

胫骨髁外翻截骨术联合关节镜下清理术治疗 膝关节内翻畸形 1 例报道

陈礼阳¹ 胡 健¹ 易诚青¹ 刘丙立^{1,2Δ}

(¹上海市浦东医院-复旦大学附属浦东医院骨科 上海 201399; ²上海市浦东新区人民医院骨科 上海 201299)

【摘要】 膝关节因外伤或退变等因素发生内翻畸形时,长期异常的负重载荷会加速内侧间室关节软骨的退变,引发膝关节骨性关节炎。胫骨髁外翻截骨术(tibial condylar valgus osteotomy, TCVO)对胫骨内侧平台塌陷具有“跷跷板”效应的膝关节内翻畸形具有很好的治疗效果。本文报道 1 例经 TCVO 联合关节镜下清理术治疗 Schatzker IV 型胫骨内侧平台陈旧性骨折伴内翻畸形病例。

【关键词】 胫骨髁外翻截骨术(TCVO); 关节镜; 膝内翻畸形

【中图分类号】 R684.2 **【文献标志码】** B **doi:**10.3969/j.issn.1672-8467.2022.05.028

Tibial condylar valgus osteotomy combined with arthroscopic debridement in the treatment of varus knee: a case report

CHEN Li-yang¹, HU Jian¹, YI Cheng-qing¹, LIU Bing-li^{1,2Δ}

(¹Department of Orthopedics, Shanghai Pudong Hospital-Fudan University Pudong Medical Center, Shanghai 201399, China; ²Department of Orthopedics, Shanghai Pudong New Area People's Hospital, Shanghai 201299, China)

【Abstract】 When varus deformity of knee joint occurs due to trauma or degeneration, long-term abnormal load will accelerate the degeneration of articular cartilage of medial compartment and lead to knee osteoarthritis. Tibial condylar valgus osteotomy (TCVO) has a good therapeutic effect on the varus deformity of knee joint with “seesaw” effect. This paper reports a case of Schatzker type IV old fracture of medial tibial plateau with varus deformity treated by TCVO combined with arthroscopic debridement.

【Key words】 tibial condylar valgus osteotomy (TCVO); arthroscope; varus knee

* This work was supported by the Scientific Research Launch Fund for Introduced Talents of Fudan University Pudong Medical Center (YJYJRC202111), the Key Medical Specialty Project of Shanghai Municipal Health Committee (ZK2019C01), the Outstanding Clinical Discipline Project of Pudong New Area Health Committee of Shanghai (PWYgy2021-04) and the Outstanding Leaders Training Plan of Health System in Pudong New Area, Shanghai (PWR12021-01).

膝关节是人体重要的负重关节,其中内侧平台负重占 60%~70%,外侧平台负重占 25%~40%^[1]。膝关节因外伤或退变等因素发生内翻畸形时,膝关节内侧胫股关节面的负荷增大,长期异常的负重载荷会加速内侧间室关节软骨的退变,引发膝关节骨

性关节炎^[2]。内侧开放式楔形截骨术 (medial opening-wedge osteotomy, OWHTO) 是关节外截骨术,可改善膝关节内侧间隙承载的异常负荷,然而对因外侧关节半脱位或内侧平台塌陷形成的关节内畸形治疗效果不佳^[3-4]。胫骨髁外翻截骨术 (tibial

复旦大学附属浦东医院引进人才科研启动金项目(YJYJRC202111);上海市卫健委医学重点专科项目(ZK2019C01);上海市浦东新区卫健委临床高原学科项目(PWYgy2021-04);上海市浦东新区卫生系统领先人才培养计划(PWR12021-01)

ΔCorresponding author E-mail: gukelbl@163.com

网络首发时间:2022-09-22 20:49:19 网络首发地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1885.r.20220921.1336.020.html

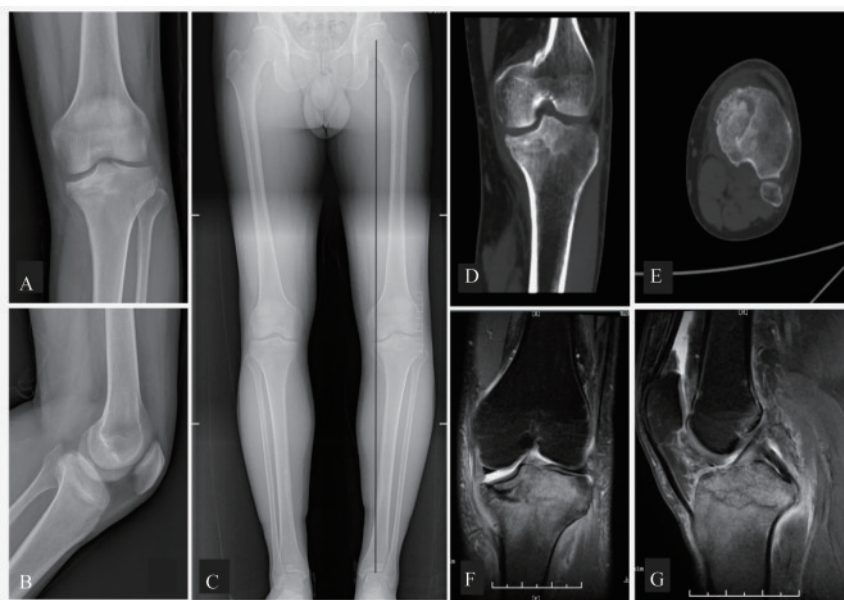
condylar valgus osteotomy, TCVO)属于关节内截骨,通过“L”型截骨使关节内、外侧关节面同时对合,在矫正下肢力线的同时获得关节更好的稳定性和匹配性,这是完全不同于OWHTO的一种截骨手术及治疗理念^[5]。由于TCVO操作难度较大,目前对于TCVO国内外报道较少。本文介绍1例经TCVO联合关节镜下清理术治疗Schatzker IV型胫骨内侧平台陈旧性骨折伴内翻畸形病例。

病例资料 患者男性,48岁,2年前不慎摔伤左膝,当时未至医院就诊,行卧床保守治疗,好转后下地行走出现左膝关节疼痛,疼痛可忍受,行走时左膝活动异常,步态异常,2个月前无明显外伤下出现左膝关节疼痛加重,于复旦大学附属浦东医院骨科门诊就诊,

查体结合X线提示“左膝胫骨内侧平台陈旧性骨折”。门诊以“左膝胫骨内侧平台陈旧性骨折”收入院。

术前查体 跛行步态,左膝内翻畸形,膝关节活动度 $0^{\circ}\sim 120^{\circ}$;伸直位内、外翻膝关节存在“跷跷板”效应;内翻应力试验(-),外翻应力试验(-);过膝痛(+),过伸痛(-);前、后抽屉试验(-),Lachman试验(-),患肢末梢感觉、运动、血液循环正常。

影像学检查 术前行X线、CT及MRI检查。膝关节正侧位及负重位下肢全长片提示胫骨内侧平台骨折,内翻畸形(图1A~C)。CT检查进一步明确骨折累及范围和移位情况(图1D~E)。MRI检查显示内侧平台塌陷,无交叉韧带损伤、半月板及侧副韧带损伤(图1F~G)。



Preoperative imaging examination of a 48-year-old man with Schatzker type IV old fracture of medial tibial plateau with varus deformity of the left knee joint. A, B and C: Preoperative radiographs of the left knee joint. The full line shows the weight-bearing axis falling through the middle of the medial compartment. The full line is the patient's current weight-bearing axis. D and E: CT scans showing significant collapse of the medial tibial plateau. F and G: MRI images showing collapse of the medial platform without cruciate ligament injury.

图1 术前影像学检查

Fig 1 Preoperative imaging examination

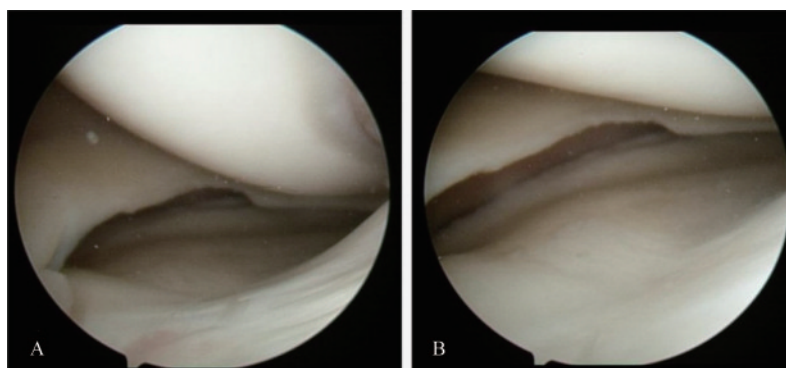
考虑患者为中年男性,从事重体力活动,左膝胫骨内侧平台陈旧性骨折伴有明显的内翻畸形,存在早期内侧间室骨关节炎,拟行左膝胫骨髁外翻截骨术+关节镜下清理术。

手术过程 患者取平卧位,全麻后常规消毒左下肢皮肤,铺巾,驱血后上止血带(55 kPa, 90 min)。

于膝关节前侧常规关节镜入路探查,清理关节内增生炎性滑膜组织,见内侧间室间隙明显增宽,内侧平台塌陷,内侧间室软骨面基本正常(图2)。

探查见外侧间室间隙及软骨面基本正常,左膝前后交叉韧带及内外侧半月板未见明显损伤。

关节内探查清理结束后退出镜头,取胫骨内侧中心点经自关节远端1 cm处向胫骨结节下缘方向做长约5~7 cm切口(图3A),依次切开皮肤、皮下组织、深筋膜,钝性分离,暴露胫骨近端前内侧,松解部分鹅足肌腱,适当剥离内侧副韧带远侧止点,利用电刀在骨面作“L”型截骨线标记,横向截骨线为自平台下4 cm斜向腓骨头方向,纵向截骨线自胫



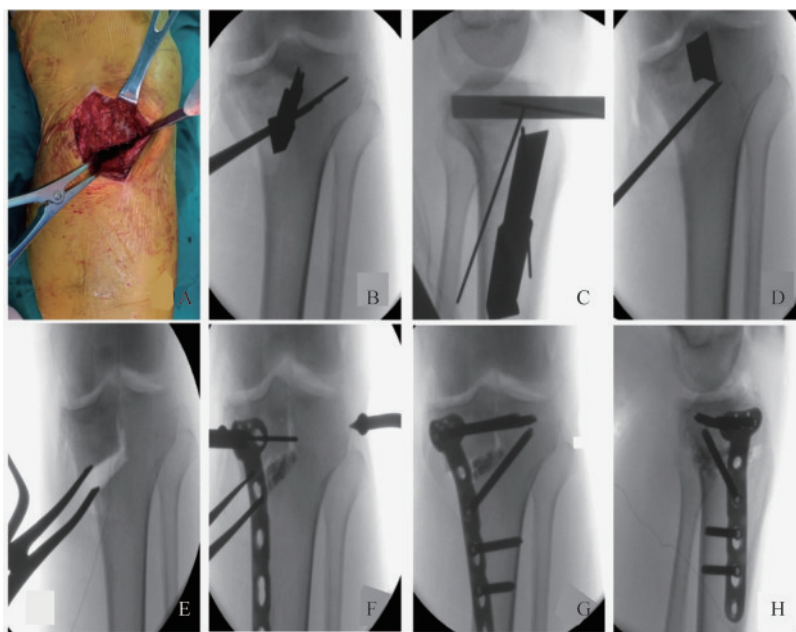
Arthroscopic photographs showing the medial tibial plateau collapsed with intact cartilage surface.

图2 关节镜检情况

Fig 2 Arthroscopic examination

骨外侧髁间隆起尖端向远处延伸(一般位于髌韧带内缘),两线交点为“L”型截骨线顶点。透视下插入2.0 mm 克氏针,横向克氏针方向与OWHTO技术相同(自内侧截骨线向上胫腓联合方向平行插入两枚),纵向克氏针自截骨线垂直向后插入,注意纵向克氏针无需穿透后侧皮质骨。用带有刻度的薄骨刀沿克氏针方向敲入截骨,截骨时尽量维持屈膝位,避免神经血管损伤。纵向截骨尽量保留胫骨近

端0.5 cm的距离,作为截骨绞链(图3B~D)。截骨完成后进行撑开,内侧的撑开器放置应偏后,避免平台后倾的情况发生。撑开角度可根据术前的设计或术中力线杆透视,以及内外侧平台面线夹角决定。透视确认截骨角度至目标角度(图3E),于胫骨前内侧插入T型钢板,置入螺钉,于截骨处填塞羟基磷灰石人工骨(图3F)。C臂机再次透视确认胫骨内侧平台高度恢复良好及内固定装置位置良好



A 48-year-old man with Schatzker type IV old fracture of medial tibial plateau with varus deformity was treated with TCVO. A: A medial longitudinal skin incision was made approximately 5-7 cm. B and C: The location of osteotomy was determined by guide wires. D: The direction of the sagittal cut should be from the medial to the tibial tuberosity to the center of the knee joint between the medial and lateral tibial spines. E: The transverse part of the osteotomy connects the base of the sagittal osteotomy to the medial proximal tibia and creates an “L” shape. F: Fixation of the osteotomy can be achieved with a locking “T” plate. Artificial bone substitute comprising hydroxy apatite was used to fill the osteotomy gap for the prevention of bleeding. G-H: As a result of the elevation of the medial tibial plateau, the congruence of the knee joint was improved.

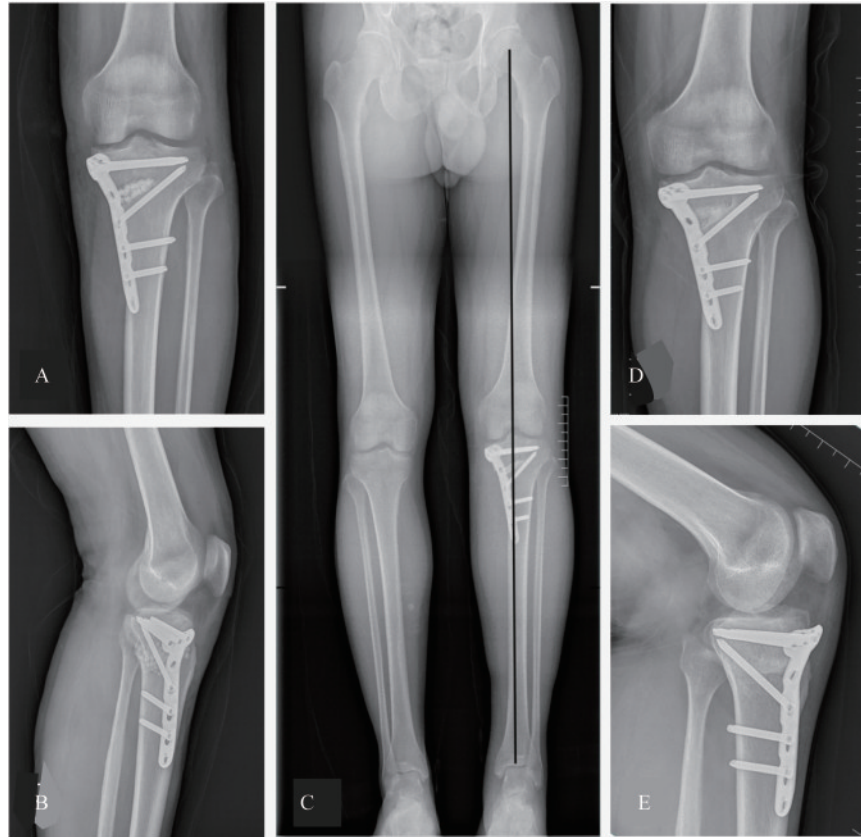
图3 TCVO术中截骨情况

Fig 3 Intraoperative osteotomy

(图3G~H)。冲洗术口,逐层缝合切口并包扎。

术后随访 患者术后第一天,开始进行踝关节跖屈和背伸,股四头肌等长收缩。膝关节可进行被动屈曲锻炼,拄拐不负重下地活动。术后第3天行下肢全长X线显示下肢力线满意,胫骨平台内侧畸

形纠正满意(图4A~C)。术后2周,切口愈合良好拆线。术后3个月复查,患者胫骨平台截骨处愈合良好(图4D~E),患者左膝无明显疼痛,屈曲 130° ,伸直 0° ,左足感觉活动功能正常。



A, B and C: Postoperative radiographs showing the plate in place, and good alignment of the knee as shown by the mechanical axis line after TCVO. D and E: Three months after TCVO, the tibial plateau osteotomy healed well.

图4 术后复查情况

Fig 4 Postoperative review

讨论 本病例为48岁男性患者,左膝关节摔伤后疼痛2年,关节镜下探查胫骨内侧平台明显塌陷,但关节软骨面未见明显损伤,影像学检查示左膝内侧平台陈旧性骨折,内侧平台塌陷 $>5\text{ mm}$,外侧关节间隙增宽。考虑患者为中年男性,从事重体力活动,查体左膝关节存在左右摆动现象,通过TCVO手术恢复下肢力线及关节面的平整,使内、外侧关节面同时闭合,增加关节的稳定性,避免后期诱发创伤性关节炎。

OWHTO是关节外手术,通过纠正下肢力线的偏移,解除内侧间室的异常负重载荷,延缓膝关节骨性关节炎的发生发展^[6]。有研究显示,OWHTO对关节外因素引起的内翻畸形常可取得不错的治

疗效果,但对于内侧平台塌陷或“宝塔型”胫骨平台等引起的关节内畸形往往效果不理想^[7]。由于此类关节内畸形内侧间室空虚,而外侧间室相对正常,胫骨相对股骨会左右摆动,类似“跷跷板”现象,因此,OWHTO虽可解除内侧的压力但外侧可能会出现新的不均匀压力,膝关节疼痛的缓解远期效果可能不佳^[8]。

相比OWHTO,TCVO是一种关节内截骨技术,通过“L”型截断胫骨内髁外翻撑开截骨面,对关节面可进行适应性调整,使关节内外侧关节面同时对合,从而消除了“跷跷板”状膝内翻畸形,侧边结构的平衡有助于术后稳定和维持矫正角度^[5]。TCVO通过恢复关节的一致性,增加胫骨平台和股

骨髓之间的接触面,改善关节稳定性,延缓了膝关节软骨面的磨损及退变^[9-10]。已有研究报道,TCVO可明显矫正关节线会聚角(joint line convergence angle, JLCA)^[11-13]。Higuchi等^[12]比较了HTO和TCVO影像学特点,发现TCVO在改变胫骨内侧平台凹陷、内侧胫骨近端角(medial proximal tibial angle, MPTA)及JLCA等方面优于HTO。他们认为在治疗胫骨内侧平台塌陷或倾斜、外侧间隙增宽、严重内翻-外翻关节不稳及晚期膝骨性关节炎的病例中,TCVO治疗效果更好。王峰等^[13]也认为TCVO对治疗膝关节外侧间隙增宽、JLCA增大的内翻型单间室膝关节骨关节炎具有良好的早期疗效,可以有效地矫正膝关节内翻畸形并外移下肢机械力线,缓解膝关节疼痛。研究结果显示,术后两年患者下肢机械轴百分比由术前 $3.78\% \pm 14.34\%$ 提高至 $66.16\% \pm 9.90\%$,JLCA由术前 $7.19^\circ \pm 2.69^\circ$ 降低至 $0.22^\circ \pm 2.09^\circ$,内、外侧关节间隙宽度分别由 $(2.45 \pm 0.23) \text{ mm}$ 、 $(5.86 \pm 0.25) \text{ mm}$ 矫正至 $(3.73 \pm 0.27) \text{ mm}$ 、 $(4.68 \pm 0.34) \text{ mm}$ ($P < 0.05$)。Wang等^[7]比较了OWHTO和TCVO治疗严重膝内翻畸形[术前胫股角(femorotibial angle, FTA) $\geq 185^\circ$]患者的影像学 and 临床结果,发现OWHTO组术后膝关节矫正不足的比例较高,认为TCVO更适合术前FTA $\geq 185^\circ$ 的膝内翻畸形。Bito等^[14]也证实胫骨内翻程度加深会导致OWHTO术后矫正不足的发生率增高。基于本病例及既往文献的报道,TCVO适合内侧平台塌陷、外侧关节间隙增宽、JLCA增大、FTA $\geq 185^\circ$ 的膝内翻畸形及Kellgren-Lawrence III或IV级的内翻型单间室膝关节骨关节炎患者^[5,7,12-13]。目前,关于TCVO更为细致的手术适应证尚无统一的说法,仍有待更加深入的研究和探索。

与OWHTO相比,TCVO在手术技术方面具有一定的优势。OWHTO以胫骨外侧皮质为旋转轴,通过逐步撑开内侧的楔形间隙以矫正下肢力线^[15]。因此,术中保持外侧皮质的完整性是OWHTO成功的重要保障^[16]。由于OWHTO需要在两个截骨平面保留胫骨结节,存在胫骨结节骨折的风险^[17]。铰链骨折是矫正角度丢失、关节失稳和截骨延迟愈合的关键因素^[18]。TCVO的截骨线未至外侧髁,铰链骨折的风险较低,截骨端稳定,有利于术后早期负重^[4]。然而,在矫正角度较大的情况下,建议在固定

锁定钢板之前,可经髁间隆起额外插入两枚空心螺钉,以防止髁间隆起撕脱。为了保护半月板及胫骨平台关节面免受医源性损伤,基于本病例和其他研究认为铰链点可选择3个位置,即髁间隆起的内侧缘、中心和外侧缘^[7]。据报道,开口角度越大,术中或术后铰链骨折的风险也越大^[19-20]。Wang等^[7]认为铰链点位于髁间隆起外侧缘时,其开口角度最小。目前为止,对于TCVO铰链点的选择没有达成共识。“L”形截骨应先从平行于内侧平台开始,然后向上移向铰链点。由于半月板的灵活性,间隙打开时可在铰链点处重塑。因此,应保持铰链点处关节面的完整,避免在铰链点处全切口关节面。Wang等^[7]和Higuchi等^[12]报道了TCVO手术可改善膝关节侧副韧带及十字交叉韧带的张力,这些韧带张力的增加有助于提高关节的稳定性。因此,不需要额外的韧带重建来提高关节的稳定性。此外,OWHTO的螺钉深度需深达胫骨外侧深处以支持负重,容易出现螺钉穿透皮质损伤后部软组织,而TCVO的螺钉深度一般仅过胫骨中线,避免了螺钉穿出外侧皮质的风险^[13]。

基于目前的结论^[5,11-12],TCVO存在以下优点:(1)可有效矫正下肢内翻畸形;(2)重建内侧平台高度,调节内、外侧不平衡的关节间隙,改善膝关节的稳定性;(3)铰链骨折风险较低;(4)通过关节内截骨,内外侧关节面同时对合,减少关节松弛;(5)由于截骨线未达胫骨外侧髁,可以早期负重;(6)术中减少胫骨的侧向关节半脱位方面优于HTO。TCVO与HTO相比需要更加精确的定位,目前TCVO可结合3D打印技术,可以在术前通过数字骨科技术测量畸形角度,打印骨骼解剖模型,精确规划手术方案,达到更好的矫形效果^[4]。

TCVO也存在一定的局限性,外翻矫正角度有限^[5]。TCVO只能矫正胫骨外翻到外侧关节复位的程度。对于某些严重的胫骨内翻畸形病例,外侧间室需要过度矫正,以使下肢的对齐变得足够外翻。由于这一手术不能直接改变软组织平衡,术后内侧紧绷和外侧松脱的情况可能仍然存在。因此,对胫骨严重的内翻畸形或者不存在外侧膝关节脱位的患者不适用。其次,TCVO为单平面截骨,不能处理前后方向的关节不稳,难以改善膝关节的屈曲挛缩,因此,术前膝关节屈曲挛缩畸形大于 10° 或屈曲活动不能达到 90° 可能是TCVO的禁忌证^[5,13]。

本例患者胫骨内侧平台陈旧性骨折(Schatzker IV型),内侧平台塌陷,属于关节内畸形,采用TCVO进行关节畸形矫正获得良好的手术效果。

作者贡献声明 陈礼阳 病例资料收集,文献检索,论文撰写。胡健 病例资料收集。易诚青 论文修改。刘丙立 手术操作,论文构思。

利益冲突声明 所有作者均声明不存在利益冲突。

参 考 文 献

- [1] 陆鸣,江正,尹力,等.单髁置换术治疗膝关节前内侧骨性关节炎的短期疗效[J].临床骨科杂志,2018,21(4):455-458.
- [2] JI W, LUO C, ZHAN S, *et al.* Combined proximal tibial osteotomy for varus osteoarthritis of the knee: Biomechanical tests and finite-element analyses [J]. *Knee*, 2020, 27(3):863-870.
- [3] 汪文博,康庆林.胫骨髁外翻截骨术[J].国际骨科学杂志,2017,38(4):221-223.
- [4] 王加宽,陈智博,王玉欢,等.定制3D打印截骨导板辅助胫骨髁外翻截骨术[J].中华关节外科杂志(电子版),2020,14(3):378-382.
- [5] KUWASHIMA U, YONEKURA A, ITOH M, *et al.* Tibial condylar valgus osteotomy-indications and technique [J]. *J Exp Orthop*, 2020, 7(1):30.
- [6] GAWEDA K, TARCZYNSKA M. Is the high tibial osteotomy (HTO) still a valid method for treatment of medial unicompartmental knee osteoarthritis? [J]. *J Invest Surg*, 2021, 34(6):662-663.
- [7] WANG X, SHI L, ZHANG R, *et al.* Salvage of severe knee osteoarthritis: efficacy of tibial condylar valgus osteotomy versus open wedge high tibial osteotomy [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1):451.
- [8] KAMADA S, SHIOTA E, SAEKI K, *et al.* Severe varus knees result in a high rate of undercorrection of lower limb alignment after opening wedge high tibial osteotomy [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2019, 27(2):2309499019846660.
- [9] TERAMOTO T, HARADA S, TAKENAKA N, *et al.* Tibial condylar valgus osteotomy (TCVO): Surgical technique and clinical results for knee osteoarthritis with varus deformity [J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2021, 22: 101589.
- [10] WATANABE Y, TAKENAKA N, KINUGASA K, *et al.* Intra- and extra-articular deformity of lower limb: tibial condylar valgus osteotomy (TCVO) and distal tibial oblique osteotomy (DToo) for reconstruction of joint congruency [J]. *Adv Orthop*, 2019, 2019:8605674.
- [11] CHIBA K, YONEKURA A, MIYAMOTO T, *et al.* Tibial condylar valgus osteotomy (TCVO) for osteoarthritis of the knee: 5-year clinical and radiological results [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, 137(3):303-310.
- [12] HIGUCHI T, KOSEKI H, YONEKURA A, *et al.* Comparison of radiological features of high tibial osteotomy and tibial condylar valgus osteotomy [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1):409.
- [13] 王峰,孔令驰,徐佳,等.内翻型单间室膝关节骨关节炎胫骨髁外翻截骨术的临床疗效[J].中华骨科杂志,2021,41(18):1315-1323.
- [14] BITO H, TAKEUCHI R, KUMAGAI K, *et al.* A predictive factor for acquiring an ideal lower limb realignment after opening-wedge high tibial osteotomy [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2009, 17(4):382-389.
- [15] 邹松玮,罗斯敏,张还添,等.胫骨高位截骨术治疗膝内侧间室骨关节炎的疗效分析[J].中华关节外科杂志(电子版),2021,15(1):33-38.
- [16] KOH YG, SON J, KIM HJ, *et al.* Multi-objective design optimization of high tibial osteotomy for improvement of biomechanical effect by using finite element analysis [J]. *J Orthop Res*, 2018, 36(11):2956-2965.
- [17] VAN HOUTEN AH, HEESTERBEEK PJ, VAN HEERWAARDEN RJ, *et al.* Medial open wedge high tibial osteotomy: can delayed or nonunion be predicted? [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472(4):1217-1223.
- [18] SONG KY, KOH IJ, KIM MS, *et al.* Early experience of lateral hinge fracture during medial opening-wedge high tibial osteotomy: incidence and clinical outcomes [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(2):161-169.
- [19] JUNG KA, LEE SC, AHN NK, *et al.* Radiographic healing with hemispherical allogeneic femoral head bone grafting for opening-wedge high tibial osteotomy [J]. *Arthroscopy*, 2010, 26(12):1617-1624.
- [20] MILLER BS, DOWNIE B, MCDONOUGH EB, *et al.* Complications after medial opening wedge high tibial osteotomy [J]. *Arthroscopy*, 2009, 25(6):639-646.

(收稿日期:2022-01-04;编辑:王蔚)