

髌骨运动轨迹异常导致膝骨关节炎的病因机制及治疗研究进展

蒋黎明^{1,2}, 陶莹³, 于小明², 翟天军¹, 汪伍¹, 张增乔¹, 冯伟¹

【关键词】 膝骨关节炎; 髌骨; 轨迹

【中图分类号】 R49; R681.8 【DOI】 10.3870/zgkf.2020.11.009

膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是骨性关节炎中发病率最高的疾病,现已成为全社会关注的焦点。髌骨运动轨迹是指在膝关节做屈伸运动时髌骨相对股骨作上下以及轻微的内外旋并形成S形的运动轨迹^[1]。隋金颇等^[2]研究指出髌骨运动轨迹的改变可以使外侧髌股关节面摩擦增大,关节软骨磨损增加,最终导致膝骨关节炎的发生。薛喆等^[3]认为及早地发现并纠正异常的髌骨运动轨迹,对预防和延缓膝骨关节炎的发生至关重要。因此,对髌骨运动轨迹的研究已成为近年来的热点,但目前就髌骨运动轨迹异常导致膝骨关节炎的病因机制及治疗方法仍然没有明确的结论,还需进一步探讨,本文就近年来关于髌骨运动轨迹异常导致膝骨关节炎的病因机制及治疗方法作一综述,旨在加深对其病因机制及治疗方法的理理解,为临床提供参考。

1 髌骨的生物力学

髌骨是人体最大的一块籽骨,似三角形,被股四头肌肌腱所包裹,具有增强股四头肌收缩及维持膝关节稳定的作用^[4],髌骨后方有一层关节软骨,其形态比较特殊,在关节面的表面纵跨有一条软骨嵴,该嵴与股骨滑车结构相贴合,将髌骨面分为内侧和外侧两部分。在膝关节屈伸活动中,髌骨依靠股四头肌,内外侧支持带以及髌周韧带等保持稳定性。髌股关节由髌骨和股骨滑车构成,主要是起传导应力的作用,当膝关节处于伸直位时,髌股关节作用力几乎为零,随着膝关节屈曲角度的增加,应力也会逐渐增加。有研究显示^[5],平地步行时,髌股关节作用力为体重的0.5倍,上下楼梯时

接近体重的3倍,当膝关节处于高度屈曲位时,其作用力最大能达到体重的8倍,因此髌股关节在屈伸活动中的接触面对合良好对减轻膝关节的退变至关重要。

髌骨运动轨迹具有规律性,当髌骨偏离其生理学运动轨迹时,髌骨运动轨迹会出现异常,髌股关节软骨面所承受的应力增加,常以外侧面的应力增高为主^[6],长时间的应力过高会出现应力集中区域软骨面的磨损,最终导致膝骨关节炎的发生。关于髌骨运动轨迹的测量技术及测量参数研究较多,既往研究中,测量技术主要包括X线髌骨轴位片、CT及MRI等,测量参数主要有髌股指数、髌骨倾斜角、髌骨中心外移距离及髌骨旋转角等,刘盛菲等^[7]采用髌骨轴位片的测量技术,选取髌股指数以及髌骨倾斜角作为测量参数,观察到髌骨运动轨迹改变与膝骨关节炎疼痛的症状密切相关。黄晋等^[6]采用CT测量髌骨不稳人群与正常人髌骨运动轨迹的差异,选择髌骨倾斜角、髌骨中心外移距离以及髌骨旋转角作为测量参数,得出髌骨运动轨迹异常是导致髌骨不稳的重要因素。近年来,关节镜下髌骨运动轨迹的测量技术也被用于临床中,Ritwik等^[8]通过关节镜下测量技术,并将髌骨与股骨滑车沟中心对合时的膝关节屈曲角度作为测量参数,结果也表明髌骨运动轨迹异常与复发性髌骨不稳的相关性较大。

2 髌骨运动轨迹异常导致膝骨关节炎的病因机制

膝骨关节炎的病因机制目前尚不明确,既往大量的研究主要聚焦在胫股关节软骨的退变上,认为治疗的主要机制是减少了胫股关节软骨面的磨损,促进了胫股关节软骨细胞的修复^[9-10]。近年来,众多学者也逐渐把病因机制转向了髌骨的异常上,朱蜀云等^[11]研究显示手法通过调整髌股关节力学平衡,降低髌骨软骨面的压力,能够明显缓解膝骨关节炎患者的疼痛,改善关节功能;李琳琳等^[12]采用内推髌骨的方式治疗膝骨关节炎,通过改善髌骨的运动轨迹,改善了患者症状。髌骨运动轨迹异常导致膝骨关节炎的病因机制至今为止亦无明确的定论,主要的观点是认为与影响髌

基金项目:国家自然科学基金项目(81873328);上海市卫生健康委员会加快中医药事业发展三年行动计划项目[ZY(2018-2020)-CCCX-2001-06];浦东新区“国家中医药发展综合改革试验区”建设项目(PDZY-2018-0401)
收稿日期:2020-02-05

作者单位:1.上海中医药大学康复医学院,上海 201203;2.上海中医药大学附属第七人民医院,上海 200137;3.上海市浦兴社区卫生服务中心,上海 200136

作者简介:蒋黎明(1989-),男,在职硕士,主管技师,主要从事颈腰椎及膝骨关节炎疾病的康复研究。

通讯作者:冯伟, fwginger@126.com

骨运动轨迹的因素有关,归纳起来主要是四种病因机制^[13-14]:①髌骨周围静力学结构异常,②髌骨周围动力学结构异常,③股骨滑车发育不良,④膝关节本体感觉下降。

2.1 髌骨周围静力学结构异常 髌骨周围静态稳定结构异常是髌骨运动轨迹异常的重要因素之一^[15]。髌骨的静态稳定性结构是指髌骨周围的内外侧支持带以及软组织,其中内侧结构主要包括内侧髌股韧带、内侧髌胫韧带、内侧髌半月板韧带及内侧支持带;外侧结构主要有外侧髌股韧带、横行支持带和髌胫束。内侧结构的作用是限制髌骨外移,其中内侧髌股韧带是最主要的限制髌骨外移结构,占53%~67%的作用^[16];外侧结构的作用主要是维持髌骨正常的位置,防止髌骨过度旋转,从而预防髌骨向内侧倾斜的发生,内外侧结构正常情况下处于平衡状态,当内外侧结构出现异常时,都会导致髌骨运动轨迹异常。Lind等^[17]研究显示,当内侧髌股韧带损伤时,极易出现髌骨向外侧移位,增加髌股关节外侧的压力,导致膝骨关节炎的发生。此外,研究表明^[18],当髌骨外侧支持带过紧时,髌骨运动轨迹也会出现改变,而通过外侧支持带松解术后,髌骨运行轨迹会有明显改善,这是由于髌骨外侧支持带过紧的情况下,膝关节在屈伸活动中,髌骨向外牵拉的力增加,髌骨出现外移过大,同样导致髌股关节外侧压力增大,最终形成膝骨关节炎,而在关节镜下松解挛缩增厚的外侧支持带后,髌骨内外侧牵拉力趋于平衡,因此,髌骨运动轨迹恢复了正常,膝骨关节炎患者的症状得到了缓解。

2.2 髌骨周围动力学结构异常 髌骨周围的动态稳定性结构异常与髌骨运动轨迹异常关系密切。髌骨的动态稳定性结构是指股四头肌及髌关节周围肌群。股四头肌是髌骨运动的方向盘,主要通过股内侧肌和股外侧肌的共同作用来维持髌骨的稳定,股内侧肌的作用是限制髌骨外移,研究指出当股内侧肌损伤出现功能下降,在膝关节屈曲30°时,髌骨横向稳定性最小,易向外滑移^[19]。Mohr等^[20]研究发现当股四头肌受伤后,股内侧肌的力量下降速度为其他三块肌肉的3倍,这是由于股内侧肌大部分都是慢性肌纤维类型,收缩速度较慢,在膝关节活动过程中,外侧力量大于内侧,使得髌骨向外侧移动。股外侧肌的作用是限制髌骨内移及内倾,当股外侧肌力量下降时,髌骨向内移动和倾斜的趋势明显增大,当股四头肌内外侧肌力不平衡时,都将导致髌骨与股骨髁的作用力增加,导致膝骨关节炎的发生。此外,有研究显示,当髌关节周围肌群肌力不平衡也会导致髌骨运动轨迹的异常^[21]。这是由于当髌关节内外侧肌群力量不平衡时,髌关节会发

生内收内旋或外展外旋,从而增加膝关节的外翻或者内翻,引起髌骨向外或向内过度移动,由于长时间的髌骨不规则运动,导致髌股关节退变加快,引发膝骨关节炎。

2.3 股骨滑车发育不良 股骨滑车发育不良是指滑车沟前部的形态及深度存在解剖学差异^[22],是导致髌骨运动轨迹异常的骨性因素,有研究指出,髌骨在运动过程中受到股骨滑车凹槽位置的影响,正常情况下,髌股外侧关节面较内侧高,使得髌骨不容易发生脱位,但当股骨滑车发育不良时,髌骨的运动轨迹就会改变^[23],在膝关节屈伸活动中,髌股关节面之间无法稳定对合,出现髌骨向外或向内倾斜,使得髌股关节受力不均,引起髌股关节软骨面的磨损,最终形成膝骨关节炎。

2.4 膝关节本体感觉下降 膝关节由于外伤或者长期超负荷运动使得膝关节周围软组织部分感觉神经纤维受损,引起膝关节本体感觉下降,而本体感觉是人体保持正常姿势的重要组成部分,当膝关节本体感觉下降时,髌骨周围的肌肉功能出现障碍,导致髌骨轨迹发生异常,诱发膝骨关节炎。

3 髌骨运动轨迹异常的治疗

在膝骨关节炎的治疗中,既往研究大多围绕两个方面去治疗,包括降低膝关节内压力和减轻膝关节内炎症反应,治疗的重心也大多围绕胫股关节进行研究,关于髌骨运动轨迹异常的治疗研究相对较少,归纳起来主要包括保守治疗和手术治疗。

3.1 物理治疗 对于膝骨关节炎患者髌骨周围软组织的损伤及功能异常都可以通过物理治疗来进行修复。当髌股内侧韧带损伤时,可以通过超短波的治疗,改善损伤组织周围的血液循环,促进韧带的修复^[24];当股四头肌损伤出现力量下降时,肌电生物反馈疗法能够有效的激活损伤的肌肉,恢复肌肉的力量^[25],从而使得髌骨内外侧的力量保持平衡,改善了髌骨的运动轨迹。当髌骨活动受限时,髌股关节松动术能够有效的改善髌骨的活度范围,使得髌骨轨迹趋于正常^[26],减轻膝骨关节炎的症状。物理治疗作为一种常用的康复疗法,在膝骨关节炎疾病的早期就可以介入,因其无痛且无副作用而容易被患者所接受,但由于该疗法疗程较长,起效较慢,常常与其他疗法联合使用。

3.2 康复功能训练 康复功能训练主要包括软组织牵伸训练、等速肌力训练、髌部力量训练等。当膝关节外侧支持带过紧而导致髌骨外移时,外侧软组织牵伸技术能够很好的降低外侧组织的张力^[27],纠正髌骨外移。当膝关节周围肌肉力量下降时,等速肌力训练能

够改善肌肉的力量比,重新协调分配肌肉内及肌肉间的力量,同时强化了膝关节周围的本体感觉^[28],使得髌骨轨迹得到改善。周甜甜等^[29]研究表明,髌关节周围力量训练也能有效的改善髌骨的运动轨迹,原因是通过训练,平衡了髌关节内外侧的肌肉力量,纠正了髌关节的内外翻,从而改善了膝关节的内外翻,因而改善了膝骨关节炎患者的功能状态。康复功能训练是膝骨关节炎患者治疗中较为重要的一种治疗方式,通过训练能够加强关节的稳定性,减轻关节的退变,且该疗法不受时间和场地的限制,患者在家中或工作场所就能完成。

3.3 肌内效贴治疗 肌内效贴治疗髌骨运动轨迹异常主要体现在两个方面,一方面是肌内效贴通过贴扎的方向直接作用于髌骨上,纠正了髌骨的移位;另一方面是肌内效贴能对皮肤上的各类感受器进行感觉输入,增加了膝关节周围的本体感觉^[30],从而增强了膝关节的运动控制能力,恢复了髌骨的运动轨迹。肌内效贴治疗能够即时有效地改善膝骨关节炎患者的症状和功能,因而在临床中广泛使用,但也有少部分患者出现张贴处皮肤过敏现象,且贴布受潮后容易脱落。

3.4 支具治疗 有研究显示^[31]应用可调节支具可以有效的纠正膝关节内外侧室的压力,同时可以改善髌骨的运动轨迹,从而改善患者的症状。张旻等^[32]研究也指出矫形辅具能改善膝骨关节炎患者的关节力学环境,取得较好的临床疗效。但由于支具价格相对比较昂贵,且患者穿脱较为繁琐,因而未能在临床中广泛使用。

3.5 中医治疗 推拿具有疏经通络,活血化瘀的作用,当膝关节周围组织出现炎性增厚或者张力过高时,推拿能够有效的减轻炎症并降低组织的张力,恢复髌骨的异常轨迹。针刀疗法也是临床中常用的一种中医技术,它能够对膝关节周围的肌腱、韧带等组织进行松解,减轻损伤后形成的疤痕粘连,通过恢复软组织的力学平衡来改善髌骨的运动轨迹^[33]。中医治疗是祖国文化的瑰宝,具有深厚的底蕴,并且在慢性病治疗方面,具有较大的优势,因而也常用于膝骨关节炎患者的治疗中,但由于中医治疗与操作者的经验及水平关系较大,不同的操作者疗效也不尽相同,因此也具有一定的局限性。

3.6 手术治疗 目前临床上针对膝骨关节炎患者髌骨运动轨迹异常的手术治疗主要有关节镜手术、关节置换手术以及股骨滑车成形术三种。关节镜手术主要是通过内侧髌股韧带重建术或外侧支持带松解术的方法来恢复髌骨的正常运动轨迹^[34];对于严重的膝骨关节炎合并有关节融合甚至畸形表现的患者,髌股关节

置换术或全膝关节置换术可以有效的纠正髌骨运动轨迹异常^[35];针对较为严重的股骨滑车发育不良引起的髌骨运动轨迹异常而导致的膝骨关节炎患者,股骨滑车成形术能够改变股骨滑车沟的几何形态,使得髌股关节在活动过程中保持稳定,从而使得髌骨运动轨迹趋于正常^[36]。手术治疗是临床治疗中的重要环节,当患者的症状及功能障碍较重,形态学结构破坏较为明显时,手术治疗能够帮助患者更好地逆转病情,但由于手术治疗是有创疗法,存在一定的感染风险,且手术费用较高,因此,常在保守治疗效果不佳的情况下才考虑进行。

4 小结

膝骨关节炎已经严重影响了患者及家人的生活和工作,是现阶段必须要攻克的难题,其主要的病因就是由于髌骨运动轨迹异常导致关节退变加快,针对髌骨运动轨迹异常的病因机制及治疗方法目前尚未统一,总的来说,都是围绕膝关节髌骨周围的局部组织进行分析和处理,很少有从下肢整体力线的角度去考虑,因此,虽然经过局部治疗,患者的症状得到改善,但其长期疗效少有报道,且患者容易复发。在未来的研究中,或许可以从下肢整体力线调衡的角度去思考改善髌骨的运动轨迹,将会是一个值得深入的课题。

【参考文献】

- [1] Beckert MW, Albright JC, Zavala J, et al. Clinical Accuracy of J-Sign Measurement Compared to Magnetic Resonance Imaging[J]. The Iowa orthopaedic journal, 2016, 36: 94-97.
- [2] 隋金颠,葛帮荣,杨文锋,等. 膝关节参数在膝前疼痛中的意义[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(9): 1633-1640.
- [3] 薛喆,宋关阳,刘心,等. 髌骨运动轨迹测量方法及结果的相关研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2017, 36(12): 1112-1116, 1121.
- [4] 江丽兵. 膝关节镜治疗重度髌股关节炎疗效分析[D]. 南昌大学, 2017.
- [5] Salsich GB, Ward SR, Terk MR, et al. In vivo assessment of patellofemoral joint contact area in individuals who are pain free[J]. Clinical orthopaedics and related research, 2003, 417(417): 277-284.
- [6] 黄晋,谢兴文. 髌骨不稳人群与正常人群髌骨运动轨迹的对比研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(2): 72-75.
- [7] 刘盛菲,江艳君,岑卓灏,等. 膝骨关节炎疼痛与髌骨关节紊乱影像学量化指标的关系[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(35): 5655-5660.
- [8] Kejrival R, Annear P. Arthroscopic assessment of patella tracking correlates with recurrent patellar instability [J]. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA, 2020, 28(3): 876-880.
- [9] 胡炳麟,龚利,李建华,等. 一指禅推法治疗膝骨性关节炎的临床研究[J]. 中医药导报, 2017, 23(2): 72-75.

- [10] 吴善强,冯莉莎.玻璃酸钠治疗中度膝关节骨性关节炎的远期效果观察[J].实用医药杂志,2017,34(9):787-788,792.
- [11] 朱蜀云,房硕,赵岳,等.两种方法治疗早中期膝骨性关节炎疗效对比观察[J].人民军医,2016,59(6):574-576.
- [12] 李琳琳,黎丹东,张旭辉,等.髌骨内推治疗膝骨关节炎疗效观察[J].河北中医,2017,39(4):516-520.
- [13] Esfandiarpour F, Lebrun CM, Dhillon S, et al. In-vivo patellar tracking in individuals with patellofemoral pain and healthy individuals[J]. Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society, 2018, 36(8): 2193-2201.
- [14] 胡永超,郭永智.关节镜下髌骨外侧支持带松解内侧髌股韧带紧缩缝合术治疗髌股关节炎[J].中国矫形外科杂志,2018,26(9):810-814.
- [15] Senavongse W, Amis AA. The effects of articular, retinacular, or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability: a biomechanical study in vitro[J]. The Journal of bone and joint surgery British volume, 2005, 87(4): 577-582.
- [16] Ji G, Wang S, Wang X, et al. Surgical versus Nonsurgical Treatments of Acute Primary Patellar Dislocation with Special Emphasis on the MPFL Injury Patterns [J]. The journal of knee surgery, 2017, 30(4): 378-384.
- [17] Lind M, Enderlein D, Nielsen T, et al. Clinical outcome after reconstruction of the medial patellofemoral ligament in paediatric patients with recurrent patella instability [J]. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA, 2016, 24(3): 666-671.
- [18] 申云龙,赵爱民,李建兵,等.外侧支持带松解术后髌骨轨迹的分析[J].中国矫形外科杂志,2016,24(13):1223-1227.
- [19] Stephen J, Alva A, Lumpapong P, et al. A cadaveric model to evaluate the effect of unloading the medial quadriceps on patellar tracking and patellofemoral joint pressure and stability [J]. Journal of experimental orthopaedics, 2018, 5(1): 34-34.
- [20] Mohr KJ, Kvitne RS, Pink MM, et al. Electromyography of the quadriceps in patellofemoral pain with patellar subluxation[J]. Clinical orthopaedics and related research, 2003, 415(415): 261-271.
- [21] Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ, et al. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain[J]. Medicine and science in sports and exercise, 2007, 39(8): 1227-1232.
- [22] 刘纯. MRI 在股骨滑车发育不良诊断的临床应用价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(11): 129-131.
- [23] 张志军,张辉,宋关阳,等.复发性髌骨脱位高度髌骨轨迹不良的发生率及危险因素分析[J].中国运动医学杂志,2018,37(11):905-909.
- [24] 裴璠,沈姗姗,刘保红.超短波治疗膝骨性关节炎作用机制研究进展[J].中国慢性病预防与控制,2018,26(7):542-545.
- [25] 梁杰,卢惠苹,张高飞,等.肌电生物反馈疗法对膝骨性关节炎患者膝关节运动和平衡能力的影响[J].江苏医药,2019,45(9):899-904.
- [26] 蒋黎明,黄尚军,于小明,等.体外冲击波结合关节松动术治疗膝骨关节炎的疗效观察[J].中国骨与关节损伤杂志,2017,32(12):1299-1301.
- [27] 郭保逢,秦泗河,黄野.膝骨关节炎的保膝治疗进展[J].中国修复重建外科杂志,2018,32(10):1292-1296.
- [28] 吴祖贵,许学猛,刘文刚,等.等速肌力训练对膝骨关节炎患者膝关节本体感觉的改善作用观察[J].山东医药,2019,59(8):76-79.
- [29] 周甜甜,安丙辰,郑洁皎.髌关节肌康复训练治疗膝骨关节炎机制的研究进展[J].中国康复理论与实践,2019,25(12):1414-1417.
- [30] 李兆宝,黄明勇,罗君.肌内效贴结合玻璃酸钠注射治疗膝骨关节炎的疗效研究[J].中国康复,2019,34(8):423-425.
- [31] 王金杰,俞倩丽,庄汝杰.新型支具对膝关节内侧间室应力的影响[J].中医正骨,2017,29(12):19-22.
- [32] 张旻,庞坚,陈博,等.矫形辅具治疗膝骨关节炎的研究进展[J].中国康复,2017,32(6):526-528.
- [33] 曹振武,黄永明,田振江,等.针刀联合局部封闭治疗膝骨关节炎临床疗效观察[J].中国中医骨伤科杂志,2018,26(8):18-20,25.
- [34] 黎文兵.髌股关节炎的综合治疗新进展[J].海南医学,2018,29(24):3522-3525.
- [35] Ajnin S, Buchanan D, Arbutnot J, et al. Patellofemoral joint replacement-Mean five year follow-up[J]. The Knee, 2018, 25(6): 1272-1277.
- [36] Von knoch F, Bohm T, Burgi ML, et al. Trochleaplasty for recurrent patellar dislocation in association with trochlear dysplasia. A 4- to 14-year follow-up study [J]. The Journal of bone and joint surgery British volume, 2006, 88(10): 1331-1335.

作者·读者·编者

《中国康复》杂志 2019 年转为月刊

2018 年 12 月,《中国康复》编辑部收到正式批文,从 2019 年起,《中国康复》杂志变更刊期为月刊,中国标准刊号 ISSN 1001-2001, CN 42-1251/R。大 16 开,56 内页,每月 25 日出版,每册定价 10.00 元,全年 120.00 元整。

订阅方式:直接向《中国康复》编辑部订购,电话:(027)69378389;E-mail:zgkf1986@163.com