DOI:10.3969/j.issn.1000-9760.2024.03.019

阶梯治疗理念下膝关节骨性关节炎的手术治疗

许笃亮　综述　　张久宾　审校
(聊城市人民医院骨科,聊城 252000)

摘　要　膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis,KOA)是常见的关节退变性疾病,也是老年人致残的主要原因,其核心是关节软骨的慢性进行性损伤和退变。一些患者在接受了各种保守治疗方案后,疼痛症状依然得不到有效缓解,对于保守治疗失败的患者,可能会接受全膝关节置换术,但在阶梯治疗的理念下,通过保膝手术可保留关节解剖结构与功能。本文就 KOA 不同阶段的手术治疗方案做一综述。

关键词　膝关节骨关节炎;阶梯治疗;膝关节周围截骨术;单髁置换术;全膝关节置换术
中图分类号:R684.3　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1000-9760(2024)06-249-04

Surgical treatment of knee osteoarthritis under the concept of ladder treatment

XU Duliang, ZHANG Jiubin
(*Department of Orthopedics, Liaocheng People's Hospital, Liaocheng* 252000, *China*)

Abstract: Knee osteoarthritis is a common degenerative disease of joint and the main cause of disability in the elderly. Its core is the chronic progressive damage and degeneration of articular cartilage. In some patients, the pain symptoms are still not effectively relieved after receiving various conservative treatment programs. For patients who fail conservative treatment, total knee replacement may be accepted, but under the concept of ladder treatment, the anatomical structure and function of the joint can be preserved through knee preservation surgery. This article reviews the surgical treatment of knee osteoarthritis in different stages.

Keywords: Knee osteoarthritis; Stepwise treatment; Osteotomy around the knee; Unicompartmental knee arthroplasty; Total knee arthroplasty

膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis,KOA)是一种因关节软骨退变致其完整性破坏,继而造成软骨下骨病变,引起关节症状的一组慢性退变性关节疾病[1]。该病的高发人群为老年人,因为老年人处于一种负代谢的状态[2],多发于 50 岁以上人群,在 75 岁以上人群的发病率高达 80%[3],使中老年人生活能力和生活质量下降。2022 年末,我国 60 岁及以上人口占全国人口的 19.8%,其中 65 岁及以上人口占全国人口的 14.9%[4]。随着人口老龄化的加剧,对 KOA 的治疗也提出了新的挑战。

1　阶梯治疗理念

临床上 KOA 的发生原因较为复杂,治疗方式也各有不同,很多学者提出了阶梯治疗的理念,阶梯化治疗主要是指结合影像学评估,在全面诊断和分析疾病的基础上,根据病程的长短、疾病所处的阶段,采用科学的、递进式的治疗方法。其中阶梯化程度越高,对患者造成的创伤越大,因此,严格评估疾病分期,准确把握病情,选择最佳治疗方案。

2　阶梯治疗理念在 KOA 手术治疗中的应用

目前 KOA 规范的手术诊疗步骤为关节镜辅助下的关节清理术→膝关节周围截骨术(Osteotomy around the knee, OAK)→膝关节单髁置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA)→全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)的“阶梯治疗”[5]。

2.1　关节镜辅助下的膝关节治疗

KOA 的主要病理基础是炎症反应,受损的滑膜可促进 IL-1β、IL-6 的释放,使炎症程度增加,促进软骨吸收[6]。膝关节镜辅助下的关节清理术是在关节镜的直视下,通过对关节腔的探查清理,可有效清除炎性介质、修复损伤的半月板、摘除游离体及软骨碎片、清理增生滑膜组织。关节清理联合关节腔内注射玻璃酸钠,可更有效提升膝关节功能的修复能力[7]。对于因半月板损伤或游离体形成引起的关节

[通信作者]张久宾,E-mail:zhangjiubin1988@126.com

症状的患者,采用膝关节镜治疗疗效确切[8],但关节镜手术并不能解决 KOA 的下肢力线问题,尤其是对于患者出现内外翻畸形时,仅给予关节镜手术治疗,效果并不理想。

2.2　OAK

OAK 是 KOA 的临床治疗方法之一,基于“膝关节保护”的概念,OAK 的原理是通过截骨纠正机械轴来平衡内外侧间室之间的力,减少软骨和软骨下骨承受的压力。截骨术保留了关节的解剖结构和本体感觉,并能快速恢复关节功能,延缓骨关节炎的进展。根据手术部位的选择,分为胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)、腓骨近端截骨术(proximal fibular osteotomy, PFO)和股骨远端截骨术(distal femur osteotomy, DFO)。截骨手术操作简单,风险低,几乎所有病例术后恢复迅速,已被作为一种替代手术治疗方法。

HTO 是膝关节周围截骨术中治疗内侧 KOA 的有效术式。主要目的是改变下肢的机械轴线,以减轻内侧隔室的负荷,减少内侧间室软骨及半月板磨损,改善局部微循环及血流动力学,促进软骨组织恢复,从而减轻疼痛并改善功能[9]。临床上 HTO 的手术类型主要包括内侧开放的胫骨高位楔形截骨术(medial open-wedge high tibial osteotomy, MOWHTO)和外侧闭合截骨术(lateral closing wedge high tibial osteotomy, LCWHTO)。下肢力线是决定术后效果的关键因素,正常情况,下肢力线通过膝关节中心,手术使下肢力线轴移位至距离膝关节中心外侧 30%~40%,理想的点是胫骨平台关节面宽度 62.5%的位置,位于胫骨棘的外侧,达到轻度外翻。但目前矫正力线主要依据术前个体化测量下肢股胫角,并不完全依据 Fujisawa 建立的参数[10]。MOWHTO 是在胫骨内侧进行斜切,并在楔形物延伸后将骨植入间隙中,早期 MOWHTO 应用单平面截骨,影响髌骨的位置和胫骨在矢状平面的后倾角,且存在内固定方法和材料不牢靠、力线调整不精准等问题[11]。随着胫骨内侧双平面开放截骨术和 TomFix 锁定钢板的应用,HTO 技术实现了精准化、微创化和标准化,取得了长期满意的疗效[12]。LCWHTO 由 Coventry 首次提出,通过从外侧移除楔形骨块,保留内铰链并闭合间隙,该手术结合腓骨近端截骨有效缓解疼痛症状并改善关节活动功能。其优点是接触区域为血供良好的松质骨,内在稳定,愈合率高,允许下肢早期负重和关节活动[13]。缺点是需要同时行腓骨截骨术,有腓总神经损伤的风险,且造成骨量丢失,而且术后易出现低位髌骨、使胫骨后倾角降低而增加交叉韧带的受力[14],胫骨近端改变干骺端的偏距,影响后期行膝关节置换术[15]。有学者[16]改进了手术方法,将截骨点从胫骨近端结节改为胫骨远端结节,并使用 TomoFix 钢板内固定。改良手术避免了对髌股关节活动和胫骨斜度减小的不利影响,有效缓解了术后疼痛等症状。目前,该方法多用于年轻患者和膝关节过度内翻畸形患者。

PFO 是基于张英泽等提出的“非均匀沉降”理论。它是在腓骨近端,即腓骨头下方切下一小段,使腓骨断裂,削弱其对胫骨平台外侧的支撑。附着在腓骨近端的肌肉,在负重的情况下,可以沿着远端方向牵拉腓骨头,张力传递到外侧股骨髁。最终,膝关节外侧的间隙被缩小,以抵消因负重引起的膝关节内翻畸形。在外侧腓骨的支撑下,负重轴向内侧间室偏移,加速了内侧平台的沉降速率。Liu 等[17]揭示了术前因素与术后结果的关系:PFO 的结果与沉降值有关,沉降值反映了外侧腓骨的支撑作用。并不是所有的 KOA 患者都可行 PFO 手术,根据 Kellygren-Lawrence 对膝关节关节炎的分类,Ⅱ级和Ⅲ级膝关节关节炎患者建议进行 PFO 手术[18]。因此,PFO 主要用于早期膝关节内翻畸形和内侧间隙狭窄的患者。

DFO 被推荐作为治疗外侧骨关节炎的替代方法,矫正截骨术通常在发生畸形的局部进行。然而,当外翻畸形超过 12°或关节面偏离地平线超过 10°时,即使畸形发生在胫骨上,也应在股骨部位进行畸形矫正。否则,胫骨更有可能向外侧半脱位,从而导致膝关节不稳定。外侧开放楔形截骨术,首先由 Puddu 等[19]提出,根据间隙大小调整下肢力线,它保持了正确的角度,避免了下肢的缩短。该手术适用于膝外翻和韧带松弛的年轻患者。闭合性楔形股骨内侧截骨术最早由 Coventry 提出并推广到临床应用。通过将楔形骨块从内侧股骨上切下来矫正力线。加压固定板缩短了骨愈合时间,内侧入路减少了对软组织的刺激。Wylie 等[20]认为股骨远端外侧开放楔型截骨术后患者膝关节功能恢复良好。然而,矫正角度取决于楔形骨块的大小。由于精确的骨楔和内侧入路,矫正精度受到限制。内侧楔形截骨术可能导致不良后果,如腿长不一致。然而,由于该手术避免了侧开手术的并发症,在临床应用中也被广泛使用。

膝关节周围截骨术提倡循序渐进的治疗理念。它是治疗膝骨关节炎的有效方法,与膝关节置换术相比具有独特的优势。膝关节置换术术后感染的风险很高。更糟糕的是,年轻的患者在做了置换手术后可能需要反复的修复手术。截骨术操作简单,风险低,几乎所有病例术后恢复迅速,与关节成形术相当。虽然膝关节周围截骨术的长期效果仍不确定,但随着计算机导航及 3D 打印技术的广泛应用[21],这种方法可以得到改进,变得更加准确、有效和方便。

2.3　UKA

UKA 自 70 年代初发展至今,历经传统手术、微创手术及计算机辅助手术的转变,已是一项非常成熟的技术,UKA 主要通过置换被破坏的关节软骨、矫正下肢力线而达到治疗膝关节前内侧骨关节炎的目的。临床上常用的 UKA 假体分为活动平台(mobile bearing, MB)和固定平台(fixed bearing, FB),不论是 MB 还是 FB, UKA 在手术过程中都遵循“轻度矫正不足”的原则,创伤小,加速康复,缩短了患者住院时间。手术过程中还可保留膝关节间隙,避免聚乙烯衬垫与股骨假体间隙过密加重聚乙烯衬垫磨损,还避免间

隙过宽导致假体脱位,有利于增加膝关节活动度。此外,人体膝关节内部的本体感受器多在韧带、肌腱、肌肉等组织中,本体感觉在维持人体正常姿态及保持平衡中极为重要,UKA 不损伤正常膝关节韧带,从而保留了本体感知度。现在常用的 MB 假体为第三代 Oxford 单髁假体,其为活动的聚乙烯垫片,构造更接近人体膝关节生物力学特性,活动型聚乙烯垫片、胫骨平台解剖型设计及股骨假体单一半径正球形的设计,使膝关节屈伸过程中在一定范围内旋转、前后滑动,有利于保证关节达到高屈曲活动,增加接触面积,进而减少应力集中,降低聚乙烯衬垫的磨损,延长假体寿命[22]。FB 假体是由一个多半径的股骨假体和一个平坦的胫骨假体组成。FB 假体为平面设计,无法恢复正常膝关节内侧轴移、前后活动及韧带张力,MB 假体内衬与股骨髁形合度高,因此在下肢机械轴矫正方面更具有优势[23]。从理论上讲,MB 假体是基于膝关节运动学和生物力学提出的创新,相较于 FB 假体应获得更好的膝关节活动度及假体的使用寿命。但很多学者对 MB 与 FB 的对比研究中,其翻修率、衬垫脱位、无菌性松动、术后疼痛、关节炎进展等方面差异不大[24]。Neufeld 等[25]对 MB-UKA 和 FB-UKA 术后比较,以需要进行 TKA 作为终点,术后 10 年时两组的假体存活率差异无统计学意义,认为 MB 和 FB 都能提供长期的生存率。

虽然 MB 假体和 FB 假体的设计不同,手术技术也不同,但现阶段的研究显示,MB 和 FB 假体对膝内侧间室关节炎的疗效和假体生存率差异不大。目前国内对于两种假体的对比研究较少,后期仍然需要进一步积累病例,开展多中心合作以及高质量的前瞻性对比研究,使 UKA 手术成为一种有效的治疗单间室膝关节骨关节炎的手段。

2.4　TKA

TKA 主要应用于严重的膝关节疼痛、畸形以及日常生活受到严重影响,经保守治疗无效的终末期 KOA 的一种有效手段,TKA 已经广泛应用于临床,其至关重要的原则是良好的下肢力线和软组织平衡,这与 TKA 后假体的生存期、术后的疼痛、功能障碍以及满意度有着高度的相关性。TKA 后下肢力线不良、软组织不平衡和假体位置不良会导致局部应力集中,从而引起聚乙烯磨损、假体松动、膝关节疼痛僵硬、功能受限等。传统的 TKA 手术,胫骨和股骨侧截骨一般通过髓外、髓内定位杆来完成,主要依赖术者经验及目测,精准度不足。为了提高手术操作的精准性和可重复性,骨科计算机导航系统及手术机器人应用于骨科手术中,机器人辅助下的 TKA 可利用患者下肢计算机断层扫描数据,完成三维术前规划,术前规划可以显示截骨 量、假体型号、假体安装位置等信息,借助机械臂完成截骨,提供更加精准地截骨,精确地假体植入,获得平衡的屈伸间隙,减少软组织损伤,降低术后疼痛[26]。Sires 等[27]收集了 37 例机器人辅助下行 TKA 患者资料,术后使用 CT 测量假体位置及角度,与机器人术中计划显示相对比,结果表明机器人辅助能够更精准实现术中手术计划。与传统 TKA 相比,机器人辅助下的 TKA,截骨精度、力线恢复、假体位置及下肢力线等方面展示了诸多技术优势,手术医师可以对每个患者规划个性化手术方案,但机器人的手术操作需要一定的学习曲线,且效价比不高,现并未普及临床应用。相信在未来的发展中,计算机辅助技术将是手术操作中的重要环节。

3　小结与展望

KOA 的发生发展是一个慢性过程,关节镜清理术兼具诊断和治疗的双重作用,在关节镜的视野中可观察关节内各个位置,去除大多数引起关节疼痛的因素,但在临床应用中,关节镜下的清理并不能解决 KOA 的根本问题,随着时间的延长,关节炎的症状可能还会出现,甚至加重。OAK 可通过在未受损伤的间室重新分配机械力来延长关节软骨的使用寿命,延缓患者病情,避免因持续退变而导致的膝关节置换,可有效改善患者疼痛症状。对于相对年轻和高需求的患者更加适用。UKA 主要是指将已发生病变的膝关节间室置换掉,不会对正常的关节间室造成损伤,最大限度保留了骨量、完整的伸膝结构和交叉韧带、相对正常的关节间室等,可避免术后局限性病变的进展,更符合人体生理活动需求,可以早期康复锻炼,促进膝关节功能恢复。对于年龄较大的膝关节内侧间室骨性关节炎患者而言,选择 UKA 治疗的效果更佳。TKA 作为终末期 KOA 的一种有效手段,已广泛应用于临床,但对于存在严重畸形的 KOA 患者或在 UKA、HTO 失败后,TKA 手术更具有挑战性,术中骨缺损的重建、力线的控制是主要难点,术后膝关节功能、关节活动度和生活质量等术后疗效亦不及初次 TKA[28]。

对于 KOA 保守无效的患者,应根据患者年龄、性别、体重指数、病变部位及病变程度等采用阶梯化与个体化治疗方案,以达到减轻疼痛、改善或恢复关节功能、提高患者生活质量、延缓疾病进展和矫正畸形的目的。随着科技发展,3D 打印技术的应用及机器人辅助治疗的推广,会实现更精准的手术操作,提高术后患者的满意度。

利益冲突:所有作者均申明不存在利益冲突。

参考文献:

[1] Hall M, van der Esch M, Hinman RS, et al. How does hip osteoarthritis differ from knee osteoarthritis? [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2022, 30(1): 32-41.

[2] Rezuş E, Burlui A, Cardoneanu A, et al. From pathogenesis to therapy in knee osteoarthritis: bench-to-bedside [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(5): 2697.

[3] Neogi T, Zhang YQ. Epidemiology of osteoarthritis [J]. Rheum Dis Clin North Am, 2013, 39(1): 1-19.

[4] 杜鹏. 中国人口老龄化现状与社会保障体系发展[J]. 社会保障评论, 2023, 7(2): 31-47.

[5] 车向东, 张战峰, 李茂山, 等. 3D 打印辅助胫骨高位截骨治疗

内翻型膝骨关节炎[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(24): 2215-2220. DOI: 10. 3977/j. issn. 1005-8478. 2023. 24. 02.

[6] 李晨, 肖雷, 李俊, 等. 胫骨近端双平面截骨结合关节镜技术治疗合并内侧半月板损伤的膝关节内翻性骨性关节炎[J]. 中国内镜杂志, 2020, 26(4): 35-39. DOI: 10. 3969/j. issn. 1007-1989. 2020. 04. 007.

[7] Zhao D, Pan JK, Yang WY, et al. Intra-articular injections of platelet-rich plasma, adipose mesenchymal stem cells, and bone marrow mesenchymal stem cells associated with better outcomes than hyaluronic acid and saline in knee osteoarthritis: a systematic review and network meta-analysis[J]. Arthroscopy, 2021, 37(7): 2298-2314. DOI: 10. 1016/j. arthro. 2021. 02. 045.

[8] 杜超, 王海川, 李振华, 等. 膝关节镜治疗膝关节骨关节炎的临床疗效分析[J]. 当代医学, 2023, 29(12): 112-114.

[9] Atkinson HF, Birmingham TB, Schulz JM, et al. Effect of high tibial osteotomy on knee articular cartilage composition and effusion synovitis[J]. Osteoarthritis and Cartilage, 2020, 28(31): 216-218.

[10] Feucht MJ, Winkler PW, Mehl J, et al. Isolated high tibial osteotomy is appropriate in less than two-thirds of varus knees if excessive overcorrection of the medial proximal tibial angle should be avoided[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2021, 29(10): 3299-3309. DOI: 10. 1007/s00167-020-06166-3.

[11] 黄野, 柳剑, 王兴山, 等. 胫骨高位截骨术适应证解析[J]. 中华外科杂志, 2020, 58(6): 420-424. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112139-20200228-00149.

[12] Zehir S, Calbiyik M. The effects of monoplanar and biplanar medial open wedge high tibial osteotomy on pain and functional capacity[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2023, 27(13): 6140-6150. DOI: 10. 26355/eurrev_202307_32970.

[13] Hayashi S, Tsukisaka K, Okuhara A, et al. Inverted V-shaped high tibial osteotomy decreases the posterior tibial slope more but shortens the tibia less than closed-wedge high tibial osteotomy [J]. Arthroscopy, 2022, 38(6): 1956-1965. DOI: 10. 1016/j. arthro. 2021. 12. 008.

[14] Ding H, Zhang J, Jiang C. A commentary on "Is opening-wedge high tibial osteotomy superior to closing-wedge high tibial osteotomy in treatment of unicompartmental osteoarthritis? A meta-analysis of randomized controlled trials"[J]. Int J Surg, 2024, 110(2): 637-642. DOI: 10. 1097/JS9. 0000000000000856.

[15] Berruto M, Maione A, Tradati D, et al. Closing-wedge high tibial osteotomy, a reliable procedure for osteoarthritic varus knee[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(12): 3955-3961. DOI: 10. 1007/s00167-020-05890-0.

[16] Eliasberg CD, Hancock KJ, Swartwout E, et al. The ideal hinge axis position to reduce tibial slope in opening-wedge high tibial osteotomy includes proximalization-extension and internal rotation [J]. Arthroscopy, 2021, 37(5): 1577-1584. DOI: 10. 1016/j. arthro. 2020. 12. 203.

[17] Liu B, Chen W, Zhang Q, et al. Proximal fibular osteotomy to treat medial compartment knee osteoarthritis: Preoperational factors for short-term prognosis[J]. PLoS One, 2018, 13(5): e0197980. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0197980.

[18] Bhushan DA, Goel DR, Aloria DJ. A study on assessment of proximal fibular osteotomy as a treatment of medial compartment knee osteoarthritis[J]. Int J Orthop, 2022, 8(1): 392-395.

[19] Puddu G, Cipolla M, Cerullo G, et al. Osteotomies: the surgical treatment of the valgus knee[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2007, 15: 15-22.

[20] Wylie JD, Scheiderer B, Obopilwe E, et al. The effect of lateral opening wedge distal femoral varus osteotomy on tibiofemoral contact mechanics through knee flexion[J]. Am J Sports Med, 2018, 46(13): 3237-3244. DOI: 10. 1177/0363546518799353.

[21] Cerciello S, Ollivier M, Corona K, et al. CAS and PSI increase coronal alignment accuracy and reduce outliers when compared to traditional technique of medial open wedge high tibial osteotomy: a meta-analysis[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2022, 30(2): 555-566. DOI: 10. 1007/s00167-020-06253-5.

[22] Yoon C, Chang MJ, Chang CB, et al. Does unicompartmental knee arthroplasty have worse outcomes in spontaneous osteonecrosis of the knee than in medial compartment osteoarthritis? a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2019, 139(3): 393-403. DOI: 10. 1007/s00402-019-03125-7.

[23] 张继夏, 张世强, 巫长江, 等. 国产固定平台单髁置换术治疗膝关节前内侧骨关节炎的近期疗效分析[J]. 中国实用医药, 2023, 18(17): 52-55. DOI: 10. 14163/j. cnki. 11-5547/r. 2023. 17. 014.

[24] 姜灵凯, 魏垒, 董政权, 等. 活动平台与固定平台单髁置换治疗内侧膝骨关节炎的 Meta 分析[J]. 中国骨伤, 2022, 35(1): 67-75. DOI: 10. 12200/j. issn. 1003-0034. 2022. 01. 014.

[25] Neufeld ME, Alber Sa, Greidanus NV, et al. A comparison of mobile and fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty at a minimum 10-year follow-up[J]. J Arthroplasty, 2018, 33(6): 1713-1718.

[26] Yang Y, Wang Y, Chen Y, et al. Tracing the evolution of robotic-assisted total knee arthroplasty: a bibliometric analysis of the top 100 highly cited articles[J]. J Robot Surg, 2023, 17(6): 2973-2985. DOI: 10. 1007/s11701-023-01742-4.

[27] Sires JD, Wilson CJ. CT validation of intraoperative implant position and knee alignment as determined by the MAKO total knee arthroplasty system[J]. J Knee Surg, 2021, 34(10): 1133-1137. DOI: 10. 1055/s-0040-1701447.

[28] Liebensteiner MC, Ruzicka A, Hinz M, et al. The clinical outcome of total knee arthroplasty is compromised by a pre-viously implanted medial unicondylar knee arthroplasty[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2023, 143(7): 4331-4337.

(收稿日期　2024-03-01)

(本文编辑: 石俊强)