

膝骨关节炎合并关节外畸形的手术治疗研究进展

叶飞¹ 刘旺鑫¹ 潘志铖¹ 曾纪诚¹ 沈景² 季卫锋²

[关键词] 关节外畸形;膝骨关节炎;全膝关节置换;截骨矫形;导航

[中图分类号] R684.3 [文献标志码] A [文章编号] 1005-0205(2022)02-0085-04

关节外畸形(Extra-Articular Deformity, EAD)由骨折后畸形愈合、医源性(胫骨高位截骨术或股骨远端截骨术矫正过失等)、先天疾病(如佝偻病等)导致^[1],存在的畸形使下肢力线异常,膝关节内外侧应力分布失衡,从而影响膝骨关节炎发生与发展,且在加重膝骨性关节炎的发展同时可能会加重原膝关节外畸形程度,因此,如何从根源上解决是手术过程中的重点和难点,而常规全膝关节置换往往并不能完美解决。临床上针对此类问题提出多种手术治疗方案,本文就膝骨性关节炎合并关节外畸形的手术方案及相关方面进行总结,以期临床手术方式选择提供参考。

1 同期或分期全膝关节置换与关节外畸形矫正

膝骨关节炎合并关节外畸形的手术方式主要有分期关节外畸形截骨矫形与全膝关节置换,同期关节外截骨矫形与全膝关节置换,关节内代偿性截骨的全膝关节置换,及各类导航辅助系统辅助下的全膝关节置换^[2]。

尽管有多种膝骨关节炎合并关节外畸形的手术方式,但目前膝骨性关节炎合并关节外畸形病例中手术治疗的方案尚无定论,具体为关节外截骨矫正与全膝关节置换是同期进行还是分期进行;若是分期进行,其中关节外截骨矫正与全膝关节置换先后顺序是否会影响术后效果,以及随着基于计算机的智能设备在骨科领域应用,势必使得骨科手术方案多元化等,均需进行归纳分析。

1.1 同期手术治疗方案

目前临床研究中主张同期行关节外截骨与全膝关节置换治疗膝骨关节炎合并关节外畸形的病例研究较多,但各家研究显示术后患肢功能恢复情况不尽一致。一部分研究^[3-7]显示同期手术方式治疗膝骨关节炎合并关节外畸形的病例中患者满意度高、并发症少,如

Demir 等^[5]在其研究中应用同期的手术方式治疗 10 例重度膝骨关节炎合并股骨侧关节外畸形的患者,平均 44 个月的术后临床随访显示患肢截骨处坚固愈合、患肢机械轴线基本纠正、膝关节功能良好,且与关节内代偿性截骨的全膝关节置换相比,可避免因代偿性矫正关节外畸形而不得不对膝关节平面切除大量骨质,却可获得一致的近乎正常下肢机械轴线。另外与分期方式相比,同期的方式减少多次手术产生的诸如麻醉风险、术后康复时长等缺点。Catonné 等^[4]采用前瞻性的方式研究 6 例膝骨关节炎合并有股骨侧关节外畸形(平均畸形大于 10°,均为单平面畸形)患者,主张采用同期的手术方式治疗,经过长期随访(平均随访时间 10 年)显示术后膝关节功能评分、活动度较术前显著改善,患者反馈报告满意度高、术后并发症少。但 Veltman 等^[6]通过对 21 例膝骨关节炎合并重度关节外畸形的患者同期行全膝关节置换和关节外畸形矫正的临床研究发现,相比于非关节外畸形的初次全膝关节置换,二者术后膝关节功能恢复大体一致,但本研究同时指出 4 例术后出现膝关节内感染、截骨部位骨不愈合等并发症,建议慎重选择同期治疗方式,如需采用应充分考虑到术后并发症并在术前制定一定措施避免,至于具体感染成因并未详述。

1.2 分期手术治疗方案

分期手术方式优势在于给予截骨部位充分愈合的时间,减少因同期手术方式总时间相对过长致患者免疫力下降,进而术后可能出现的其他内科并发症较多,影响患者的生活质量恢复;而且对年龄较小(<55 岁)、膝骨关节炎的 Kellgren-Lawrence 评分在 2~3 级的关节外畸形病例,分期手术可一定程度上延缓全膝关节置换时间。Sculco 等^[2]认为分期的手术方式可增加手术的灵活性,有足够的手术调整空间,且无需处理同期行关节外截骨与全膝关节置换术存在如骨水泥渗入截骨处带来的风险,并且畸形矫正后则可一定程度缓解膝关节疼痛及活动受限等症状。

基金项目:国家自然科学基金项目(81974576)

¹ 浙江中医药大学第一临床医学院(杭州,310053)

² 浙江中医药大学附属第一医院骨伤科

其次在分期手术中,常规采用先行关节外截骨矫正,而后行全膝关节置换,特别在一些复杂关节外畸形的病例可明显减低全膝关节置换的手术风险,Tawari等^[8]通过介绍3例膝骨关节炎合并胫骨侧多平面畸形的病例研究认为采用外固定系统先行关节外畸形截骨矫正,待截骨愈合后再行全膝关节置换相对同期手术方式更稳妥,手术难度更易把握。而Pablos等^[9]认为在分期手术中,鉴于关节外畸形的存在会导致下肢机械轴线严重偏移,使得关节置换的截骨过程中出现较大的截骨误差,造成严重的关节内骨缺损,不利于全膝关节置换假体的稳定性,因而更倾向于先行关节外截骨矫正畸形,再行全膝关节置换。

2 关节外畸形的截骨矫正

2.1 截骨方式

目前关于膝骨性关节炎合并关节外畸形病例的关节外截骨研究中,大多通过楔形截骨、移行截骨等^[10]方案矫正关节外复杂畸形,而楔形截骨因其较好适应关节外多平面畸形的复杂状态,同时截骨部位的骨不愈合等并发症发生率相对移行截骨少,因此临床中获得更为广泛应用,但临床中具体病例情况不尽相同,截骨方法选择也因人而异。Moyad等^[1]在其研究发表中也提出闭合楔形截骨可增加截骨部位力学上稳定性。

2.2 截骨固定

与骨折后需坚强固定原则一致,关节外截骨后也需坚强固定截骨部位,否则可能会增加延迟愈合甚至骨不愈合等风险,所以固定方式选择很重要;传统多采用钉板系统固定截骨部位,不过相较于钉板偏心固定模式,髓内固定系统的中心固定模式似乎更符合人体力学构造,固定也较为可靠,且可在行全膝置换术即时移去,不影响置换时植入股骨或胫骨假体。Veltman等^[6]研究10例膝骨关节炎合并股骨侧关节外畸形病例中行关节外截骨矫正后,采用K型金属线与160 mm短柄假体固定截骨部位,结果截骨部位稳定性欠佳,建议使用钉板系统与长髓内钉固定;Demir等^[5]则认为髓内钉固定优势在于合适的全膝关节置换切口、下肢内外受力均匀及早期负重锻炼等,术后恢复时间短,并发症较少。而关节外畸形矫正后采用外固定系统则具有灵活调整的优势,同时截骨部位处于动态加压模式,加速截骨部位愈合,如泰勒空间支架(Taylor Spatial Frame)^[8]便是其中代表,可为关节外畸形截骨矫正后提供一个早期负重、新骨形成及软组织愈合的理想环境,劣势则有可能引起针道感染、额外的小切口、皮肤愈合不良等风险。

3 关节内代偿性截骨或导航辅助系统下的全膝关节置换

3.1 非导航定位技术全膝关节置换

首先关节内代偿性截骨矫正的全膝关节置换能否

达到与关节外截骨合并全膝关节置换一致的临床效果,目前研究认为关键在平衡术者的个人经验、关节外畸形程度及畸形部位与膝关节的位置三者之间关系。而选择关节内代偿性截骨的全膝关节置换治疗关节外畸形合并膝骨关节炎的病例,主要因为手术过程中不需要一味追求完全矫正异常的患肢解剖轴线,允许其留有部分畸形,并不影响患者的下肢机械轴线,因而不影响下肢负重功能及日常活动,所以全膝关节置换术中行关节内代偿性截骨矫正的全膝关节置换^[11-12]具有优势。

但临床研究认为对于轻度甚至一些重度的膝骨关节炎合并关节外畸形的病例采用关节内代偿性截骨间接矫正患肢的机械轴线的全膝关节置换是可行的手术方案,术后随访结果良好。Pablos等^[9]认为如果关节外畸形是中轻度的($<15^\circ$)和/或关节外畸形与膝关节面的距离较短($<10\text{ cm}$),采用这种手术方式是可行的,而关节外畸形为中重度($>10^\circ\sim 15^\circ$)且股骨和/或胫骨关节内代偿性截骨时截骨部位到达膝关节侧副韧带的起止点时则主张采用关节外截骨矫正与全膝关节置换。同样的Paredes-Carnero等^[13]认为离膝关节近的关节外畸形和或冠状面的畸形角度 $>20^\circ$ 时仍然无需关节外截骨就可解决。

3.2 导航定位技术全膝关节置换

导航技术的应用使得关节内代偿性截骨矫正关节外畸形的全膝关节置换获得进一步的发展,不少研究报道各种非传统导航定位系统应用于膝骨关节炎合并关节外畸形病例的全膝关节置换中,一定程度上弥补传统的髓内定位器械在关节外畸形的全膝关节置换中的局限性,即使是依赖骨干外骨性标志定位的髓外导向设备^[8]难以辅助完成关节外畸形病例的复杂全膝关节置换,矫正患肢机械轴线。Rhee等^[14]借助计算机导航系统对13例重度膝骨关节炎合并关节外畸形的病例行关节内代偿性截骨的全膝关节置换治疗,术后示关节内的代偿性矫正的全膝关节置换达到关节外畸形截骨矫正和全膝关节置换的一致的临床效果。而膝骨关节炎合并关节外畸形行全膝关节置换中计算辅助技术的应用是否使得术后膝关节功能恢复更具优势,有研究认为计算辅助技术的应用并未有更好的术后效果,Tan等^[15]通过纳入14例诊断为关节外畸形合并膝骨关节炎的病例,随机分为计算机导航组与人工组,发现人工组的术后的膝关节功能评分低于计算机导航组,但二者并不具有明显的区别。

近些年来涌现出一些更为新式的导航辅助技术,其中具有代表性的是3D打印技术下的个性化全膝关节置换的截骨导板^[16-19],其在膝骨关节炎合并复杂关节外畸形的多平面畸形矫正、膝关节假体植入、下肢机械

轴线恢复、手术步骤简化等方面均有较好临床效果。此外一些更智能小型便捷的导航辅助系统^[20-22]不断应用于膝骨关节炎合并关节外畸形的全膝关节置换中,拓展关节置换医师选择空间,使得复杂全膝关节置换辅助技术更趋智能化、简易化。Cook 等^[23]在 1 例膝骨关节炎同时合并股骨与胫骨关节外畸形的病例研究中发现机器臂辅助下的全膝关节置换,关节内截骨的精准性高,能获得更为接近生理情况下的下肢机械轴线,但此研究数据仅为个案病例,尚缺乏说服力。而 Matassi 等^[22]将基于加速器辅助导航系统(i-ASSIST)应用在 18 例膝骨关节炎合并关节外畸形的患者的全膝关节置换治疗中,术后表明研究对象的假体位置及下肢机械轴线均获得良好的恢复,该系统应用于关节外畸形的复杂的全膝关节置换中是可行的。

4 全膝关节置换手术入路的选择策略

常规全膝关节置换术采用的是膝关节前正中切口、髌内侧入路^[10,21,24],优点在于较少干扰伸膝装置,腓总神经影响小,术后并发症较少;也可采用髌外侧入路进行的全膝关节置换,临床操作时也可获得良好视野。而膝骨关节炎合并关节外畸形的病例中行全膝关节置换时选择入路可能基于患者个体特殊性、术者经验等而定。

膝骨关节炎合并关节外畸形的手术治疗方式,目前主要有同期或分期的关节外截骨与全膝关节置换,或关节内代偿性截骨的全膝关节置换及各种导航系统辅助下的全膝关节置换,各占一定优势;而目前研究尚缺乏足够证据^[3,25-26]理清各手术方式最佳适应范围,未来仍需关注各辅助技术发展,同时也应探索拓展可能的更具有优势的手术治疗方案,当然最优化的术式选择始终基于临床病例的全面、完整的评估,从而选用最为符合患者特点的手术治疗方式。

参考文献

- [1] MOYAD T F, ESTOK D. Simultaneous femoral and tibial osteotomies during total knee arthroplasty for severe extra-articular deformity[J]. J Knee Surg, 2009, 22(1): 21-26.
- [2] SCULCO P K, KAHLENBERG C A, FRAGOMEN A T, et al. Management of extra-articular deformity in the setting of total knee arthroplasty[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2019, 27(18): e819-e830.
- [3] CATONNÉ Y, SARIALI E, KHIAMI F, et al. Same-stage total knee arthroplasty and osteotomy for osteoarthritis with extra-articular deformity. Part I: tibial osteotomy, prospective study of 26 cases[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105(6): 1047-1054.
- [4] CATONNÉ Y, KHIAMI F, SARIALI E, et al. Same-stage total knee arthroplasty and osteotomy for osteoarthritis

- with extra-articular deformity. Part II: Femoral osteotomy, prospective study of 6 cases[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105(6): 1055-1060.
- [5] DEMIR B, ÖZKUL B, SAYGLI M S, et al. Deformity correction with total knee arthroplasty for severe knee osteoarthritis accompanying extra-articular femoral deformity: the results are promising[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018, 26(11): 3444-3451.
- [6] VELTMAN E S, VAN WENSEN R, DEFOORT K C, et al. Single-stage total knee arthroplasty and osteotomy as treatment of secondary osteoarthritis with severe coronal deviation of joint surface due to extra-articular deformity[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(9): 2835-2840.
- [7] SUN J Y, ZHANG G Q, SHEN J M, et al. Single-stage total knee arthroplasty and femoral osteotomy for osteoarthritis with severe supracondylar deformity[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 149.
- [8] TAWARI G, MAHESHWARI R, MADAN S S. Extra-articular deformity correction using Taylor spatial frame prior to total knee arthroplasty[J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2018, 13(3): 179-184.
- [9] DE PABLOS F J, ARBELLOA-GUTIERREZ L, ARENAS-MIQUELEZ A. One-stage total knee arthroplasty plus corrective osteotomy for osteoarthritis associated with severe extra-articular deformity[J]. Arthrosc Tech, 2019, 8(11): e1403-e1410.
- [10] SPONER P, KUCERA T. Total knee arthroplasty associated with tibial tubercle and simultaneous femoral and tibial osteotomies for severe extra-articular deformity: a case report[J]. Ther Clin Risk Manag, 2019, 15: 597-603.
- [11] CHUA W, WANG W. Intra-articular correction of extra-articular tibial deformities with total knee arthroplasty[J]. Int J Surg Case Rep, 2013, 4(3): 276-278.
- [12] VEDOYA S P, SEL H D. Total knee arthroplasty and extra-articular deformity: Deformity correction with intra-articular bone resections. 10 years follow up[J]. J Orthop, 2021, 23: 219-224.
- [13] PAREDES-CARNERO X, ESCOBAR J, GALDO J M, et al. Total knee arthroplasty for treatment of osteoarthritis associated with extra-articular deformity[J]. J Clin Orthop Trauma, 2018, 9(2): 125-132.
- [14] RHEE S J, SEO C H, SUH J T. Navigation-assisted total knee arthroplasty for patients with extra-articular deformity[J]. Knee Surg Relat Res, 2013, 25(4): 194-201.
- [15] TANI I, NAKANO N, TAKAYAMA K, et al. Navigated total knee arthroplasty for osteoarthritis with extra-articular deformity[J]. Acta Ortopedica Brasileira, 2018, 26(3): 170-174.
- [16] ÇALBIYIK M. Clinical outcome of total knee arthroplasty performed using patient-specific cutting guides[J]. Med Sci Monit, 2017, 23: 6168-6173.

- [17] QIU B, LIU F, TANG B, et al. Clinical study of 3D imaging and 3D printing technique for patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty[J]. *J Knee Surg*, 2017, 30(8):822-828.
- [18] OKADA Y, TERAMOTO A, SUZUKI T, et al. Preoperative corrections are required for planning of patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty[J]. *Knee*, 2017, 24(6):1492-1497.
- [19] THIENPONT E, PATERNOSTRE F, PIETSCH M, et al. Total knee arthroplasty with patient-specific instruments improves function and restores limb alignment in patients with extra-articular deformity[J]. *Knee*, 2013, 20(6):407-411.
- [20] PATEL B H, ZEEGEN E, SASSOON A. Accelerometer-based, computer-navigated total knee arthroplasty to correct a complex deformity in a patient with multiple hereditary exostoses[J]. *Arthroplast Today*, 2020, 6(4):796-802.
- [21] COZZI L A, INNOCENTI M, MATASSI F, et al. Accelerometer-based navigation in total knee arthroplasty for the management of extra-articular deformity and retained femoral hardware; analysis of component alignment[J]. *Joints*, 2019, 7(1):1-7.
- [22] MATASSI F, COZZI L A, INNOCENTI M, et al. Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity; restoration of mechanical alignment using accelerometer-based navigation system[J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(4):676-681.
- [23] COOK-RICHARDSON S, DESAI R. Robotic arm-assisted total knee arthroplasty in the setting of combined extra-articular deformities of the femur and tibia[J]. *Case Rep Orthop*, 2020:5489646.
- [24] ZHANG X, SHAHZAD K, LI C. One-stage total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis of the knee and extra-articular deformity[J]. *International Orthopaedics*, 2012, 36(12):2457-2463.
- [25] RATTANAPRICHAVEJ P, LAORUENGTHANA A. Total knee arthroplasty with extra-or intra-articular correction technique for arthritic knees with extra-articular deformity of the femur or tibia; a report of three cases[J]. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 2016, 24(1):116-120.
- [26] BAYLE-INIGUEZ X, UDIN G, REGUSCI M, et al. Total knee arthroplasty in achondroplasia without deformity correction; a case report with 11 years' follow-up[J]. *Knee*, 2020, 27(3):740-746.

(收稿日期:2021-05-03)

(上接第 77 页)

- [15] 吴高臣, 周广良, 刘新益, 等. 游离第二趾跖侧皮瓣修复手指软组织缺损 425 例临床分析[J]. *中华手外科杂志*, 2010, 26(4):254.
- [16] 叶建军. AO 微型钢板螺钉在掌骨骨折治疗中的应用[J]. *山东医药*, 2010, 50(12):53-54.
- [17] SIMONETTA C. The use of "AO" plates in the hand[J]. *Hand*, 1970, 2(1):43-45.
- [18] DOHT S, JANSEN H, MEFFERT R, et al. Higher stability with locking plates in hand surgery biomechanical investigation of the Tri lock system in a fracture model[J]. *International Orthopaedics*, 2012, 36(8):1641-1646.
- [19] 张全荣, 芮永军, 薛明宇, 等. 指背筋膜瓣或筋膜蒂岛状皮瓣的临床应用[J]. *实用手外科杂志*, 2013, 27(1):14-15.
- [20] POTENZA V, CATERINI R, DE MAIO F, et al. Fractures of the neck of the fifth metacarpal bone: Medium-term results in 28 cases treated by percutaneous transverse pinning[J]. *Injury*, 2012, 43:242-245.

(收稿日期:2021-08-19)