 PFPS 病理发展的因素之一。

3 目前非手术治疗方法

3.1 肌力训练 针对股内斜肌肌力减弱导致的股内斜肌和股外侧肌的力学失衡,近期研究显示:负重下肢四头肌闭链离心收缩更易诱导股内斜肌的收缩^[25]。LIU 等^[26]也发现,股四头肌等长并等张训练相对于常规康复锻炼对 PFPS 效果更显著。

针对臀肌的弱化导致的股骨内旋,KHAYAMBASHI 等^[27]研究显示:试验组采取双侧髋关节外展肌和外旋肌每周 3 次强化,持续 8 周,在 8 周的干预后,试验组疼痛、健康状况和双侧髋部力量均有所改善,但对照组(无运动)没有改变。试验组在 6 个月的随访期间持续改善疼痛和健康状况与对照组比较,单独髋关节外展肌和外旋强化方案可有效改善女性 PFPS 的疼痛和健康状况。

LACK 等^[28]分析了 14 项前瞻性临床随机对照试验发现:无论是否同时进行股四头肌康复,髋关节周围肌群的康复治疗都有利于减轻短期和中期 PFPS 患者的疼痛和改善 PFPS 患者膝关节功能。虽然较

少的研究评估了长期效应,但有限的证据表明髌周肌群和股四头肌联合治疗比单独的股四头肌康复对疼痛和功能有更大的益处。HAMSTRA WRIGHT 等^[29]对 157 例 PFPS 患者进行了长达两年髌关节和膝关节肌肉强化的前瞻性研究,结果显示结合髌关节和膝关节运动在中、长期的疼痛和功能改善方面优于单纯的膝关节运动。

股内侧斜肌运动训练或普通股四头肌肌力训练均可以减轻膝关节疼痛,改善功能,提高 PFPS 患者的生活质量,闭链式运动和开放链运动相比,更能改善 PFPS 患者的疼痛和肌肉力量,可能是由于闭链式运动不仅改善了膝关节的稳定性,而且还提高了本体感觉。证据表明,PFPS 的运动疗法有利于短期、中期以及长期恢复,此外,它被证明是具有较高的成本效益。然而,最佳锻炼方式治疗仍属未知。没有足够的研究来比较运动与其他保守干预方法的相对效果。

3.2 延展度训练 目前的 PFPS 研究设计中,拉伸多作为辅助和综合治疗进行干预,单独作为治疗手段的报道较少。KIM 等^[30]对 PFPS 患者的股四头肌、腘绳肌、髂胫束进行每次持续 50 min,每周 3 次,持续 6 周的伸展锻炼,结果表明通过伸展锻炼可以显著改善 PFPS。从理论上讲,紧绷的股四头肌,腓肠肌或阔筋膜张肌可能会增加膝关节伸展时的髌股关节反作用力,本体感觉神经肌肉促进技术(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF),如收缩-放松技术(contract-relax, CR)或收缩-放松-拮抗-收缩技术(contract-relax-agonist-contract, CRAC)比传统的静态或动态伸展运动更有效,推荐拉伸训练作为 PFPS 保守治疗的一部分。

3.3 肌内效贴布 肌内效贴布是一种可以伸展到其静息长度 130%~140%的弹性胶带^[31]。利用肌内效贴布的黏弹性,牵动皮肤的走向,改善筋膜层的通透性,促进血液和淋巴循环,有效减轻 PFPS 患者的疼痛和肿胀。最常用的肌内效贴布方法是 McConnell 肌内效贴布技术,此技术在结构上有支撑髌骨、改变髌骨侧向倾斜和侧向位移的作用,McConnell 肌内效贴布技术在改善 PFPS 患者的疼痛,激活股内斜肌,改变股四头肌运动模式和下肢生物力学方面有显著效果。但是 HO 等^[32]研究发现:肌内效贴布 PFPS 患者的负重期,髌骨位置和接触面积并无显著性改变。更多的研究表明,肌内效贴布对长期 PFPS 症状的影响很小,然而,临床医生可能会使用髌骨肌内效贴布作为短期干预措施,让患者进行无痛运动。

3.4 支具 髌骨支具是非黏性的装置,可以提供一个外部的、向内的力,可以抵消向外的髌骨运动轨迹。髌骨支具可减轻 PFPS 的症状。尽管这些效果的确切机制并不清楚,可能是髌骨压力重新分布,本体感觉输入增加和改善了神经肌肉控制。DRAPER 等^[33]通过实时 MRI 证实,髌骨支具可以减少女性 PFPS 的

髌骨侧向倾斜。POWERS 等^[34]的研究也证实,利用支具在 PFPS 患者的髌骨上施加一个向内的力,可以减轻 PFPS 患者的疼痛,促进股四头肌活化。类似于肌贴,现有的证据已经对髌骨支具的结果得出了相互矛盾的结论。有证据表明,膝关节支具和安慰剂护膝没有显著差异,总的来说,支具相对于运动疗法在疼痛和功能等方面没有显著性的优势。有些研究表明,支具可能是减轻疼痛的有效干预措施,然而确切的改善机制尚不清楚^[35]。

3.5 足踝矫形器 有关足踝矫形器作为 PFPS 干预的有效性存在争议。ENG 等^[36]研究了 20 例存在过度前足内翻或跟骨外翻的青年女性 PFPS 患者利用足踝矫形器的治疗效果,结果表明,在肌力训练外,踝足矫形器的使用是治疗 PFPS 的有效手段。MØLGAARD 等^[37]对比单纯膝关节针对性运动和辅助足踝关节运动及足踝矫形器治疗 PFPS 的结果显示:在 12 周时,辅助足踝关节运动和足踝矫形器比单纯膝关节针对性运动更有效。4 个月后效果依然明显,但 12 个月后无明显差异。足踝矫形器可以帮助纠正继发于后足的动态外翻,将运动疗法与足踝矫形器相结合可能比单独运动疗法更有益,根据 2016 年第四届国际髌股疼痛研讨会的共识,推荐足踝矫形器用于 PFPS 患者的短期疼痛。

3.6 针刺 中医传统针灸和西医的干针技术已被认为是治疗 PFPS 的有效干预措施^[38]。但在国际上,不管是中医针灸还是西医干针针刺,用于治疗 PFPS 的证据均较少。魏智均等^[39]比较针刺中医穴位辅助家庭常规训练和单纯家庭常规训练治疗 PFPS 的效果显示:两组患者治疗后的视觉模拟评分(VAS)均有显著性下降,但是针刺组显著优于单纯家庭常规训练组。JENSEN 等^[40]评估针灸穴位治疗 PFPS 患者 75 例的疗效表明:相对于安慰剂组,针刺穴位可以有效缓解 PFPS 的疼痛。以肌筋膜疼痛触发点理论指导下的干针疗法,在治疗软组织疼痛方面,得到了广泛的临床和基础研究支撑。从 WEYER-HENDERSON^[41]对 PFPS 患者进行干针干预的疼痛和表面肌电的研究中发现:针刺股四头肌疼痛触发点可以改善 PFPS 的疼痛,改善股外侧肌和股内斜肌的肌肉募集情况。DE-LA-LLAVE-RINCÓN 等^[42]比较了深刺和浅刺肌筋膜疼痛触发点治疗 PFPS 的疗效,结果发现深刺股四头肌疼痛触发点较浅刺治疗可以显著降低 PFPS 疼痛。USWR^[43]对比了物理疗法辅助针刺肌筋膜疼痛触发点和单纯物理疗法治疗 PFPS 的疗效,结果发现:针刺肌筋膜疼痛触发点辅助物理疗法在治疗疼痛方面显著优于单纯物理疗法。

4 小 结

PFPS 具有高患病率,病程较长且造成社会经济负担,是医疗从业人员治疗的较为困难的肌肉骨骼疾病之一。更大的疼痛严重程度和更长的症状持续时

间是预后不良的指标。因此,早期有效的干预可能对于病情的影响至关重要。传统上,物理治疗的重点一直旨在通过解决组织的结构和功能来减轻 PFPS 疼痛和改善功能,包括肌内效贴布、延展度训练、肌力训练、支具、足踝矫形器等治疗。然而,系统评价在得出有关这些干预措施有效性的结论时,一致承认了纳入研究的局限性。即使在运动治疗方面,虽具有最强的证据基础,但仍没有足够的证据来确定锻炼的最佳形式和剂量。关于针刺的干预手段,支持性证据仍有限。为了选择 PFPS 最佳的治疗方式,需要更高质量的证据和研究。

参考文献

- [1] CROSSLEY K M, STEFANIK J J, SELFE J, et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures [J]. *Br J Sports Med*, 2016, 50(14): 839-843.
- [2] LANKHORST N E, MIDDELKOOP M V, CROSSLEY K M, et al. Factors that predict a poor outcome 5-8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis [J]. *Br J Sports Med*, 2015, 50(14): 881-886.
- [3] GAITONDE D Y, ERICKSEN A, ROBBINS R C. Patellofemoral pain syndrome [J]. *Am Fam Physician*, 2019, 99(2): 88-94.
- [4] YELIN E, WEINSTEIN S, KING T. The burden of musculoskeletal diseases in the United States [J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2011, 46(3): 259-260.
- [5] WILSON N A, PRESS J M, KOH J L, et al. In vivo non-invasive evaluation of abnormal patellar tracking during squatting in patients with patellofemoral pain [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(3): 558-566.
- [6] DRAPER C E, BESIET T F, SANTOS J M, et al. Using real-time MRI to quantify altered joint kinematics in subjects with patellofemoral pain and to evaluate the effects of a patellar brace or sleeve on joint motion [J]. *J Orthop Res*, 2009, 27(5): 571-577.
- [7] SANCHISALFONSO V, ROSELLÓSTRE E. Immunohistochemical analysis for neural markers of the lateral retinaculum in patients with isolated symptomatic patellofemoral malalignment. A neuroanatomic basis for anterior knee pain in the active young patient [J]. *Am J Sports Med*, 2000, 28(5): 725-731.
- [8] PETERSEN W, ELLERMANN A, GSELE-KOPPENBURG A, et al. Patellofemoral pain syndrome [J]. *Knee Surg Sports Tra*, 2014, 22(10): 2264-2274.
- [9] POWERS C M. Patellar kinematics, part I: the influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain [J]. *Phys Ther*, 2000, 80(10): 956-964.
- [10] GALLINA A, HUNT M A, HODGES P, et al. Vastus lateralis motor unit firing rate is higher in females with patellofemoral pain [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2018, 99(5): 907.
- [11] TUCKER K J, HODGES P W. Changes in motor unit recruitment strategy during pain alters force direction [J]. *Eur J Pain*, 2010, 14(9): 932-938.
- [12] PIVA S R, GOODNITE E A, CHILDS J D. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2005, 35(12): 793-801.
- [13] PATIL S, WHITE L, JONES A, et al. Idiopathic anterior knee pain in the young. A prospective controlled trial [J]. *Acta Orthop Belg*, 2010, 76(3): 356-359.
- [14] WHITE L C, DOLPHIN P, DIXON J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome [J]. *Physiotherapy*, 2009, 95(1): 24-28.
- [15] PADUA D, MARSHALL S W, BEUTLER A I, et al. Predictors of knee valgus angle during a jump-landing task [J]. *Med Sci Sport Exer*, 2005, 37(5): S398.
- [16] 王陶黎, 罗英敏, 俞沁圆, 等. 距下关节生物力学及不稳定机制的研究进展 [J]. *中国医药指南*, 2017, 15(13): 30-31.
- [17] SCHLENZKA D, SCHWESINGER G. The height of the patella: an anatomical study [J]. *Eur J Radiol*, 1990, 11(1): 19.
- [18] MACRI E M, STEFANIK J J, KHAN K K, et al. Is tibiofemoral or patellofemoral alignment or trochlear morphology associated with patellofemoral osteoarthritis? A systematic review [J]. *Arthritis Care Res*, 2016, 68(10): 1453-1470.
- [19] NELITZ M, LIPPACHER S. Arthroscopic evaluation of trochlear dysplasia as an aid in decision making for the treatment of patellofemoral instability [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014, 22(11): 2788-2794.
- [20] CHARLES M D, HALOMAN S, CHEN L, et al. Magnetic resonance imaging-based topographical differences between control and recurrent patellofemoral instability patients [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(2): 374-384.
- [21] SONG C Y, LIN J J, JAN M H, et al. The role of patellar alignment and tracking in vivo: the potential mechanism of patellofemoral pain syndrome [J]. *Phys Ther Sport*, 2011, 12(3): 140-147.
- [22] KAYA D, DORAL M N. Is there any relationship between Q-angle and lower extremity malalignment? [J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2012, 46(6): 416-419.
- [23] PARK S K, STEFANYSHYN D J. Greater Q angle may not be a risk factor of patellofemoral pain syndrome [J]. *Clinical Biomechanics*, 2011, 26(4): 392-396.
- [24] LEVINGER P, GILLEARD W. Tibia and rearfoot motion and ground reaction forces in subjects with patellofemoral pain syndrome during walking [J]. *Gait Posture*, 2007, 25(1): 2-8.
- [25] 郑光新, 蒋长亮, 黄迅悟, 等. 表面肌电图在评定髌股疼痛综合征患者髌骨动态稳定中的应用 [J]. *中华物理医学与*

康复杂志,2014,36(9):676-679.

- [26] LIU X, LIU W, SU J. Effects of isotonic eccentric closed kinetic chain quadriceps muscle exercises on patellofemoral pain syndrome[J]. *J Rehabil Med*, 2017, 32(4): 419-423.
- [27] KHAYAMBASHI K, MOHAMMADKHANI Z, GHAZNAVI K, et al. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain; a randomized controlled trial[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2012, 42(1): 22-29.
- [28] LACK S, BARTON C, SOHAN O, et al. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis [J]. *Br J Sports Med*, 2015, 49(21): 1365.
- [29] HAMSTRA WRIGHT K L, AYDEMIR B, EARLBOEHM J, et al. Lasting improvement of patient-reported outcomes 6 months after patellofemoral pain rehabilitation[J]. *J Sport Rehabil*, 2017, 26(4): 223-233.
- [30] KIM M C, LEE M H, HAN S K, et al. Effects of strengthening and stretching exercise for individuals with intrinsic patellofemoral pain syndrome[J]. *J Korean Soc Phys Med*, 2011, 6(2): 165-175.
- [31] CAMPOLO M, BABU J, DMOCHOWSKA K, et al. A comparison of two taping techniques (kinesio and mcconnell) and their effect on anterior knee pain during functional activities[J]. *Int J Sports Phys Ther*, 2013, 8(2): 105-110.
- [32] HO K Y, EPSTEIN R, GARCIA R, et al. Effects of patellofemoral taping on patellofemoral joint alignment and contact area during weight bearing[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2017, 47(2): 115-123.
- [33] DRAPER C E, FREDERICSON M, GOLD G E, et al. Patients with patellofemoral pain exhibit elevated bone metabolic activity at the patellofemoral joint [J]. *J Orthop Res*, 2012, 30(2): 209-213.
- [34] POWERS C M, WARD S R, CHEN Y J, et al. Effect of bracing on patellofemoral joint stress while ascending and

descending stairs[J]. *Clin J Sport Med*, 2004, 14(4): 206-214.

- [35] WARDEN S J, HINMAN R S, WATSON M A J R, et al. Patellar taping and bracing for the treatment of chronic knee pain: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arthritis Rheum*, 2008, 59(1): 73-83.
- [36] ENG J J, PIERRYNOWSKI M R. Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome[J]. *Phys Ther*, 1993, 73(2): 68-70.
- [37] MØLGAARD C M, RATHLEFF M S, ANDREASEN J, et al. Foot exercises and foot orthoses are more effective than knee focused exercises in individuals with patellofemoral pain[J]. *J Sci Med Sport*, 2017, 21(1): 10-15.
- [38] WHITE A, FOSTER N E, CUMMINGS M, et al. Acupuncture treatment for chronic knee pain: a systematic review[J]. *Rheumatology*, 2007, 46(3): 384-390.
- [39] 魏智钧, 张金葆, 欧阳颀, 等. 针刺治疗髌股关节疼痛综合征临床研究[J]. *河北中医*, 2016, 38(8): 1220-1224.
- [40] JENSEN R, GØTHESEN O, LISETH K, et al. Acupuncture treatment of patellofemoral pain syndrome[J]. *J Altern Complement Med*, 1999, 5(6): 521-527.
- [41] WEYER-HENDERSON D. An investigation into the effectiveness of dry needling of myofascial trigger points on total work and other recorded measurements of the vastus lateralis and vastus medialis muscles in patellofemoral pain syndrome in long distance runners[D]. Durban: Durban Institute of Technology, 2005.
- [42] DE-LA-LLAVE-RINCÓN A I, LOA-BARBERO B, PALACIOS-CENÁ M, et al. Manual therapy combined with dry needling for the management of patients with patellofemoral pain syndrome[J]. *Manual Ther*, 2016, 25: e82.
- [43] USWR I. Physiotherapy with and without superficial dry needling affects pain and muscle strength in patients with patellofemoral pain syndrome [J]. *Biophilia Rehab J*, 2016, 14(1): 23-30.

(收稿日期:2019-04-10 修回日期:2019-07-02)

(上接第 4083 页)

432-stimulated dendritic cell transfer after radiofrequency ablation[J]. *Cancer Immunol Immunother*, 2014, 63(4): 347-356.

- [26] 刘少朋, 李晓勇, 程冰冰. 纳米刀消融术治疗局部晚期不可切除胰腺癌安全性及疗效评价[J]. *中国普通外科杂志*, 2016, 25(9): 1259-1265.
- [27] 周瑜, 吴志远, 丁晓毅. 不可逆电穿孔消融治疗胰腺癌的现状与展望[J/CD]. *中华介入放射学电子杂志*, 2017, 5(3): 194-198.
- [28] NARAYANAN G, HOSEIN P J, BEULAYGUE I C, et al. Percutaneous image-guided irreversible electroporation

for the treatment of unresectable, locally advanced pancreatic adenocarcinoma[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2017, 28(3): 342-348.

- [29] 宁周雨, 王鹏, 陈颖, 等. 兔胰腺移植瘤纳米刀、冷冻、射频的对比研究[J]. *第二军医大学学报*, 2016, 37(1): 10-16.
- [30] LIN M, LIANG S, WANG X, et al. Short-term clinical efficacy of percutaneous irreversible electroporation combined with allogeneic natural killer cell for treating metastatic pancreatic cancer [J]. *Immunol Lett*, 2017, 186: 20-27.

(收稿日期:2019-03-10 修回日期:2019-06-02)