

· 综述 ·

# 胫骨后外侧平台骨折的常用手术入路<sup>△</sup>

朱富康, 吴骐鸿, 黄玉成, 王俊文\*

(华中科技大学同济医学院附属普爱医院骨科, 湖北武汉 430030)

**摘要:** 目前对于胫骨后外侧平台骨折 (posterolateral tibial fractures, PLFs) 的手术治疗方案尚无统一标准, 胫骨后外侧平台解剖结构复杂, 后外侧平台邻近腓骨小头、腓总神经、腓血管, 又被强韧的腓肌及关节囊包裹。经传统前外侧入路暴露难以实现后外侧骨块的直接可视化。传统的前外侧入路术中视野受限。因此恢复 PLFs 后关节面的平整外形、轴向解剖对位以及实现骨性及韧带结构的稳定, 仍然是一个挑战。本文将对 PLFs 的常用手术入路作一综述, 为临床医生提供参考。

**关键词:** 后外侧胫骨平台骨折, 手术入路, 切开复位内固定

**中图分类号:** R683.42      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 16-1478-05

**Common surgical approaches for posterolateral tibial plateau fractures // ZHU Fu-kang, WU Qi-hong, HUANG Yu-cheng, WANG Jun-wen. Department of Traumatic Orthopaedics, Wuhan Puai Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China**

**Abstract:** Currently there is no consensus on the surgical treatment of the posterolateral tibial fractures (PLFs). The posterolateral tibial plateau is a complex anatomical structure, which is adjacent to the fibular head, common peroneal nerve, popliteal blood vessel, and surrounded by the strong popliteal muscle and capsule. The traditional anterolateral approach can not achieve the direct visualization of the PLFs. Therefore, restoring the flat shape of the articular surface, the anatomical axial alignment, and achieving the bone and ligament structure stability for the PLFs remain challenging.

**Key words:** posterolateral tibial plateau fracture, surgical approach, open reduction and internal fixation

胫骨后外侧平台骨折 (posterolateral tibial fractures, PLFs) 占平台骨折总数的 15%~44.2%<sup>[1-3]</sup>, 其损伤机制为膝关节屈曲外翻的情况下承受轴向外力作用。此外, 股骨外髁骨密度大于胫骨外侧平台, 因而容易发生 PLFs<sup>[4]</sup>。PLFs 常呈现为圆锥形态, 且关节内面积占比较小<sup>[5]</sup>。但 35% 的 PLFs 呈复杂的骨折形态, 与受伤过程中膝关节受力的方式和大小有重要关系<sup>[6, 7]</sup>。PLFs 术后的长期预后与关节面解剖复位与否紧密相关。Singleton 等<sup>[8]</sup> 研究发现术后关节台阶畸形愈合 <2.5 mm 可改善膝关节功能。Parkkinen 等<sup>[9]</sup> 也证明台阶畸形 <2 mm 的患者术后 4 年骨关节炎发展更缓慢。在 PLFs 治疗中, 关节面未能充分暴露是手术失败的主要原因<sup>[10]</sup>, 同时也是术后畸形愈合的最危险因素<sup>[11, 12]</sup>。因此采用何种手术方式治疗 PLFs 尤为重要。笔者针对 PLFs 的常用手术入路进行综述, 为临床诊疗提供借鉴。

## 1 非截骨入路

### 1.1 腓骨上入路

腓骨上入路在很多文献中被称为改良前外侧或扩展前外侧入路。该入路通过腓侧副韧带和后外侧平台边缘之间的间隙进入后外侧平台 (图 1a), 进而对后侧骨折块进行处理。该入路最适用于合并前外侧骨折的 PLFs 患者, 同时也适用于孤立的或主要为 PLFs 的患者。可在仰卧位进行, 无需解剖和显露腓神经。但手术操作过程中需要对外侧副韧带进行牵拉, 有可能会造成医源性损伤。前外侧入路有 1 个重要的弊端就是无法充分固定后外侧骨折块, 但已有学者在这方面取得了初步研究成果。Cho 等<sup>[13]</sup> 通过腓骨上入路放置边缘钢板治疗 7 例 PLFs 病例中, 5 例术后关节活动度完全恢复, 所有患者均未出现术后并发症 (图

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.16.08

△基金项目:武汉市卫健委资助项目(编号:WX21B13、WX17A06)

作者简介:朱富康,在读硕士研究生,研究方向:创伤外科,(电话)15972927157,(电子信箱)zhufk@hust.edu.cn

\*通信作者:王俊文,(电话)13886061010,(电子信箱)wjw0713@163.com

1b)。Ren等<sup>[14]</sup>也使用一种弯曲支撑板通过腓骨上入路在外侧有效固定后外侧骨折块，8例患者的术后随访中，所有患者均获得影像学骨愈合，无感染、置入物松动、神经损伤等并发症出现（图1c, 1d），但这种固定方式与前者相比没有后侧扶壁作用。胡孙君等<sup>[15]</sup>使用水平箍钢板排伐螺钉治疗孤立后外侧平台骨折，患者满意率达100%。Delcogliano等<sup>[16]</sup>在关节镜的辅助下放置边缘钢板微创治疗PLFs，发现可获得更好的骨折复位，降低术后并发症发生率。与经后侧入路放置内固定相比，前外侧入路软组织创伤小，保持后外侧结构的稳定，避免了相关血管、神经损伤，但上述的样本数较少，仍需进一步与后侧扶壁钢板进行生物力学研究比较。在后侧粉碎性的病例中使用此类方法往往十分困难，所以应当在术前使用影像学检查筛选出合适的诊疗对象。

### 1.2 后内侧入路

后内侧入路是治疗PLFs的常用入路方式，最先由Trickey用于治疗交叉韧带损伤<sup>[17]</sup>。在漂浮体位下做后内侧倒“L”形切口，切口从腘窝中心处起始，在腘窝内侧转向远端，术中要避免损伤腓肠神经和小隐静脉。向外侧牵拉腓肠肌的内侧头，以此保护腘窝处血管神经束，但术中牵拉腓肠肌有迟发性马蹄足畸形风险存在。要特别注意解剖分离均应当在腓肌下进行，对后外侧区域进行显露的同时可对内侧与后外侧平台骨折进行处理。既往研究证实使用后内侧入路治疗PLFs的预后优于预期评估，并且骨折复位和关节功能评分之间存在显著相关性<sup>[18]</sup>。在高能量损伤复杂PLFs患者中，Berber等<sup>[19]</sup>使用后内侧入路治疗16例，只有2例术后膝关节活动度减小，15例实现了解剖复位。Pierrie等<sup>[20]</sup>通过尸体解剖研究，发现前外侧联合后内侧入路可以暴露胫骨后侧近端几乎所有的区域。但同时任何前外侧胫骨平台骨折都需要通过另一前外侧入路处理，这需要术中改变体位，由此也带来了双切口术后皮肤感染和短暂隐神经失用等并发症风险<sup>[21]</sup>。有作者在17例PLFs患者中使用联合入路双钢板方法治疗，术后伤口平均愈合时间为2周，平均HSS评分为92.5分，平均膝关节活动度为125°，仅2例切口出现感染<sup>[22]</sup>。后内侧入路虽然可以放置扶壁钢板，但无法保证置入螺钉方向的有效性，因为当有软组织阻碍时可能无法垂直骨折线置入螺钉。值得注意的是，后外侧和后内侧入路均可以实现PLFs的扶壁固定，二者如何选择是一个问题。Orapiriyakul等<sup>[23]</sup>对20具尸体下肢进行了解剖，将

胫骨平台后髁中点（S）至腓骨头前的外侧平台边缘（L）距离定义为外侧平台宽度，研究发现累及后侧平台内侧至SL宽度44%以内的骨折块可通过后内侧入路获得良好的暴露，而骨折累及SL宽度44%~81%者需通过后外侧入路暴露，位于81%之外者属于后外侧入路的相对盲区，可能需要结合前外侧入路进行骨折块的暴露（图1e）。无论何种入路，术中应尽可能地选择较短的“T”形钢板，因胫前动脉在腓骨头关节面下方（36.5±6.0）mm处<sup>[24]</sup>，若骨折累及胫骨后侧干骺端较低位置时，术中需要良好显露胫前动脉分支，可在必要时切开骨间膜增加血管活动度。

### 1.3 Frosch入路

为了更好地处理涉及前外侧的PLFs复杂骨折类型，实现后方骨折块直接可视化的同时进行前方骨折块的手术操作，2010年Frosch<sup>[25]</sup>描述了一种新颖的入路。患者俯卧位，手术在1个切口上利用2个手术窗口进行。前外侧关节切开术暴露观察关节面，后外侧手术窗用于进行骨折块复位和直接的扶壁钢板固定，在此之后该入路广受临床医生喜爱<sup>[26, 27]</sup>。Yi等<sup>[28]</sup>为了降低较大的内固定对后方血管、神经造成医源性损伤风险，同时为了更好地处理后方压缩的关节面从而实现更稳定的内固定，在改良Frosch入路下放置T形桡骨远端钢板修剪成的L形桶箍钢板，作者认为其改进的手术入路创伤更小，血管、神经损伤风险更低，新型内固定方式可以抵抗水平应力并且为膝关节骨性结构提供稳定性，复位破裂的后外侧平台边缘的同时可以为压缩的平台提供木筏效应，尽早实现关节的满意活动度（图1f, 1g）。治疗11例后外侧压缩型骨折中均未出现并发症。然而，这种技术不适合粉碎性后外侧骨折和胫骨平台与腓骨头距离<1cm的骨折。同样，为了减小切口长度，更容易地暴露外侧平台，降低后外侧角损伤风险和解决常需要进行额外腓骨截骨等问题，Mancini等<sup>[29]</sup>采用12cm切口的改良Frosch入路（图1h），11例患者手术中均获得良好的骨折复位和稳定，预后均十分满意。Frosch入路缩短手术时间的同时避免了后外侧或后内侧联合前外侧双切口对皮瓣血运的影响，但以上手术入路均需要术者熟悉并掌握后侧解剖结构，术中首先分离保护腓总神经，结扎膝下外侧动脉。Frosch入路同后外侧入路一样无法向远端过度延伸，因在关节面下方有神经血管束穿过骨间膜。同时，在取出后侧内固定物时容易造成医源性血管损伤<sup>[30]</sup>。

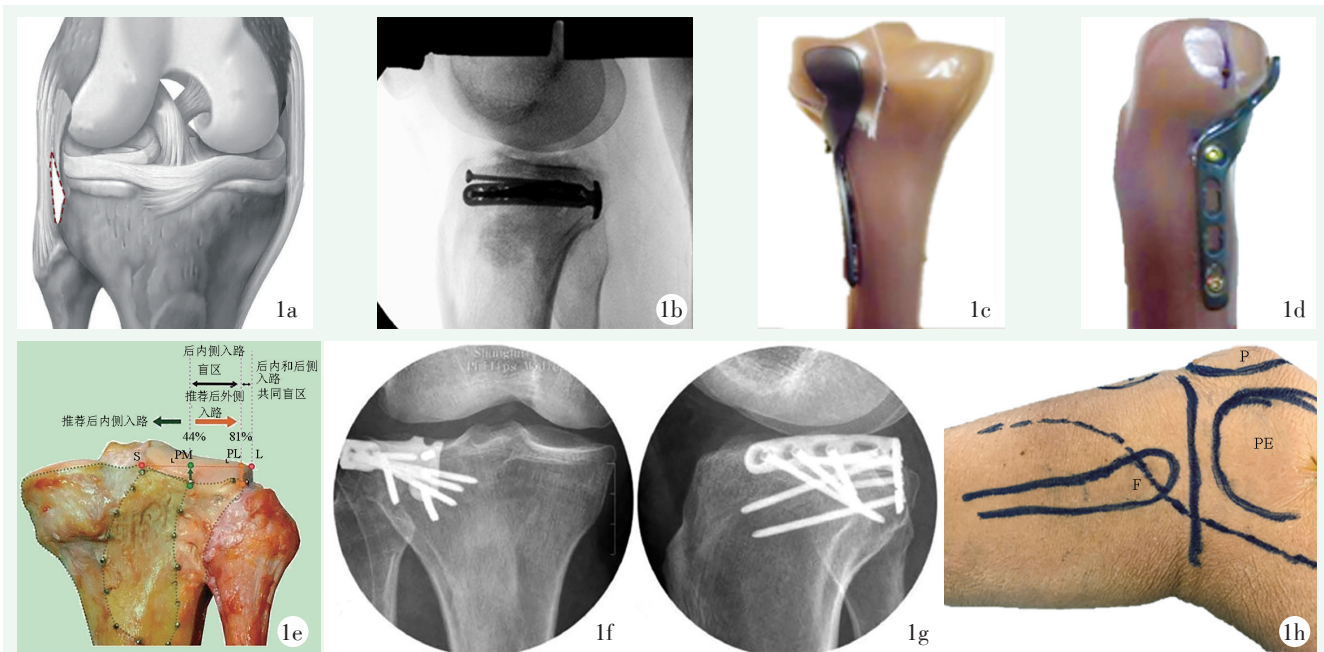


图 1 胫骨后外侧平台骨折的常用手术入路 1a: 图中虚线所标明的区域即为腓侧副韧带与后外侧平台边缘之间的间隙<sup>[16]</sup> 1b: Cho 等<sup>[13]</sup> 利用腓侧副韧带与后外侧平台间隙放置边缘钢板固定 PLFs 1c, 1d: Ren 等<sup>[14]</sup> 设计的弯曲支撑板, 后视图和侧视图 1e: 后内侧入路与后外侧入路显露的后方区域<sup>[23]</sup>。S 为胫骨平台后髁中点, L 为腓骨头前的外侧平台边缘, PM 代表后内侧入路, PL 为后外侧入路 1f, 1g: Yi 等<sup>[28]</sup> 在改良 Frosch 入路中放置 T 形桡骨远端钢板修剪成的 L 形桶箍钢板 (正位片和侧位片) 1h: Mancini 等<sup>[29]</sup> 改良 Frosch 入路切口示意图。切皮前必须确定解剖标志: 腓骨头 (F)、髌骨 (P)、膝关节线、胫骨嵴、股骨外髁 (PE)

## 2 截骨入路

截骨入路增加了后外侧平台关节面的暴露面积, 但存在骨折不愈合风险, 并且可能增加了患者骨折的严重程度, 可能提高了骨折的分级等问题。许多医生对此心存顾虑。但从理论上讲, 截骨部位周围软组织有较好的愈合能力, 骨折不愈合情况不太可能发生<sup>[31, 32]</sup>。

### 2.1 股骨外上髁截骨术

股骨外侧髁截骨术在 PLFs 治疗中是一种重要的补充入路。在前外侧髌旁垂直作长约 10 cm 手术切口, 屈曲膝关节, 暴露股骨外上髁, 预先钻孔并连同外侧副韧带和腓肌腱附着点一块做 2 cm×2 cm、深度至少为 1 cm 的截骨块, 将其向后下方翻转, 结合半月板下入路暴露平台后外侧, 恢复平台高度并进行植骨填塞缺损区, 使用拉力螺钉复位截骨块。股骨外髁截骨术可以直接暴露约 83% 胫骨后外侧平台<sup>[33]</sup>, 暴露面积可与腓骨截骨术相媲美, 此外软组织损伤较腓骨截骨术小, 不会损伤后外侧韧带复合体等结构。Frosch<sup>[34]</sup> 认为股骨外上髁截骨术在截骨术中技术要求最简单, 无需暴露腓总神经, 手术风险低, 并发症

少, 因此, 在常规前外侧入路无法充分暴露后外侧平台骨折块时, 作者建议优先采用股骨外上髁截骨术。但也有学者指出, 股骨外上髁截骨术无法直接观察胫骨后部干骺端骨折块的情况, 无法放置平行于后方劈裂骨折面的扶壁钢板<sup>[32]</sup>。关于经股骨外侧髁截骨治疗效果的相关研究则较少, 根据国外相关文献研究, 在小样本人群中还没有相关并发症的报道<sup>[32, 35, 36]</sup>。

### 2.2 胫骨外髁截骨术

因胫骨后外侧平台骨折块常被腓骨头和后外侧韧带结构遮挡, 通过前外侧入路观察和复位骨折块具有挑战性。通过解剖认识, 很多医师通过胫骨外髁截骨术暴露后外侧平台<sup>[37-39]</sup>。自胫骨嵴外侧作切口, 经 Gerdy 结节和腓骨头中心向后上方延伸, 向下沿胫骨嵴外侧少量剥离胫骨前肌附着点, 切开关节囊, 保护半月板, 向上牵拉半月板暴露关节面。用骨刀做胫骨外髁纵行截骨, 向外翻转截骨块, 暴露后外侧平台。截骨线的位置需要结合后外侧平台骨折块位置、内固定放置位置综合考虑。要求既要避开关节负重面, 又能同时直达后外侧平台骨折块<sup>[40]</sup>。此术式较标准前外侧入路增加了关节面可视度, 神经、血管损伤风险低, 但有学者指出, 骨折复位后可视化不足, 尤其是



涉及中央节段平台时, 术后复位不良风险较高<sup>[34]</sup>。为了解决术中暴露不充分或反复截骨加重损伤等问题, 焦竞等<sup>[38]</sup>结合3D打印技术进行精确截骨。在47例高能量损伤患者中, 合并髁间骨折塌陷39例, 术后1年膝关节HSS平均评分82.67分, 优良率89.9%, 这为术中精准复位提供了新的诊疗思路。

### 3 结语及展望

PLFs在临床中并不少见, 治疗PLFs时, 对骨折类型和解剖学的详细了解是取得成功的基础。手术入路的选择必须在详细分析了骨折类型后结合医生的经验, 才能实现最大化后外侧关节面暴露的同时尽量降低术后并发症风险。有些内固定方式为临床医师提供了新的治疗思路, 随着医师手术技术的提高和内固定器械的快速更新, 在治疗PLFs时微创技术必将得到长足发展, PLFs治疗共识还需要专家们共同商榷, 从而更好地指导临床工作。

### 参考文献

- [1] Zhai Q, Luo C, Zhu Y, et al. Morphological characteristics of split-depression fractures of the lateral tibial plateau (Schatzker type II): a computer-tomography-based study [J]. *Int Orthop*, 2013, 37 (5): 911-917.
- [2] Sohn H, Yoon Y, Cho J, et al. Incidence and fracture morphology of posterolateral fragments in lateral and bicondylar tibial plateau fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2015, 29 (2): 91-97.
- [3] Zhu Y, Meili S, Dong M, et al. Pathoanatomy and incidence of the posterolateral fractures in bicondylar tibial plateau fractures: a clinical computed tomography-based measurement and the associated biomechanical model simulation [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2014, 134 (10): 1369-1380.
- [4] Stahel PF, Smith WR, Morgan SJ. Posteromedial fracture fragments of the tibial plateau: an unsolved problem [J]. *J Orthop Trauma*, 2008, 22 (7): 504-505.
- [5] Xiang G, Zhi-Jun P, Qiang Z, et al. Morphological characteristics of posterolateral articular fragments in tibial plateau fractures [J]. *Orthopedics*, 2013, 36(10):E1256-E1261.
- [6] Bernholt DL, Dephillipo NN, Grantham WJ, et al. Morphologic variants of posterolateral tibial plateau impaction fractures in the setting of primary anterior cruciate ligament tear [J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48 (2): 318-325.
- [7] Li Q, Zhang YQ, Chang SM. Posterolateral fragment characteristics in tibial plateau fractures [J]. *Int Orthop*, 2014, 38 (3): 681-682.
- [8] Singleton N, Sahakian V, Muir D. Outcome after tibial plateau fracture: How important is restoration of articular congruity [J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31 (3): 158-163.
- [9] Parkkinen M, Madanat R, Mustonen A, et al. Factors predicting the development of early osteoarthritis following lateral tibial plateau fractures: mid-term clinical and radiographic outcomes of 73 operatively treated patients [J]. *Scand J Surg*, 2014, 103 (4): 256-262.
- [10] Frosch KH, Krause M, Frings J, et al. Posttraumatic deformities of the knee joint: intra-articular osteotomy after malreduction of tibial head fractures [J]. *Unfallchirurg*, 2016, 119 (10): 859-876.
- [11] Meulenkamp B, Martin R, Desy NM, et al. Incidence, risk factors, and location of articular malreductions of the tibial plateau [J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31 (3): 146-150.
- [12] Krause M, Preiss A, Meenen NM, et al. "Fracturoscopy" is superior to fluoroscopy in the articular reconstruction of complex tibial plateau fractures—an arthroscopy assisted fracture reduction technique [J]. *J Orthop Trauma*, 2016, 30 (8): 437-444.
- [13] Cho J, Samal P, Jeon Y, et al. Rim plating of posterolateral fracture fragments (PLFs) through a modified anterolateral approach in tibial plateau fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2016, 30 (11): e362-e368.
- [14] Ren D, Liu Y, Lu J, et al. A novel design of a plate for posterolateral tibial plateau fractures through traditional anterolateral approach [J/OL]. *Sci Rep*, 2018. Epub ahead of print. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34818-5>
- [15] 胡孙君, 张世民, 杜守超, 等. 腓骨头上入路髓钢板治疗胫骨平台后外侧髁骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (6): 558-562.
- [16] Delcogliano M, Marin R, Deabate L, et al. Arthroscopically assisted and three-dimensionally modeled minimally invasive rim plate osteosynthesis via modified anterolateral approach for posterolateral tibial plateau fractures [J]. *Knee*, 2020, 27 (3): 1093-1100.
- [17] Trickey EL. Rupture of the posterior cruciate ligament of the knee [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1968, 50 (2): 334-341.
- [18] Bhattacharyya T, Mccarty LR, Harris MB, et al. The posterior shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a posterior approach [J]. *J Orthop Trauma*, 2005, 19 (5): 305-310.
- [19] Berber R, Lewis CP, Copas D, et al. Postero-medial approach for complex tibial plateau injuries with a postero-medial or postero-lateral shear fragment [J]. *Injury*, 2014, 45 (4): 757-765.
- [20] Pierrie SN, Harmer LS, Karunakar MA, et al. Limited added value of the posterolateral approach [J]. *J Knee Surg*, 2016, 29 (1): 21-27.
- [21] Carlson DA. Posterior bicondylar tibial plateau fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2005, 19 (2): 73-78.
- [22] Zhang P, Lian K, Luo D, et al. A combined approach for the treatment of lateral and posterolateral tibial plateau fractures [J]. *Injury*, 2016, 47 (10): 2326-2330.
- [23] Orapiriyakul W, Apivatthakakul T, Phornphutkul C. Posterolateral tibial plateau fractures, how to buttress? Reversed L posteromedial or the posterolateral approach: a comparative cadaveric study [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138 (4): 505-513.

- [24] May H, Kastan O, Emre TY, et al. Anterior tibial artery and its clinical importance in the posterolateral approach to the tibial plateau: an angiographic study on 219 lower limbs [J/OL]. *J Knee Surg*, 2020. Epub ahead of print. DOI: 10.1055/s-0040-1716849
- [25] Frosch K, Balcarek P, Walde T, et al. A new posterolateral approach without fibula osteotomy for the treatment of tibial plateau fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2010, 24 (8) : 515-520.
- [26] 魏学忠, 卢士学, 王松, 等. 改良后侧入路手术治疗胫骨平台后外侧骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (4) : 346-349.
- [27] 焦杰, 张晓越, 任世超, 等. 经后外侧入路胫骨后外侧平台骨折复位内固定 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (20) : 1862-1865.
- [28] Yi Z, Hui S, Binbin Z, et al. A new strategy to fix posterolateral depression in tibial plateau fractures: introduction of a new modified Frosch approach and a "Barrel hoop plate" technique [J]. *Injury*, 2020, 51 (3) : 723-734.
- [29] Mancini N, Salvato D, Delmastro E, et al. A modified Frosch approach for posterior tibial plateau fractures: technical note and case series [J/OL]. *Injury*, 2021. Epub ahead of print. DOI: 10.1055/s-0040-1716849
- [30] Huang YG, Chang SM. The posterolateral approach for plating tibial plateau fractures: problems in secondary hardware removal [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132 (5) : 733-734.
- [31] Krause M, Muller G, Frosch KH. Extended medial and extended lateral approach for tibial plateau fractures [J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2019, 31 (2) : 127-142.
- [32] Kfuri M, Schatzker J, Castiglia MT, et al. Extended anterolateral approach for complex lateral tibial plateau fractures [J]. *J Knee Surg*, 2017, 30 (3) : 204-211.
- [33] Krause M, Frings J, Isik H, et al. Comparison of extended lateral approaches to the tibial plateau: the articular exposure of lateral epicondyle osteotomy with and without popliteus tendon vs. fibula osteotomy [J]. *Injury*, 2020, 51 (8) : 1874-1878.
- [34] Frosch KH, Korthaus A, Thiesen D, et al. The concept of direct approach to lateral tibial plateau fractures and stepwise extension as needed [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2020, 46 (6) : 1211-1219.
- [35] Yoon Y, Sim J, Kim D, et al. Combined lateral femoral epicondylar osteotomy and a submeniscal approach for the treatment of a tibial plateau fracture involving the posterolateral quadrant [J]. *Injury*, 2015, 46 (2) : 422-426.
- [36] Bowers AL, Huffman GR. Lateral femoral epicondylar osteotomy: an extensile posterolateral knee approach [J]. *Clin Orthop*, 2008, 466 (7) : 1671-1677.
- [37] Sun DH, Zhao Y, Zhang JT, et al. Anterolateral tibial plateau osteotomy as a new approach for the treatment of posterolateral tibial plateau fracture: a case report [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97 (3) : e9669.
- [38] 焦竞, 肖飞, 黄玉成, 等. 3D打印结合胫骨外髁截骨治疗胫骨平台外后髁骨折 [J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38 (15) : 913-918.
- [39] 王俊文, 黄玉成, 程文俊, 等. 胫骨外髁截骨联合内外侧双钢板固定治疗胫骨平台外后髁骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2012, 14 (8) : 723-725.
- [40] 庄岩, 王鹏飞, 张堃, 等. 经腓骨截骨入路治疗胫骨平台后外侧骨折的疗效观察 [J]. *中华骨科杂志*, 2012, 14 (8) : 732-738.

(收稿:2021-09-01 修回:2022-04-14)

(同行评议专家: 常 锐)

(本文编辑: 宁 桦)