·综述·

胫骨平台后外侧骨折的手术入路与内固定治疗技术的研究进展

胡孙君　杜守超　李世杰　张世民

摘要　临床上胫骨平台后外侧骨折常伴随胫骨平台其他部位的骨折，而其孤立发生的病例并不多见。由于解剖部位特殊，同时受腓骨头、外侧副韧带等毗邻结构遮挡，胫骨平台后外侧骨折的显露和固定均较为困难。为增加显露范围，便于骨折的复位和内固定，各种手术入路应运而生，其选择视骨折形态和选用的内植物类型而定。该文对胫骨平台后外侧骨折的手术入路及内固定技术的研究进展进行综述。

关键词　胫骨平台骨折；后外侧；内固定；手术入路

DOI: 10.3969/j. issn. 1673-7083. 2022. 01. 004

胫骨平台骨折在临床上较为常见，其中累及平台后外侧象限者约占 20%，而孤立的胫骨平台后外侧骨折的发生率约为 7%[1]。在我国，电动车等低速交通工具容易引发交通事故，导致胫骨平台后外侧骨折的发生率增加。因受腓骨头和外侧副韧带、肌腱等结构遮挡，加之膝关节后方有腘血管、神经及腓总神经等重要结构走行，胫骨平台后外侧的显露和固定均存在一定难度，已成为临床手术治疗的一大难点[2]。为此，很多学者对内植物的设计、制造和临床应用以及内植物放置和固定的理念和原则等开展研究。虽然相关改进的临床效果较为理想，但由于文献报道较少，故尚未得到广泛应用。有关胫骨平台后外侧骨折的手术治疗规范还需要通过扩大样本量和开展更高等级的临床随机对照研究，在循证医学的高度上接受科学评估。

1　胫骨平台后外侧骨折手术入路的变迁

1.1　从膝关节前方显露

膝关节前外侧入路是治疗胫骨平台外髁骨折的常用入路，但却存在诸多不足之处，如胫骨平台后外侧象限显露较难、皮质开窗间接复位效果不理想、继发性关节面再塌陷多见等，故目前已较少采用。为扩大胫骨近端外侧的显露范围，充分暴露胫骨平台的后外侧缘，众多学者已经通过设计和应用新的入路对前外侧入路做出改良，并在术中随机改变膝关节的体位和观察角度，从而实现直视下的骨折端复位和对骨折的坚强固定[3-8]。

1.1.1　腓骨头上入路

有研究发现，腓骨头上入路简单而实用，可处理胫骨平台后外侧骨折。其具体做法如下：①使患者处于侧卧位并保持膝关节轻度屈曲以增加后侧显露，垫高患膝及患侧大腿以依靠重力保持其膝关节内翻位，从而增加外侧关节面显露；②做始于胫骨近端外侧 Gerdy 结节的皮肤切口，斜向后上方绕过腓骨头，跨过关节线向上延伸 3 cm，再自 Gerdy 结节向远侧延长，切口总长约 10 cm；③纵向切开髂胫束，适当剥离其在 Gerdy 结节处的止点，剥离胫骨近端表面软组织附着直至腓骨头和外侧副韧带处，并沿外侧半月板下方横向切开冠状韧带与关节囊；④在用丝线缝合后将外侧半月板向近端牵引，利用拉钩将外侧副韧带与腘肌腱向后侧牵开，内旋、内翻胫骨，显露胫骨平台后外侧关节面[6-8]。

该入路的优势在于：①全程不经过重要的血管神经界面，其主要利用外侧副韧带和胫骨近端外侧面所处空间，通过适当地解剖分离，显露胫骨平台后外侧皮质缘；②具有良好的延展性，适用于孤立的胫骨平台后外侧骨折或复杂的胫骨平台外髁全髁骨折。

采用该入路处理孤立性胫骨平台后外侧骨折时，可选用短型 3.5 mm 胫骨平台外侧解剖钢板或

作者单位：200090　上海，同济大学附属杨浦医院骨科

通信作者：张世民　E-mail：shiminchang11@aliyun.com

带状钢板，并尽量向后侧安置，使最后侧的螺孔位于腓骨头上方，确保能够置入至少 2 枚排筏螺钉，以固定骨折块。传统的 4.5 mm 胫骨平台外侧解剖钢板由于过于宽大，并不适合经此入路置于腓骨头上方。

1.1.2 截骨入路

采用传统的前外侧入路处理胫骨外侧髁骨折时，需要术中对髂胫束止点和胫前肌起点进行剥离，以增加显露并便于钢板放置。为解决上述问题，Frosch 等 [5] 提出两间隙入路，该入路可增加整个外髁的显露。也有学者提出 Gerdy 结节截骨显露技术，即通过截骨将 Gerdy 结节关节面连同髂胫束一起向外掀开，该技术不但可以更好地显露后外侧平台深部的结构，而且可以保护髂胫束止点，从而减少术后并发症 [3]。Yu 等 [4] 提出腓骨头截骨入路，该入路起自胫骨嵴外侧 1.5 ～ 2 cm 处，并在腓骨头与 Gerdy 结节之间斜向后上方切开皮肤；再将腓骨小头纵向分为三等分，根据显露需要切除内侧 1/3 或整个腓骨小头；最后在膝后外侧留下充分的空间，用于复位骨折和放置钢板，以完成骨折的固定。Yoon 等 [9] 提出股骨髁截骨入路，该入路通过股骨髁截骨术将外侧副韧带连同其止点与截骨块一起掀开并翻向远侧，以增加后外侧平台显露，方便操作。上述入路均存在医源性损伤和截骨后需要再固定等缺点，且其优势尚未得到研究证实，故并未得到广泛临床应用。

1.2 从膝关节后方显露

1.2.1 后外侧入路

Zhang 等 [10] 对后方支撑钢板、侧方钢板、前后螺钉固定等多种内固定方式的生物力学效果进行比较研究，发现后方支撑固定最为稳定。临床上常用的后外侧入路可以直接显露包括关节面在内的骨折端，因而可在肉眼直视下完成复位，且使用支撑钢板固定骨折效果可靠。然而，后方支撑固定也存在缺点，如后侧结构多容易造成医源性损伤、术中操作要求高以及部分入路不能直接看到关节面等 [11-14]。后外侧入路可分为截骨和不截骨两类。

腓骨颈截骨入路是具有代表性的截骨入路，最早由 Lobenhoffer 等 [11] 提出，也曾被不少国内学者报道。该入路皮肤切口位于腓骨头表面，纵向长约 10 cm，可先显露并游离腓总神经，后在腓骨颈处截骨和分离胫腓间韧带，并将腓骨头及其附着的胫侧半月板韧带和髂胫束一并向上掀起，以显露胫骨后外侧平台，从而对骨折进行直接复位，并根据骨折块的位置选用后侧支撑钢板或外侧钢板固定。关闭切口前需将腓骨头复位，并用一枚拉力螺钉或张力带固定。该入路的优势在于能同时显露胫骨平台的后外侧和前外侧，而缺点在于术中需要截骨并容易损伤腓总神经，术后则可能出现截骨处骨不连、形成假关节等并发症。

Carlson[12] 最早报道了不截骨的直接后外侧入路，该入路较适合治疗孤立的胫骨平台后外侧骨折。一般做法是先在腓骨头内侧 1 ～ 2 cm 处纵向做 8 ～ 10 cm 的皮肤切口，显露并保护腓总神经，再从股二头肌与腓肠肌外侧头的间隙进入，剥离比目鱼肌部分起点，显露膝后外侧结构，最终将钢板垂直放置 [13-14]。该入路的优点在于能够直接显露骨折端，并在直视下复位，且使用支撑钢板固定骨折稳定牢靠；而其缺点则包括切口暴露困难、向下延伸的空间有限、难以直视关节面、容易造成血管神经和后外侧角结构损伤等。胡孙君等 [15] 研究发现，从横截面看，腓骨头遮挡胫骨后外侧平台的情况超过 50%，导致胫骨后外侧平台难以显露和钢板固定难度加大，只有咬除部分腓骨头皮质及其附带的软组织，才能很好地安置钢板。此外，由于该入路切口远端有胫前动静脉从腘血管发出并延伸至胫腓骨间韧带前侧的上胫腓裂孔，故切口不宜向下延伸。Heidari 等 [16] 的解剖学研究结果也证实了这一点。他们解剖了 40 个成人下肢尸体标本，发现胫前动脉穿过骨间膜的位量距胫骨后侧平台的高度平均为（46.3±9.0）mm，距腓骨小头为（35.7±9.0）mm。该研究还显示，后外侧平台骨块的高度通常不超过 4 cm，多数情况下该切口的视野可以满足复位和固定支撑钢板需求，但要显露深部就只能向远处延伸切口，故需要小心操作以避免损伤胫前动脉，且术中放置的钢板不宜过长，一般采用 3 孔的 T 型板即可。

1.2.2 后内侧入路

后内侧入路最早由 Burks 等报道，用于治疗后交叉韧带止点的撕脱骨折。He 等 [17] 报道，应用该入路治疗胫骨平台后髁骨折可取得良好效果。该入路一般采用膝关节后方的倒 L 型皮肤切口，并经腓肠肌内侧头与比目鱼肌之间的内侧间隙显露膝关节后方结构。该入路的优点在于：①可显露后内侧、后外侧和前内侧三个象限的骨折，显露范围较大；②术中无须分离腘血管神经束。因此，

不少学者将该入路用于显露胫骨平台后外侧骨折，以及孤立的后外侧髁骨折和双后侧髁骨折。对于小腿肌肉强壮的患者，术中将腓肠肌向外牵拉显露较为困难，且有损伤腘血管神经束的风险。采用该入路固定后外侧象限骨折，需将钢板倾斜放置，因而采用斜 T 型钢板较为适合。该入路也存在与直接后外侧入路相似的缺点，即无法通过直视关节面确定其是否平整，只能通过骨块对位和术中 X 线透视影像判断。目前该切口已很少用于治疗孤立的胫骨平台后外侧骨折，而更多用于治疗胫骨平台双后髁骨折或更为复杂的双髁骨折。

1.3　手术入路的选择

手术入路的选择与手术能否顺利进行并取得预期结果密切相关，因而尤其重要。手术医生多倾向以下选择：①相对简单的入路，可避免过多的解剖操作；②医源性损伤较小的入路，有利于患者的康复；③医生自己熟悉的入路，手术操作得心应手可减少失误，并提高手术的成功率。Giordano 等 [18] 提出的手术入路选择方案虽有很好的借鉴意义，但略显繁琐。在综合相关参考文献并结合自身经验的基础上，我们提出相对简单的手术入路选择方案并简述如下。

1.3.1　孤立性胫骨平台后外侧骨折

孤立的胫骨平台后外侧骨折可分为劈裂型骨折和压缩型骨折，不同骨折类型的手术入路选择也不一样。

对劈裂型胫骨平台后外侧骨折，无论骨折处是否出现塌陷，手术入路的选择均可以视手术医生喜好而定。直接后外侧入路需要患者俯卧，并在术中显露腓总神经，骨折复位后可用后方 T 型钢板固定；而腓骨头上入路需要患者侧卧，骨折复位后用外侧排筷螺钉钢板或带状钢板固定。

对压缩型胫骨平台后外侧骨折，手术入路的选择则视胫骨后缘皮质是否完整而定。如胫骨后缘皮质完整，可选择腓骨头上入路，即让患者侧卧，再经后外干骺端开窗进行骨折复位，并用外侧排筷螺钉钢板或带状钢板固定，复位后遗留骨缺损时需要植骨填充；如胫骨后缘皮质劈裂，可选择腓骨头上入路，即让患者侧卧，再经干骺端开窗进行骨折复位，并用带状钢板钩到后外侧进行固定，同样需要植骨。此时也可选择腓骨颈截骨入路，即让患者侧卧，通过直接显露骨折处进行撬拨复位，再用后外侧锁定加压钢板（LCP）或带状钢板固定。

1.3.2　胫骨平台其他部位骨折伴后外侧骨折

胫骨平台骨折通常为多柱骨折，仅后外侧被累及，其切口选择取决于平台骨折的整体形态，即骨折部位及其移位程度。

如胫骨平台骨折为后内和后外象限均受累及的双后髁骨折，且后外侧骨折为劈裂型骨折，可选择后内侧倒 L 入路，即让患者俯卧，骨折复位后用后方双支撑钢板固定；而后外侧骨折为压缩型骨折时，可选择后内＋前外入路，即让患者处于漂浮体位，骨折复位后后内侧用支撑钢板固定，而前外侧则用排筷钢板固定。

如胫骨平台骨折为前外和后外象限均受累及的复杂外髁骨折，手术入路可有以下多种选择：① Frosch 两间隙入路，即让患者侧卧并显露腓总神经，骨折复位后分别用 T 型板和 LCP 固定；②腓骨颈截骨入路，同样让患者侧卧，同样需要显露腓总神经，骨折复位后也用 T 型板和 LCP 固定；③改良前外侧或扩大的外侧入路，依然让患者侧卧，但需要显露腓骨头上外侧副韧带内侧间隙，骨折复位后则用 2.7 mm 边缘钢板和 LCP 或低切迹排筷螺钉钢板和螺钉固定。

如果胫骨平台骨折累及 4 个象限，可选后内侧和改良前外侧入路，即让患者处于漂浮体位，骨折复位后固定方式则视骨折部位而定，前内侧用 T 型板或重建钢板，后内侧用重建钢板支撑，后外侧用斜 T 型板或重建钢板或带状钢板，前外侧用 LCP 固定。

2　胫骨平台后外侧骨折内固定治疗技术

除手术入路选择以及骨折的显露和复位技术外，骨折的稳定固定是影响手术治疗效果的更重要因素。骨折的内固定治疗不仅需要合适的内植物，还要有恰当的内固定技术，而这些均与骨折形态及其损伤机制相关。

Giordano 等 [18] 提出的形态学分类可将胫骨平台后外侧骨折分为劈裂型骨折和压缩型骨折两个类型，而每个类型又可分为两个亚型，其损伤机制各不相同（表 1）。劈裂型骨折内固定治疗的关键在于内植物要像拇指一样抵靠住骨折块尖部，从而使骨折块获得良好支撑（图 1a），以避免骨折块尤其尖齿部向后进一步滑动，即拇指原则。而采用钢板固定则需要将钢板竖直放置，并压住骨块的尖齿（图 1b）。对于压缩型骨折，尤其是合并后方皮质环破裂者，内固定治疗需要强调对胫骨后

外侧环周皮质的包裹和对骨折块的整体支撑，以便内植物像手掌一样托举着全部塌陷的关节面骨块（图 1c），此时应该采用边缘钢板或者带状钢板进行固定，该方法可同时实现对关节面的支撑和外周皮质的稳定与重构（图 1d）。在治疗中央塌陷型骨折时，Giordano 等 [19] 创新性地将 1/3 管型钢板置入关节面软骨下骨区域并对其进行固定，以支撑关节面。所有患者平均随访 18 个月，未见骨折

表 1　胫骨平台后外侧骨折的形态学分类及其损伤机制

骨折形态	损伤机制
单纯劈裂型骨折	膝关节一定程度屈曲时受到轴向压缩和外翻应力
劈裂型骨折伴塌陷	膝关节一定程度屈曲时受到轴向压缩和外翻应力
单纯压缩型骨折，后环（缘）完整	屈膝时受到外翻应力伴小腿外旋，有轻微轴向压缩应力
压缩型骨折，伴后环破裂	屈膝时受到外翻应力伴小腿外旋，有轻微轴向压缩应力

资料来源：Giordano等[18]文献报道

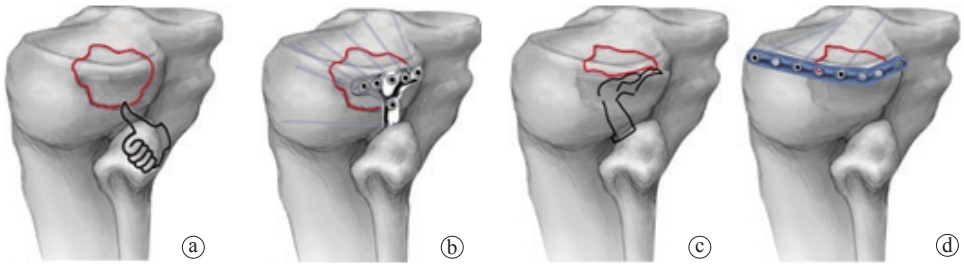


图 1　胫骨平台后外侧骨折内固定模式图　a. 劈裂型骨折治疗的“拇指原则”，图示用拇指抵住骨块尖齿　b. 劈裂型骨折治疗时，钢板竖直放置，压住骨块尖齿部分　c. 压缩型骨折治疗的“手掌原则”，图示用手掌托举骨折块　d. 压缩型骨折治疗时，宜采用边缘钢板或带状钢板，排筏螺钉固定

明显再塌陷或内固定失败发生。

有不少学者提出，辅以额外的支撑可加强对后外侧骨块的固定。Sassoon 等 [20] 采用自前下向后上插入人工腓骨棒，并结合外侧锁定钢板可对后外侧骨块进行支撑固定。Sun 等 [21] 提出，在常规采用钢板排筏螺钉固定后外侧胫骨平台骨折块基础上，再增加一枚自前内下指向后外上方向的加强螺钉，可显著提高骨块的稳定性。Weimann 等 [22] 提出，排筏螺钉加强技术“jail technique”，即在排筏螺钉的正下方从前向后打入 2 ～ 3 枚交叉排列的 3.5 mm 带垫片的皮质骨螺钉，以支撑排筏螺钉并防止其塌陷。运用该技术需要小心操作电钻，并准确控制螺钉长度，以避免损伤膝关节后方的软组织结构。

采用排筏螺钉技术固定塌陷的胫骨平台关节面是近年来治疗塌陷型骨折的重要方法。其具体做法是在骨折复位后，将 3 ～ 4 枚螺钉平行置入关节面软骨下方，以支撑关节面骨块。目前，多家公司已设计并生产出排筏螺钉钢板，但这些胫骨近端解剖型钢板的近端部分大多比较宽大厚实，难以偏后放置。Sassoon 等 [20] 研究发现，一些厂家生产的胫骨近端外侧锁定钢板无法固定支持的后侧平台关节面平均深度达 16 mm，面积约占整个外侧平台的 40%。因此发生在这些部位的骨折采用外侧钢板固定通常无效，必须设法将钢板尽量向后侧放置，如采用 Yu 等 [4] 的方法截除部分腓骨头，才能对骨折进行固定。Hu 等 [23] 提出使用带状钢板为孤立性胫骨后外侧平台骨折提供单钢板水平位固定。其具体做法如下，先将 3.5 mm 的 T 形钢板剪去一臂后制成右旋 90°的 L 形，并依胫骨平台后外侧的形状进行预弯，然后箍在胫骨平台后外侧边缘，并用螺钉固定（下页图 2）。这种钢板也被称为“边缘钢板”或者“箍钢板”。该钢板可在腓骨头上方穿过 LCL 与胫骨髁之间的间隙，并包绕外髁后侧，从而实现对后方骨块的支撑；钢板的另一臂则通常竖在前外侧，在其矢状面拧入 3 枚螺钉可使整个内固定结构成为一个立体支架。这种固定方式并非简单的平面固定，具备良好的力学稳定性 [24]。重复加载 1 000 N 力的测试亦证实，与外侧 LCP 和后方重建钢板固定相比，这种带状钢板固定的稳定效果并无明显差异，且可以满足早期进行功能锻炼的需求 [25]。



图 2　胫骨平台后外侧骨折带状钢板固定的示意图

无独有偶，韩国学者 Cho 等 [26] 在利用 LCL 与胫骨之间空隙的基础上，运用“边缘钢板”技术治疗累及后外侧的胫骨平台复杂骨折。根据胫骨平台边缘结构，他们对一块 4 孔 2.7 mm 的钢板进行塑形，并将其水平放置在软骨下，从而实现对骨折的固定，尤其可以跨到外髁后方对后外侧骨块进行支撑。考虑到该技术采用的钢板偏薄、螺钉细，又没有矢状面螺钉进行立体固定，他们在胫骨近端前外侧紧贴钢板下方的位置又放置了一块 3.5 mm 解剖型钢板。尽管该技术兼顾了支撑关节面和干骺端坚强固定的需求，但费用亦高，并不符合卫生经济学的要求。

国内也有学者设计了专门用于胫骨平台后外侧骨折的钢板，且部分已经实现临床转化。Cai 等 [27] 设计的适合腓骨头上入路的解剖型钢板，其近端细窄，且含多枚排筏螺钉。Jian 等 [28] 设计了适合后外侧入路的后外侧解剖锁定钢板并用于治疗 12 例患者，随访结果显示功能良好。Chen 等 [29] 设计并生产了胫骨平台后外侧旋转支撑钢板，该钢板可在穿过上胫腓裂孔后钩住后外侧骨折块，并可在通过特殊仪器进行加压复位后用前外侧解剖型钢板予以固定。对采用该钢板治疗的 12 例患者进行平均 16.5 个月的随访发现，最后随访时的膝关节平均活动范围为 138°。因受到多种因素制约，新设计的钢板尚未得到大范围临床推广应用。

3　结语

因为腓骨头和外侧副韧带等毗邻解剖结构的遮挡，累及后外侧象限的胫骨平台骨折的手术野暴露有限，内植物的放置和固定难度加大，治疗面临挑战。目前，一些学者设计、应用并报道的诸多手术入路，不但术式各异，而且效果也不同，对待具体病例需要进行具体分析，再作选择。此外，根据骨折形态和内固定方式不同，学者们设计和制作了适合不同手术入路和固定需求的内植物，但文献报道的病例还不够多。尽管少数报道显示这些设计的临床效果不错，但均未得到广泛应用。上述临床治疗措施仍需通过扩大样本量的更高等级的临床随机对照研究，在循证医学的高度上接受科学评估，为建立胫骨平台后外侧骨折治疗的规范并提高手术疗效提供科学依据。

参 考 文 献

[1] Gao X, Pan ZJ, Zheng Q, et al. Morphological characteristics of posterolateral articular fragments in tibial plateau fractures[J]. Orthopedics, 2013, 36(10): e1256- e1261.

[2] Solomon LB, Stevenson AW, Lee YC, et al. Posterolateral and anterolateral approaches to unicondylar posterolateral tibial plateau fractures: a comparative study[J]. Injury, 2013, 44(11): 1561-1568.

[3] Johnson EE, Timon S, Osuji C. Surgical technique: Tscherne-Johnson extensile approach for tibial plateau fractures[J]. Clin Orthop Relat Res, 2013, 471(9): 2760-2767.

[4] Yu B, Han K, Zhan C, et al. Fibular head osteotomy: a new approach for the treatment of lateral or posterolateral tibial plateau fractures[J]. Knee, 2010, 17(5): 313-318.

[5] Frosch KH, 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.

[6] 储旭东，朱建平，蔡福金，等 . 胫骨平台后外侧髁骨折腓骨小头上入路设计及临床应用 [J]. 中华骨科杂志，2012，2(12): 1145-1150.

[7] 胡孙君，张世民，杜守超，等 . 腓骨头上入路箍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.

[8] Hu SJ, Chang SM, Zhang YQ, et al. The anterolateral supra-fibular-head approach for plating posterolateral tibial plateau fractures: a novel surgical technique[J]. Injury, 2016, 47(2): 502-507.

[9] Yoon YC, Sim JA, Kim DH, 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.

[10] Zhang W, Luo CF, Putnis S, et al. Biomechanical analysis of four different fixations for the posterolateral shearing tibial plateau fracture[J]. Knee, 2012, 19(2): 94-98.

[11] Lobenhoffer P, Gerich T, Bertram T, et al. Particular posteromedial and posterolateral approaches for the treatment of tibial head fractures[J]. Unfallchirurg, 1997, 100(12): 957-967.

[12] Carlson DA. Bicondylar fracture of the posterior aspect of the tibial plateau. A case report and a modified operative approach[J]. J Bone Joint Surg Am, 1998, 80(7): 1049-1052.

[13] Chang SM, Zheng HP, Li HF, et al. Treatment of isolated posterior coronal fracture of the lateral tibial plateau through posterolateral approach for direct exposure and buttress plate fixation[J]. Arch

Orthop Trauma Surg, 2009, 129(7): 955-962.

[14] Yu GR, Xia J, Zhou JQ, et al. Low-energy fracture of posterolateral tibial plateau: treatment by a posterolateral prone approach[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 72(5): 1416-1423.

[15] 胡孙君，张世民，张英琪，等 . 胫骨平台后外侧象限骨折手术入路的深层解剖及后外侧与后内侧比较 [J]. 中国临床解剖学杂志，2015，33(5): 497-501.

[16] Heidari N, Lidder S, Grechenig W, et al. The risk of injury to the anterior tibial artery in the posterolateral approach to the tibia plateau: a cadaver study[J]. J Orthop Trauma, 2013, 27(4): 221-225.

[17] He X, Ye P, Hu Y, et al. A posterior inverted L-shaped approach for the treatment of posterior bicondylar tibial plateau fractures[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2013, 133(1): 23-28.

[18] Giordano V, Pires RE, Pimenta FS, et al. Posterolateral fractures of the tibial plateau revisited: a simplified treatment algorithm[J]. J Knee Surg, 2020, [Epub ahead of print].

[19] Giordano V, Pires RE, Kojima KE, et al. Subchondral rafting plate for the treatment of fragmented articular central depression tibial plateau fracture patterns: case series and technical illustration[J]. Cureus, 2021, 13(1): e12740.

[20] Sassoon AA, Torchia ME, Cross WW, et al. Fibular shaft allograft support of posterior joint depression in tibial plateau fractures[J]. J Orthop Trauma, 2014, 28(7): e169-e175.

[21] Sun H, Zhu Y, He QF, et al. Reinforcement strategy for lateral rafting plate fixation in posterolateral column fractures of the tibial plateau: the magic screw technique[J]. Injury, 2017, 48(12): 2814-2826.

[22] Weimann A, Heinkele T, Herbort M, et al.Minimally invasive reconstruction of lateral tibial plateau fractures using the jail technique: a biomechanical study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2013, 14: 120.

[23] Hu S, Chen S, Chang S, et al. Treatment of isolated posterolateral tibial plateau fracture with a horizontal belt plate through the anterolateral supra-fibular-head approach[J]. Biomed Res Int, 2020, 2020: 4186712.

[24] 姚喜州，张世民，胡孙君，等 . 胫骨平台后外侧髁“边缘曲线”的影像学研究及临床意义 [J]. 中国临床解剖学杂志，2019，37(1): 20-24.

[25] 胡孙君，张世民，李双，等 . 水平带状钢板治疗胫骨平台后外侧象限骨折的生物力学研究 [J]. 中国临床解剖学杂志，2018，36(1): 77-81.

[26] Cho JW, Kim J, Cho WT, et al. Approaches and fixation of the posterolateral fracture fragment in tibial plateau fractures: a review with an emphasis on rim plating via modified anterolateral approach[J]. Int Orthop, 2017, 41(9): 1887-1897.

[27] Cai P, Yuan M, Ji H, et al. The treatment of posterolateral tibial plateau fracture with a newly designed anatomical plate via the trans-supra-fibular head approach: preliminary outcomes[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 804.

[28] Jian Z, Ao R, Zhou J, et al. A new anatomic locking plate for the treatment of posterolateral tibial plateau fractures[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19(1): 319.

[29] Chen YF, Ren D, Geng LD, et al. Treatment of posterolateral tibial plateau fractures with a rotational support plate and special pressurizer: technical note and retrospective case series[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 407.

（收稿日期：2021-12-15）

（本文编辑：富饶）