

3D 个性化导板在胫骨闭合性截骨中的应用 1 例报告

王 健 余家阔*

(北京大学第三医院运动医学科 运动医学关节伤病北京市重点实验室, 北京 100191)

文献标识: B

文章编号: 1009-6604(2022)09-0748-04

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2022.09.012

胫骨高位截骨术 (high tibial osteotomy, HTO) 适用于胫股关节单侧间室骨关节炎的较年轻患者, 通过调整下肢的力线, 减轻受影响的关节间室的负荷, 达到缓解关节疼痛的效果^[1]。HTO 和关节置换术都可以治疗膝关节骨关节炎, 由于手术本身对关节内没有影响, 对于较年轻的骨性关节炎患者, HTO 具有保留活动度和关节功能的优点^[1,2]。2021 年 9 月我们对 1 例胫骨外侧平台骨折术后膝骨性关节炎、膝外翻患者在闭合式楔形胫骨截骨术中使用 3D 个性化手术器械 (patient specific instrumentation, PSI) 矫正外翻对线不良, 报道如下。

1 临床资料

女, 35 岁, 因右膝反复疼痛 30 个月于 2021 年 7 月就诊于我院。患者 30 个月前因车祸致右膝胫骨外侧平台骨折, 外院急诊行骨折复位内固定术, 术后出现右膝外翻畸形, 并逐渐出现行走时右膝前外侧疼痛, 18 个月前手术拆除内固定, 行走疼痛症状仍反复发作, 无休息痛, 蹲起困难。此次就诊拟解决右膝关节疼痛及外翻畸形。门诊查体: 身高 167 cm, 体重 70 kg, 右膝外翻畸形, 膝关节无明显肿胀, 活动度正常, 前外侧间隙可及压痛, 韧带稳定性正常, 膝关节正侧位显示右膝骨性关节炎, 骨性关节炎分级 (Kellgren-Lawrence 分级)^[3] II 级^[3], 可见髁间棘明显增生形成骨赘, 间隙狭窄不明显 (图 1), 膝关节 MRI 显示外侧平台后方关节软骨损伤 (图 2)。门诊初步诊断右膝骨性关节炎, 膝外翻畸形。患者因外伤及力线异常引起的症状, 拟行截骨手术矫正膝关节外

翻畸形来改善症状。门诊行下肢全长、膝关节薄层 CT 扫描, 根据进一步检查结果制定具体手术计划。下肢全长力线测量显示外翻 6.5°, 股骨远端外侧角 (lateral distal femoral angle, LDFA) 87.9°, 胫骨近端内侧角 (medial proximal tibial angle, MPTA) 95.7° (图 3), 畸形位于胫骨端, 拟进行高位胫骨闭合截骨手术。患者骨性关节炎程度不严重, 间隙没有明显狭窄, 力线拟调整至中立位, 通过下肢全长拟矫正角度 6.7°, 截骨宽度 7.7 mm (图 4)。根据下肢全长及膝关节薄层 CT 设计 3D PSI 导板 (金属锁定接骨板系统, 爱湃斯生技股份有限公司, 批文号: 国械注许 20193130081), 通过 CT 进行模拟截骨情况, 见图 5。

2021 年 9 月 24 日入院, 术前准备充分后 2021 年 9 月 26 日手术。仰卧位, 椎管内麻醉。取膝原内侧纵切口, 位于胫骨结节内侧, 长约 6 cm, 切开皮肤、皮下组织, 显露鹅足上缘, 在鹅足上缘水平剥离内侧副韧带浅层结构及骨膜, 充分暴露胫骨近端内侧骨面, 前方至胫骨结节内侧缘, 后方至胫骨内侧后缘骨脊, 暴露骨面后将 PSI 导板放置在内侧骨面上, 后缘于骨脊后缘吻合, 通过上下移动导板找到最贴合位置 (图 6)。通过导板上孔道钻入 2 枚 2.0 mm 直径克氏针, 透视下确认轴点是否准确。确定后再钻入 4 枚克氏针固定导板, 拔除指向轴点的克氏针, 通过导板进行截骨。采用双平面截骨, 胫骨结节处截透至对侧皮质, 通过透视确认楔形截骨深度, 防止合页处骨折。截骨完成后取出楔形骨块, 闭合截骨间隙后通过透视确定力线是否合适。确认满意后置入钢板进行内固定。术中透视共 8 次, 克氏针定位、

* 通讯作者, E-mail: yujiakuo@126.com

截骨深度确认、力线(3 个位置)以及钢板放置位置(正侧位及调整 1 次)。截骨手术时间 58 min,出血量 20 ml。

术后下肢全长片显示力线为中立位,达到术前规划结果(图 7),下肢力线为 0° ,MPTA 为 86.5° 。术后第 3 天出院。术后第 4 天开始进行屈膝练习,术后可全负重。术后 2 周切口愈合好,顺利拆线。术后 6 周复查患者步态已恢复正常,术前疼痛症状已缓解,查体膝关节活动度正常,膝关节无肿胀,膝关节稳定性良好,X 线显示截骨处无明显异常,内固定牢固(图 8)。患者对手术效果很满意,已完全恢复日常生活及工作。术后 6 个月随访,日常生活无不适,偶尔跑步无不适,因有顾虑尚未开始常规体育活动,查体膝关节未见异常体征。

2 讨论

膝关节骨性关节炎常发生于内侧间室,HTO 通常用来进行内侧间室骨性关节炎膝内翻的治疗,对于膝外翻的骨性关节炎的治疗相对较少。合并膝外翻的外侧间室的骨性关节炎多见于外侧半月板切除术后,此外骨折和其他创伤,先天性和后天畸形以及特发性骨坏死引起的外侧间室骨性关节炎都是截骨的适应证^[4]。患者年龄并不是截骨手术的禁忌,但一般年龄不超过 65 岁。由于截骨术是关节外手术,对于膝关节活动度明显受限的患者并不适合;严重外翻畸形如果伴有 >1 cm 的胫骨半脱位,是截骨术的绝对禁忌证^[4]。本例因为外侧平台骨折造成关节面的软骨损伤,并出现外翻畸形,引起膝关节外侧早期的骨性关节炎,是截骨治疗的合适指征。

外侧间室的骨性关节炎的骨性结构异常通常发生在股骨端,LDFA $<87^\circ$,截骨治疗通常在股骨远端,采用股骨远端截骨(distal femoral osteotomy, DFO)方法。本例关节外畸形是发生在胫骨侧,股骨无明显畸形,所以需要进行胫骨截骨。如果选择股骨远端截骨,即使整体力线校正满意,但术后的关节面倾斜角度仍过大。Coventry^[5]、Chambat 等^[6]研究认为冠状面上关节面倾斜不能超过 10° 。如果倾斜角度 $>10^\circ$,胫骨会逐渐向外侧半脱位^[7],在膝关节正位片上,股骨有从胫骨内侧平台上脱落的趋势。虽然该例患者外翻畸形角度不大,即使从股骨侧截骨关节面切斜角度也不会 $>10^\circ$,但这种剪切力会增

加关节外侧的负荷,影响术后长期效果。膝外翻患者可选择胫骨外侧撑开截骨或胫骨内侧闭合截骨,外侧撑开截骨创伤大,血管神经损伤风险高,而且对于需要校正过多的患者需要同时进行腓骨截骨以及植骨促进愈合。内侧闭合截骨相对安全,无需骨移植填充间隙,通常在手术后 4 周内愈合,术后康复快,骨折愈合快,但也有肢体短缩的影响,因此,适合于截骨量较少的患者。本例通过术前规划截骨量 7 mm 左右,完全适合胫骨内侧闭合截骨。

HTO 是通过改变力线来减少单侧间室的负荷来改善症状。由于内侧间室面积大,对于正常人内侧间室的负荷要大于外侧间室。内侧间室骨性关节炎的截骨矫形一般要过度校正,力线通过外侧间室,达到轻度外翻,这样才能明显的减轻内侧间室的负荷。中立位时外侧间室负荷仍较内侧略大,但差别较小,然而内翻时内侧间隙压力会明显增大^[8],因此,对于膝外翻患者的力线校正,为防止内侧间室负荷过大术前制定计划截骨放在接近中立位($48\% \sim 50\%$)^[4],本例选择中立位(50%)。

闭合截骨对于截骨精度要求较高,术前规划要精准,同时术中操作也要准确。术前规划只选用 X 片精度还是有偏差的,术前结合薄层扫描 CT 能提高精确度。如果术中截骨不准确术中调整难度高,明显增加操作时间和透视次数。为提高手术的准确性和手术效率,PSI 导板被引入临床,已广泛应用于撑开截骨矫正膝内翻畸形。闭合截骨冠状面截骨需要进行 2 次截骨,虽然可以通过术前规划及术中透视下反复校对完成,但效率低,手术时间长,通过 PSI 能够提高精准性,尤其是减少透视操作能够极大节省手术时间。

3D 打印 PSI 导板辅助胫骨高位截骨术的准确性和安全性研究在胫骨高位内侧撑开截骨方面已得到验证^[9,10],尤其是 PSI 导板术前通过 CT 三维重建方法设计,不仅对于冠状位力线的纠正方面准确度高,同时对于矢状位后倾角度的调整也有优势^[10]。PSI 使用时导板位置要准确,否则会影响手术过程。PSI 放置失误,在可能的自由度范围内,PSI 的错位对力线的矫正没有相关影响,手术失败最容易发生的平面是矢状面^[11]。为提高 PSI 的放置,需要良好的暴露胫骨内侧面,对于内侧副韧带浅层的剥离要充分,最新研究^[12]显示内侧副韧带浅层的横向切断

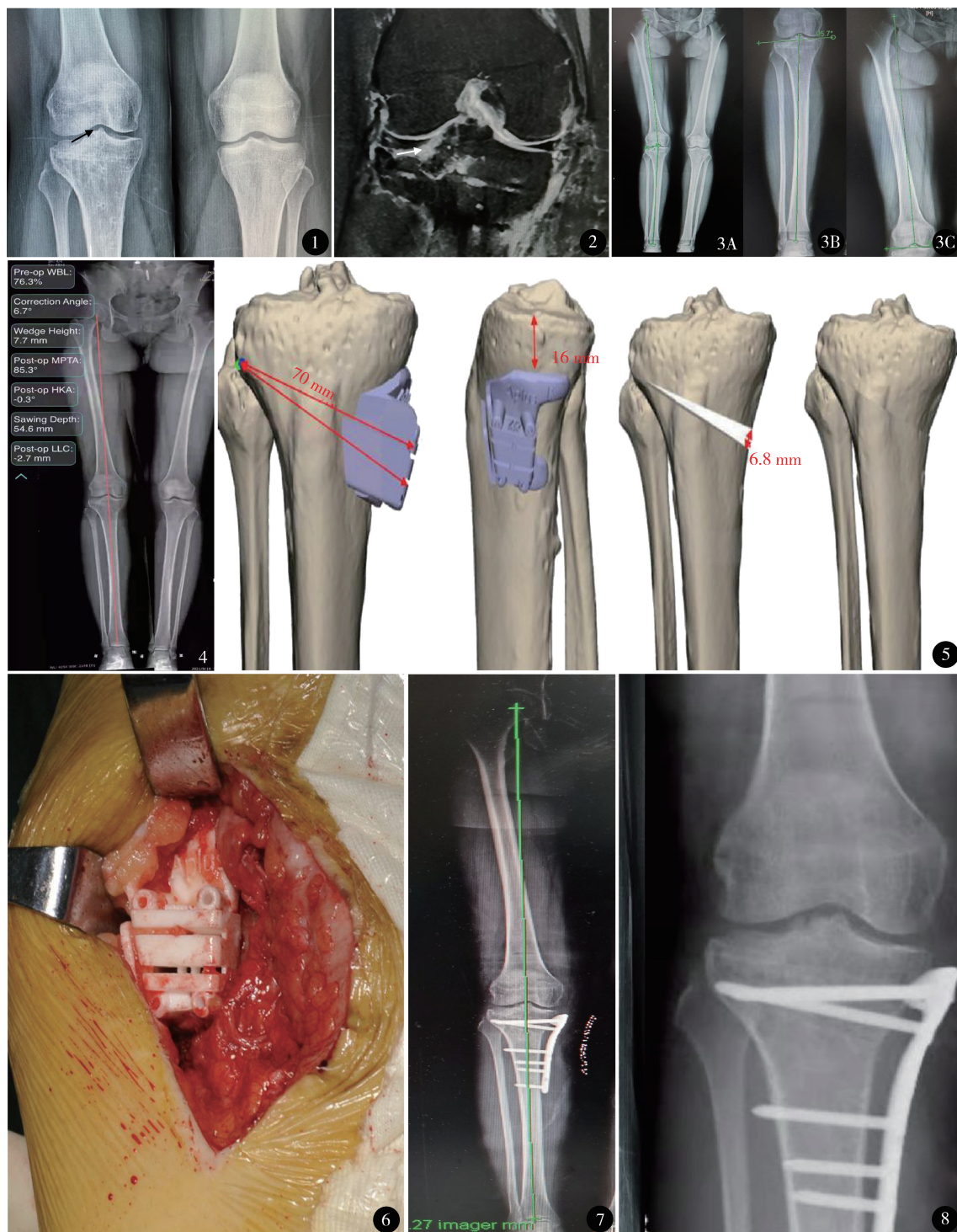


图 1 双膝关节正位片,右膝关节间棘明显骨赘形成,关节间隙无明显狭窄,Kellgren-Lawrence 分级 II 级 图 2 膝关节冠状位 MRI 可见平台外侧面软骨变薄,软骨下骨不规则 图 3 术前下肢全长片 A. 测量下肢力线外翻 6.5° ; B. 测量 MPTA 95.7° ; C. 测量 LDFA 87.9° 图 4 术前通过下肢全长模拟截骨,拟纠正角度 6.7° ,截骨宽度 7.7 mm 图 5 术前通过 CT 模拟截骨,术前预计的截骨面宽度(包括导板)、PSI 导板的位置以及拟截骨的高度 图 6 术中放置 PSI 导板 图 7 术后下肢全长见力线正常,达到术前规划,下肢力线为 0° ,MPTA 为 86.5° 图 8 术后 6 周正位 X 线片示截骨面无张开松动,内固定牢固

并不会增加内侧的不稳定,使用 PSI 时较大范围的剥离是否对之后的内侧不稳定有影响需要长期的研究证实。

目前,PSI 在截骨中的应用主要体现在截骨导板方面,个性化的固定钢板方面的开发应用仍不足,尤其是国内方面这方面的工作仍需加强。个性化设备在骨关节手术中的应用越来越广泛,临床也验证其准确性,采用 PSI 导板能提高截骨精确性和操作效率,对于闭合性截骨的适用性更好。

参考文献

1 Black MS, d'Entremont AG, McCormack RG, et al. The effect of wedge and tibial slope angles on knee contact pressure and kinematics following medial opening-wedge high tibial osteotomy. Clin Biomech (Bristol, Avon),2018,51(1):17-25.

2 Akamatsu Y, Mitsugi N, Mochida Y, et al. Navigated opening wedge high tibial osteotomy improves intraoperative correction angle compared with conventional method. Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc,2012,20(3):586-593.

3 Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in brief; Kellgren-Lawrence classification of osteoarthritis. Clin Orthop Relat Res,2016,474(8):1886-1893.

4 Puddu G, Cipolla M, Cerullo G, et al. Which osteotomy for a valgus knee? Int Orthop,2010,34(2):239-247.

5 Coventry MB. Proximal tibial varus osteotomy for osteoarthritis of the lateral compartment of the knee. J Bone Jt Surg Am,1987,69(1):

32-38.

6 Chambat P, Aït Si Selmi T, Dejour D. Varus tibial osteotomy. In: Osteotomies about the athletic knee. Oper Tech Sports Med,2000,8(1):44-47.

7 Shoji H, Insall J. High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee with valgus deformity. J Bone Jt Surg Am,1973,55(5):963-973.

8 Agneskirchner JD, Hurschler C, Wrann CD, et al. The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: a biomechanical study. Arthroscopy, 2007,23(8):852-861.

9 王兴山,黄野,柳剑,等. 3D 打印截骨导板辅助胫骨高位截骨术的准确性和安全性研究. 实用骨科杂志,2021,27(10):865-869.

10 Fucentese SF, Meier P, Jud L, et al. Accuracy of 3D-planned patient specific instrumentation in high tibial open wedge valgisation osteotomy. J Exp Orthop,2020,7(1):7.

11 Jud L, Färnstahl P, Vlachopoulos L, et al. Malpositioning of patient-specific instruments within the possible degrees of freedom in high-tibial osteotomy has no considerable influence on mechanical leg axis correction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2020,28(5):1356-1364.

12 Kim JH, Ryu DJ, Lee SS, et al. Does transection of the superficial MCL during HTO result in progressive valgus instability? Am J Sports Med,2022,50(1):142-151.

(收稿日期:2022-03-28)

(修回日期:2022-08-23)

(责任编辑:李贺琼)