

下肢去旋转截骨术治疗髌股关节紊乱研究进展

乔义 张修远 赵松 赵金忠

摘要 下肢异常旋转是髌股关节紊乱发生的重要危险因素。单纯去旋转截骨术或与其他手术联合是针对由股骨和/或胫骨旋转畸形导致的髌股关节紊乱最主要的治疗方法。其中,股骨截骨平面多数位于股骨远端的股骨髁上,治疗效果较满意;胫骨截骨平面通常位于胫骨近端,治疗后可有效稳定髌骨并缓解膝前疼痛。由于截骨范围较大,此类手术的术后并发症发生概率较高,术者在实施手术时应谨慎细致。该文就下肢旋转畸形在髌股关节紊乱中的作用,以及下肢去旋转截骨术治疗髌股关节紊乱的研究进展作一综述。

关键词 去旋转截骨;髌股关节紊乱;髌骨不稳定

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2021.05.001

髌股关节紊乱是涵盖多种疾病与症状的临床综合征,约占膝关节损伤的25%,主要包括髌股关节疼痛、髌骨不稳定、软骨病变和关节炎^[1]。髌股关节是伸膝装置的重要组成部分,髌股关节紊乱将使关节运动轨迹变化,关节面压力分布改变,从而导致一系列的骨关节疾患。越来越多的证据表明,下肢旋转畸形与髌股关节紊乱密切相关。针对异常的股骨旋转和胫骨旋转,去旋转截骨术是目前主要治疗方法,但对于具体的手术选择与治疗建议尚缺乏公认标准和规范。

1 髌股关节紊乱的结构性致病因素

大多数髌股关节紊乱是异常解剖导致的结果,在异常解剖影响下,髌股关节容易出现生物力学异常,如髌骨轨迹偏移等。引起髌股关节紊乱的结构性致病因素主要分为两类:一类是骨性结构异常,包括髌骨与股骨滑车的形态异常,股骨与胫骨的异常排列或旋转;另一类是软组织结构异常,包括股四头肌、髌腱、髌骨内侧软组织及外侧支持带的异常,其中内侧软组织主要指股内侧肌、内侧髌股韧带、内侧髌胫韧带和内侧支持带^[2-3]。

髌股关节的运动需要骨性结构与软组织相互作用,骨性结构异常可导致髌股关节排列紊乱,进而导致髌骨轨迹异常;动态和静态的软组织结构异常也会影响髌骨作为杠杆在伸膝装置中的作用及其生物力学效应^[2]。

2 下肢旋转畸形在髌股关节紊乱中的影响

近年,作为异常骨性结构中的重要部分,下肢旋转畸形在髌股关节疼痛和髌骨不稳定中的影响被逐渐认识^[4-7],其中股骨和胫骨的旋转排列是决定膝关节屈伸轴方向及髌股关节轨迹的关键因素之一。

股骨内旋增加可导致内旋步态,人体为了维持正常的足前行角,胫骨外旋往往增加,从而使腿部向外旋转。股骨内旋增加伴胫骨外旋增加被称为“严重错位症候群”^[8],它包括斜视髌骨、膝内翻、膝过伸、高位髌骨和足过度旋前,这种旋转畸形与Hughston^[9]提出的伸膝机制排列紊乱形成对比。在有下肢旋转畸形时,以下两个问题变得尤为重要。第一,随着股骨内旋增加,施加于髌股关节侧面的力将逐渐增大,由此产生的膝前疼痛通过近端或远端复位手术并不能缓解^[10-11]。第二,旋转畸形可导致Q角增加,进而使施加于髌骨的侧向力增加^[12-13]。当患者因Q角增加而出现髌骨疼痛或髌骨不稳症状时,学者们通常推荐胫骨结节内侧移位截骨术作为手术方法。然而,这种截骨手术可增加胫骨外旋,在有旋转畸形时,将加重髌骨不稳患者的症状。针对“严重错位症候群”,目前主要治疗方法是去旋转截骨术^[3, 14]。因此,在诊断和治疗髌股关节紊乱时,认识和量化下肢旋转极其重要。

3 下肢去旋转截骨术治疗髌股关节紊乱

3.1 股骨去旋转截骨术

3.1.1 手术适应证和截骨部位

多数学者认为,存在因股骨扭转角度超过30°而导致的髌骨不稳、膝前痛等症状的患者,无论是否

作者单位:200023, 上海交通大学附属第六人民医院运动医学科

通信作者:赵金忠 E-mail: jzzhao@sjtu.edu.cn

合并下肢力线异常均可通过股骨去旋转截骨术矫正相应的力线与扭转角度^[4-5,14-16]。也有一些学者认为,股骨扭转角度超过 25°并具有相应症状便可考虑行股骨去旋转截骨术^[17]。

对于髌股关节紊乱的患者,常见截骨部位是股骨远端,多为股骨髁上,近年文献报道此类手术的临床效果均较为满意^[16-19]。而股骨近端与股骨干截骨则常应用于髌关节发育不良、脑瘫等患者^[20-21],应用于髌股关节紊乱治疗的文献报道较少。Stevens 等^[8]曾对 9 例髌股关节紊乱患者实施股骨干截骨手术,以髓内棒进行固定。手术后 1 例患者发生股骨不连,予更换股骨髓内钉后治疗获得成功。不过,由于该研究中分析结果时未区分胫骨去旋转截骨病例与股骨干截骨病例,故无法得知股骨干截骨的确切疗效。

3.1.2 治疗效果

针对因股骨扭转角度异常而导致髌骨不稳、膝前痛等症状的患者,多数学者认为,应行股骨远端髁上去旋转截骨(DDFO)联合内侧髌股韧带重建(MPFLR),并依据胫骨结节-股骨滑车沟距离(TT-TG)、下肢力线排列情况考虑是否需同时行胫骨结节移位术以及矫正内外翻畸形^[16-19,22]。

对于髌骨不稳合并股骨旋转畸形的患者,单纯胫骨结节移位术联合 MPFLR 并不能显著改善患者的临床症状。Franciozi 等^[23]发现,这类患者因股骨内旋增加对手术效果可产生负面影响。对于这些患者,采用 DDFO 将明显改善术后疗效。有学者对股骨旋转畸形合并髌骨不稳的患者进行回顾性研究发现,以 DDFO 联合 MPFLR 进行手术,术后的主观和客观疗效均明显优于采用单纯 MPFLR 手术;当患者术前存在高等级“J”形征时,其术后疗效差异更显著^[16,22]。另一些学者也报道,DDFO 联合 MPFLR 的术后效果良好,患者满意度高,均未发生髌骨再脱位^[17,23]。

此外多数研究发现,DDFO 术后并发症较少,无截骨后骨不连、延迟愈合等情况;少数矫正角度未达预期以及术后出现粘连的患者,经二次手术或物理疗法均得到有效治疗^[16-19,22]。

3.1.3 相关生物力学研究

一些学者从生物力学角度对 DDFO 与髌骨不稳的关系进行研究。Kaiser 等^[24]在股骨去旋转至不同角度时利用 CT 图像进行评估。结果显示,股骨扭转与髌股关节轴位对合指数(AEI)、髌骨倾斜

度、TT-TG 之间有明显相关性。随着股骨内旋扭转增加,AEI 明显下降,髌骨倾斜度和 TT-TG 则逐渐增加。对于这些变化,术者应在手术前加以考虑。Liska 等^[25]则研究了 DDFO 对髌骨内外侧压力分布的影响。他们通过模拟去旋转截骨发现,DDFO 将导致髌骨后侧压力重新分布。其中,内侧髌骨面压力峰值会增加,这可能影响软骨修复。不过,随着髌骨外侧负荷减少,对预防髌股关节炎具有一定潜力。

综上所述,对于因股骨扭转角度异常而导致相应临床症状的患者,单纯行 MPFLR 并不能解决股骨的异常扭转,而 DDFO 具有较好临床疗效,术后再脱位发生概率低。不过,目前相关的系统性研究较少,有关股骨去旋转截骨对膝关节生物力学的影响、截骨平面选择、截骨平面对临床疗效的影响等问题均需开展进一步研究。

3.2 胫骨去旋转截骨术

3.2.1 手术适应证和截骨部位

多数学者认为,存在因胫骨扭转角度超过 30°而导致髌骨不稳、膝前痛等症状的患者,无论是否合并下肢力线异常,均可通过胫骨去旋转截骨术矫正相应的力线与扭转角度^[26-28]。一些学者对胫骨外旋角度的临界值设定提出不同意见,如应设定为 45°或 40°^[29-30]。

对于髌股关节紊乱,文献报道的截骨部位多为胫骨近端,患者术后效果较满意。胫骨远端去旋转截骨常用于治疗骨骼发育未成熟的特发性胫骨扭转畸形与足部畸形患者,如马蹄内翻足等,而应用于髌股关节紊乱治疗的文献报道较少。Stevens 等^[8]对 22 例患者实施胫骨远端截骨,其中骨骼成熟患者截骨部位均在骨干部,骨骼未成熟患者截骨部位则位于踝关节近侧,均保留了腓骨完整性。由于该研究中将股骨去旋转截骨与胫骨远端去旋转截骨病例统一分析,故无法得知胫骨干及远端截骨后的确切临床效果。

3.2.2 治疗效果

目前,多数临床研究倾向于在胫骨结节上方实施近端去旋转截骨,其主要优势在于可同时矫正 TT-TG 与髌骨高度。无论是否进行胫骨结节移位均可矫正 TT-TG。Jud 等^[31]根据电脑模拟发现,胫骨矫正量每增加 1°,TT-TG 将减少 0.68 mm。此外,胫骨结节上端截骨可减少施加于髌骨的外翻力,同时髌股关节伸膝装置可通过胫骨近端较大的表面

积对截骨面施加压力,增加手术部位的稳定性并促进愈合^[32]。

对于因胫骨旋转畸形导致髌骨不稳的患者,Cameron等^[33]认为单纯胫骨结节移位术并不能改善患者症状。对此类患者,胫骨结节近端去旋转截骨可以获得明显临床疗效。Paulos等^[34]对12例髌骨不稳患者进行胫骨结节近端去旋转截骨术,并将其与13例接受胫骨结节移位术的患者进行比较。他们发现,接受去旋转截骨术患者的所有临床功能评分均较术前明显改善,并优于接受胫骨结节移位术的患者。一些学者报道,接受胫骨结节近端去旋转截骨术患者手术后临床评分明显提升,对手术效果较满意^[29,35]。

值得注意的是,胫骨近端去旋转截骨术术后并发症发生概率略高于股骨去旋转截骨术。Manilov等^[28]对54例髌股关节紊乱患者(60膝)实施胫骨近端去旋转截骨术,共观察到5例并发症发生:1例患者手术中发生胫骨近端骨折,术中使用较长钢板进行开放复位和内固定治疗;1例患者出现腓肠神经短暂麻痹(术后30 d自动恢复);1例患者出现胫长伸肌永久性麻痹;2例患者因出现术后僵硬于关节镜下行粘连松解术。共11例患者于术后1年因局部刺激而需要拆除内固定。Drexler等^[29]对12例髌骨不稳患者(15膝)实施胫骨近端去旋转截骨术,共观察到2例术后胫骨截骨部位不愈合,其中1例需要植骨,另1例需要接受全膝关节置换术。

总之,对于因胫骨扭转角度异常而导致相应临床症状的患者,胫骨近端去旋转截骨术可有效稳定髌骨并缓解膝前疼痛,治疗效果好于传统的近端-远端重新排列手术,术后再脱位概率低。但由于该手术截骨范围较大,并发症不容忽视。同时,由于目前相关研究与文献报道较少,对于最佳胫骨去旋转截骨平面尚无确切证据。胫骨去旋转截骨对膝关节生物力学方面的影响、截骨平面选择以及截骨术后的长期疗效等将是未来研究的重点。

3.3 股骨合并胫骨去旋转截骨术

3.3.1 手术适应证和截骨部位

目前多数学者认为,患者因胫骨和股骨扭转角度超过临界值而导致髌骨不稳、膝前痛等症状,合并或不合并下肢力线异常,均可行股骨合并胫骨去旋转截骨术矫正相应的力线与扭转角度^[8, 35-36]。不少学者对股骨和胫骨扭转的临界值设定提出建议,但目前尚无统一标准。

对于双平面截骨部位目前尚无明确推荐意见,采用不同的股骨远、近端合并胫骨远、近端去旋转截骨均有少量文献报道。近年研究主要采用股骨远端合并胫骨近端去旋转截骨的方式^[31, 37]。

3.3.2 治疗效果

对于因下肢旋转畸形导致的髌骨不稳或膝前疼痛的患者,有学者认为软组织和/或胫骨结节移位术并不能完全改善其临床症状,部分患者的症状将持续存在^[8]。此外,单平面去旋转截骨也并不能改善因股骨合并胫骨旋转畸形导致的髌股关节症状。Naqvi等^[38]发现,2例患者接受股骨去旋转截骨术后出现较术前更严重的疼痛,在接受后续胫骨去旋转截骨术纠正胫骨旋转畸形后才得以解决。

针对股骨合并胫骨的旋转畸形,现有研究结果支持采用双平面去旋转截骨,以更有效地改善患者临床症状。Stevens等^[8]对8例接受软组织或胫骨结节移位术后仍有膝关节疼痛和/或髌骨不稳症状的患者进行回顾性分析,这些患者接受双平面截骨后疼痛得到明显改善。此外,Bruce等^[36]研究了14例因严重错位症候群导致膝前痛而接受双平面去旋转截骨的患者,于术后5.2年,所有患者均对手术和治疗结果完全满意,无髌骨不稳和膝前痛症状。Leonardi等^[37]也报道,3例严重错位症候群患者术后临床症状明显改善。

由于双平面截骨范围更广,并发症发生概率较单纯股骨或胫骨去旋转截骨更高。Stevens等^[8]对8例髌股关节紊乱患者实施双平面去旋转截骨术,共观察到2例并发症:1例股骨不连,1例并发腓神经刺激症状。Bruce等^[36]对14例髌股关节紊乱患者(27膝)实施双平面去旋转截骨术,共观察到3例并发症:1例胫骨内固定滑脱,1例股骨干骨折,1例腓骨不连。

双平面去旋转截骨治疗髌股关节紊乱的文献报道仍较少。由于截骨范围大,并发症发生概率高,术者在选择该方法时应非常谨慎。

4 结语

作为异常骨性结构的一部分,下肢旋转畸形在髌股关节紊乱中的作用至关重要。股骨和胫骨的旋转排列是决定膝关节屈伸轴方向和髌股关节轨迹的关键因素之一。存在旋转畸形时,单纯软组织手术不能根治潜在的旋转畸形,患者临床症状不会显著改善,甚至可能加剧。因此,在诊断和治疗髌股关节紊乱时,认识和量化下肢旋转极其重要。

针对异常的股骨旋转和胫骨旋转,去旋转截骨术是主要治疗方法,患者术后临床效果也较满意。但由于截骨范围大,并发症发生概率高,具体手术方式仍有待改善。此外,对于截骨平面选择,去旋转截骨术后对髌股关节生物力学的影响,术后长期临床效果,目前尚缺乏足够认知,这些问题将是今后研究的重点。

参 考 文 献

- [1] Lankhorst NE, Bierma-Zeinstr SM, van middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review[J]. Br J Sports Med, 2013, 47(4): 193-206.
- [2] Grelsamer RP, Proctor CS, Bazos AN. Evaluation of patellar shape in the sagittal plane. A clinical analysis[J]. Am J Sports Med, 1994, 22(1): 61-66.
- [3] Amis AA, Firer P, Mountney J, et al. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament [J]. Knee, 2003, 10(3): 215-220.
- [4] Dickschas J, Harrer J, Reuter B, et al. Torsional osteotomies of the femur[J]. J Orthop Res, 2015, 33(3): 318-324.
- [5] Frings J, Krause M, Akoto R, et al. Clinical results after combined distal femoral osteotomy in patients with patellar maltracking and recurrent dislocations [J]. J Knee Surg, 2019, 32(9): 924-933.
- [6] Passmore E, Graham HK, Pandey MG, et al. Hip- and patellofemoral-joint loading during gait are increased in children with idiopathic torsional deformities [J]. Gait Posture, 2018, 63: 228-235.
- [7] Cibulka MT, Threlkeld-Watkins J. Patellofemoral pain and asymmetrical hip rotation[J]. Phys Ther, 2005, 85(11): 1201-1207.
- [8] Stevens PM, Gililland JM, Anderson LA, et al. Success of torsional correction surgery after failed surgeries for patellofemoral pain and instability [J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2014, 9(1): 5-12.
- [9] Hughston JC. Subluxation of the patella[J]. J Bone Joint Surg Am, 1968, 50(5): 1003-1026.
- [10] Sanchis-Alfonso V, Dye SF. How to deal with anterior knee pain in the active young patient[J]. Sports Health, 2017, 9(4): 346-351.
- [11] Lee TQ, Morris G, Csintalan RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure [J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2003, 33(11): 686-693.
- [12] Imhoff FB, Cotic M, Dyrna F, et al. Dynamic Q-angle is increased in patients with chronic patellofemoral instability and correlates positively with femoral torsion[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2021, 29(4): 1224-1231.
- [13] Nguyen AD, Boling MC, Levine B, et al. Relationships between lower extremity alignment and the quadriceps angle [J]. Clin J Sport Med, 2009, 19(3): 201-206.
- [14] Weber AE, Nathani A, Dines JS, et al. An algorithmic approach to the management of recurrent lateral patellar dislocation[J]. J Bone Joint Surg Am, 2016, 98(5): 417-427.
- [15] Nelitz M. Femoral derotational osteotomies [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2018, 11(2): 272-279.
- [16] Zhang ZJ, Zhang H, Song GY, et al. A high-grade J sign is more likely to yield higher postoperative patellar laxity and residual maltracking in patients with recurrent patellar dislocation treated with derotational distal femoral osteotomy [J]. Am J Sports Med, 2020, 48(1): 117-127.
- [17] Nelitz M, Dreyhaupt J, Williams SR, et al. Combined supracondylar femoral derotation osteotomy and patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation and severe femoral anteversion syndrome: surgical technique and clinical outcome [J]. Int Orthop, 2015, 39(12): 2355-2362.
- [18] Imhoff FB, Cotic M, Liska F, et al. Derotational osteotomy at the distal femur is effective to treat patients with patellar instability[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(2): 652-658.
- [19] 李远, 刘俊才, 雷蕾, 等. 股骨远端去旋转截骨联合内侧腓骨韧带重建术治疗复发性髌骨脱位的早期疗效[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(3): 343-348.
- [20] Niklasch M, Boyer E, Novacheck T, et al. Proximal versus distal femoral derotation osteotomy in bilateral cerebral palsy [J]. Dev Med Child Neurol, 2018, 60(10): 1033-1037.
- [21] MacWilliams BA, Mcmulkin ML, Davis RB, et al. Biomechanical changes associated with femoral derotational osteotomy[J]. Gait Posture, 2016, 49: 202-206.
- [22] Zhang Z, Song G, Li Y, et al. Medial patellofemoral ligament reconstruction with or without derotational distal femoral osteotomy in treating recurrent patellar dislocation with increased femoral anteversion: a retrospective comparative study[J]. Am J Sports Med, 2021, 49(1): 200-206.
- [23] Franciozi CE, Ambra LF, Albertoni LJ, et al. Increased femoral anteversion influence over surgically treated recurrent patellar instability patients[J]. Arthroscopy, 2017, 33(3): 633-640.
- [24] Kaiser P, Korschake M, Loth F, et al. Derotational femoral osteotomy changes patella tilt, patella engagement and tibial tuberosity trochlear groove distance [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(3): 926-933.
- [25] Liska F, von Deimling C, Otto A, et al. Distal femoral torsional osteotomy increases the contact pressure of the medial patellofemoral joint in biomechanical analysis [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(7): 2328-2333.

- [26] Ateschrang A, Freude T, Grünwald L, et al. Patella dislocation; an algorithm for diagnostic and treatment considering the rotation [J]. Z Orthop Unfall, 2014, 152 (1): 59-67.
- [27] Snow M. Tibial torsion and patellofemoral pain and instability in the adult population; current concept review [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2021, 14(1): 67-75.
- [28] Manilov R, Chahla J, Maldonado S, et al. High tibial derotation osteotomy for distal extensor mechanism alignment in patients with squinting patella due to increased external tibial torsion[J]. Knee, 2020, 27(6): 1931-1941.
- [29] Drexler M, Dwyer T, Dolkart O, et al. Tibial rotational osteotomy and distal tuberosity transfer for patella subluxation secondary to excessive external tibial torsion; surgical technique and clinical outcome[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014, 22(11): 2682-2689.
- [30] Biedert RM. Osteotomies[J]. Orthopade, 2008, 37 (9): 872.
- [31] Jud L, Singh S, Tondelli T, et al. Combined correction of tibial torsion and tibial tuberosity-trochlear groove distance by supratuberositary torsional osteotomy of the tibia[J]. Am J Sports Med, 2020, 48(9): 2260-2267.
- [32] Kregel 3rd WF, Staheli LT. Tibial rotational osteotomy for idiopathic torsion; a comparison of the proximal and distal osteotomy levels[J]. Clin Orthop Relat Res, 1992, 283: 285-289.
- [33] Cameron JC, Saha S. External tibial torsion: an underrecognized cause of recurrent patellar dislocation[J]. Clin Orthop Relat Res, 1996, 328: 177-184.
- [34] Paulos L, Swanson SC, Stoddard GJ, et al. Surgical correction of limb malalignment for instability of the patella: a comparison of 2 techniques[J]. Am J Sports Med, 2009, 37 (7): 1288-1300.
- [35] Teitge RA. Patellofemoral syndrome a paradigm for current surgical strategies[J]. Orthop Clin North Am, 2008, 39(3): 287-311.
- [36] Bruce WD, Stevens PM. Surgical correction of miserable malalignment syndrome[J]. J Pediatr Orthop, 2004, 24(4): 392-396.
- [37] Leonardi F, Rivera F, Zorzan A, et al. Bilateral double osteotomy in severe torsional malalignment syndrome: 16 years follow-up[J]. J Orthop Traumatol, 2014, 15(2): 131-136.
- [38] Naqvi G, Stohr K, Rehm A. Proximal femoral derotation osteotomy for idiopathic excessive femoral anteversion and intoeing gait[J]. SICOT J, 2017, 3: 49.

(收稿日期:2021-06-03)

(本文编辑:杨晓娟)