

· 临床论著 ·

过伸与非过伸型胫骨平台骨折的比较

李松生^{1,2}, 宗淑君^{1,2}, 胡明鑫^{1,2}, 张保龙^{1,2*}

(1. 河南中医药大学第五临床医学院, 河南郑州 450003; 2. 郑州人民医院骨科, 河南郑州 450003)

摘要: [目的] 探讨过伸型胫骨平台骨折手术方式选择及对预后的影响。[方法] 回顾性分析 2016 年 1 月—2021 年 1 月本院采用开放复位内固定治疗 53 例胫骨平台骨折患者。参照 Firoozabadi 标准分为过伸型组 19 例, 非过伸组 34 例。比较两组围手术期、随访及影像结果。[结果] 过伸组在合并伤的总发生率 (63.1% vs 23.4%, $P<0.05$)、手术时间 [(141.3±19.7) min vs (107.6±15.4) min, $P<0.05$]、切口长度 [(19.6±4.1) cm vs (15.4±3.4) cm, $P<0.05$] 及术中失血量 [(228.3±33.9) ml vs (163.4±24.1) ml, $P<0.05$] 显著大于非过伸组; 两组术中透视次数、下地行走时间、切口愈合及住院时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。随访时间平均 (14.3±1.1) 个月, 两组术后完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随时间推移, 两组 KSS 临床评分、KSS 功能评分均显著增加 ($P<0.05$), 术后 2 个月过伸型组 KSS 功能评分显著低于非过伸组 [(50.4±5.4) vs (54.7±5.8), $P<0.05$]。影像方面, 与术前相比, 术后两组关节面对合度均显著改善 ($P<0.05$), MPTA 均显著增加 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组间关节面对合、骨折愈合时间、MPTA 的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术前过伸型组 PTS 显著小于非过伸组 ($P<0.05$), 术后两组 PTS 的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 与非过伸型骨折相比, 过伸型胫骨平台骨折常合并其他结构损伤, 手术治疗复杂, 预后较差。

关键词: 过伸型胫骨平台骨折, 合并损伤, 切开复位内固定, 预后

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 02-0133-06

Comparison of hyperextension tibial plateau fractures with non-hyperextension counterparts // LI Song-sheng^{1,2}, ZONG Shu-jun^{1,2}, HU Ming-xin^{1,2}, ZHANG Bao-long^{1,2}. 1. The Fifth Clinical College, Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450003, China; 2. Department of Orthopedics, Zhengzhou People's Hospital, Zhengzhou 450003, China

Abstract: [Objective] To explore the choice of surgical methods and the influence on prognosis of hyperextension tibial plateau fractures. [Methods] A retrospective study was done on 53 patients who received open reduction and internal fixation (ORIF) for tibial plateau fractures in our hospital from January 2016 to January 2021. According to Firoozabadi's criteria, 19 patients fall in hyperextension (HE) group, while other 34 patients were in the non-hyperextension (NHE) group. The documents regarding to perioperative period, follow-up and imaging were compared between the two groups. [Results] The HE group proved significantly greater than the NHE group in terms of overall incidence of combined injury (63.1% vs 23.4%, $P<0.05$), operation time [(141.3±19.7) min vs (107.6±15.4) min, $P<0.05$], incision length [(19.6±4.1) cm vs (15.4±3.4) cm, $P<0.05$] and intraoperative blood loss [(228.3±33.9) ml vs (163.4±24.1) ml, $P<0.05$], despite of insignificant differences in intraoperative fluoroscopy times, ambulation time, incision healing grade and hospital stay between the two groups ($P>0.05$). The mean follow-up time was of (14.3±1.1) months, and there was no significant difference in time to resume full weight-bearing activity between the two groups ($P>0.05$). Both KSS clinical score and KSS functional score were significantly increased in both groups over time ($P<0.05$), of which the KSS functional score in HE group was significantly lower than that of NHE group 2 months after surgery [(50.4±5.4) vs (54.7±5.8), $P<0.05$]. Radiographically, the joint congruity significantly improved ($P<0.05$), while MPTA significantly increased postoperatively compared with those preoperatively ($P<0.05$). However, there were no significant differences in joint congruity, fracture healing time and MPTA between the two groups any time points accordingly ($P>0.05$). The PTS in HE group were significantly smaller than that in the NHE group preoperatively ($P<0.05$), while became not statistically significant between the two groups postoperatively ($P>0.05$). [Conclusion] Hyperextension tibial plateau fracture is often associated with other structural injuries, and the surgical treatment is much more complicated with poor prognosis compared with the non-hyperextension counterpart.

Key words: hyperextension tibial plateau fracture, combined injury, open reduction and internal fixation, prognosis

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.02.07

作者简介: 李松生, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 骨关节与运动创伤医学, (电话)15838391662, (电子信箱)lssl1@163.com

* 通信作者: 张保龙, (电话)13598416326, (电子信箱)blzhang111@126.com

胫骨平台骨折是临床常见的膝关节周围创伤之一，常见损伤机制为膝关节屈曲位的内翻、外翻及垂直暴力导致单侧或双侧胫骨平台冠状面移位，经开放手术或关节镜辅助的复位固定均能获得良好的预后^[1]。近年来，过伸型胫骨平台骨折（hyperextension tibial plateau fracture, HTPF）的研究逐步引起人们的关注^[2]，Firoozabadi 等^[3]通过分析胫骨平台骨折患者的 X 线片和 CT，提出该类骨折的特征性表现：即胫骨平台正常后倾角减小或丧失、后方骨皮质的张力破坏及前方骨皮质的压缩，同时由于强大的反张暴力继续作用，会显著增加膝关节后方软组织损伤。

张世民等^[4]将 HTPF 分为 3 种类型，即单纯过伸型、过伸内翻型和过伸外翻型，均存在不同方向对角线关系，即同侧压缩和对侧牵张。Xiang 等^[5]则分为 3 种类型，即单纯压缩型、延伸至后皮质无移位、后皮质有明显移位，上述两种分型为临床正确的认识 HTPF 提供了帮助。刘忠玉等^[6]提出应依据不同骨折位置选择手术入路和固定方式，并同期修复韧带软组织结构。本研究回顾性研究本院 2016 年 1 月—2021 年 1 月收治的 53 例胫骨平台骨折患者临床资料，其中过伸型患者 19 例，非过伸型患者 34 例，分析手术方式的选择及对预后的影响。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）闭合性胫骨平台骨折受伤时间 1~10 d；（2）术前 X 线片、CT 及 MRI 检查显示胫骨平台骨折为 Schatzker II~V 型；（3）行切开复位内固定，并同时行软组织修复术；（4）随访资料完整。

排除标准：（1）既往有膝关节外伤或手术史；（2）合并膝关节类风湿性关节炎、下肢关节畸形等；（3）开放性骨折、多发骨折、膝关节骨折并脱位等；（4）严重心脑血管疾病或其他内科疾病，无法耐受手术；（5）随访资料不完整。

1.2 一般资料

回顾性研究 2016 年 1 月—2021 年 1 月本院收治 53 例胫骨平台骨折患者的临床资料。参照 Firoozabadi^[3]标准，即胫骨平台正常后倾角减小或丧失、后方骨皮质破坏、前方骨皮质压缩（图 1a~1c），将患者分为过伸型组 19 例和非过伸型组 34 例。两组患者在性别、年龄、BMI、致伤原因、损伤至手术时间、侧别、Schatzker 分型等一般资料的差异均无统计学意

义（ $P>0.05$ ），见表 1。本研究经医院医学伦理委员会批准，患者及家属签署知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料比较

Table 1 Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	过伸型组 (n=19)	非过伸型组 (n=34)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	41.6±6.4	40.8±7.0	0.683
性别 (例, 男/女)	13/6	19/15	0.370
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.4±2.1	25.7±2.9	0.649
伤因 (例, 高能/低能)	10/9	15/19	0.552
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.4±2.2	6.1±2.2	0.558
侧别 (例, 左/右)	6/13	14/20	0.489
Schatzker 分型 (例, II/III/IV)	4/8/7	11/14/9	0.986

1.3 手术方法

过伸型组：采用全身麻醉。首先采用前外侧切口，切口始于 Gerdy 结节后侧，沿胫骨结节外侧缘向远端延长，保留髂胫束止点，在其前后放切开关节囊，观察关节面塌陷情况。掀开外侧壁，骨凿撬起前方移位的关节面骨块，经关节间隙植入剥离器，向下挤压复位骨折，恢复胫骨平台后倾。根据缺损情况填塞自体髂骨，复位外侧壁骨块。修复损伤的半月板或固定交叉韧带止点骨块，安装横向加压前外侧锁定钢板。内侧骨块较大的 Schatzker V 型骨折，经皮辅助内侧锁定钢板固定。Schatzker IV 型，则选择后内侧切口，探查保护腓血管神经。暴露胫骨平台后方关节囊，切开后侧囊后向中间分离，暴露胫骨平台后侧骨块及后交叉韧带骨块，选择空心钉或 3.5 mm 锁定钢板固定。对合并韧带止点骨折的患者均采用一期缝合固定。

非过伸型组：采用全身麻醉。根据胫骨平台骨折类型选择前内侧或前外侧切口。常规暴露关节腔，检查骨块移位情况，骨膜剥离器向上顶托复位核心区骨块，并根据骨缺损情况选择是否植入自体骨。复位皮质骨骨块，加压钳固定，克氏针临时固定，C 形臂 X 线机透视下置入合适长度的锁定钢板固定。对 Schatzker V 型骨折亦辅助前内侧小切口，经皮置入锁定钢板。

无韧带损伤或半月板缝合的患者术后 1 周开始膝关节屈伸锻炼，否则在术后 3 周开始功能锻炼，4 周锻炼至伸膝正常，屈膝到 90°，术后 8 周左右开始完全负重行走。

1.4 评价指标

记录两组患者合并伤、手术时间、切口长度、术中出血量、切口愈合、主动活动时间、住院时间并发症(伤口感染、深静脉血栓)等。采用完全负重活动时间和膝关节协会评分(Knee Society score, KSS)评价临床效果;行影像学检查,测量胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA)、胫骨后倾角(posterior tibial slope, PTA)^[7]及关节面对合情况(优为解剖复位;良为移位<2 mm,差为移位≥2 mm)。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.0 进行数据统计。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;组内时间点比较采用单因素方差分析;资料呈非正态分布时,采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验,组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

术中见过伸组 19 例中,后交叉韧带胫骨侧止点损伤 9 例,后外侧结构 1 例,半月板损伤 2 例。非过伸组 34 例中,前交叉韧带胫骨止点骨折 5 例,内侧副韧带损伤 1 例,半月板损伤 2 例。过伸组韧带合并损伤的总发生率显著高于非过伸组 ($P < 0.05$)。过伸组腘动脉损伤 1 例,急诊行手术探查并同时治疗骨折。所有患者均顺利完成手术,术中无血管和神经损伤。过伸型组手术时间、切口长度及术中失血量显著大于非过伸组 ($P < 0.05$)。过伸型组髌骨植骨例数为 13 例 (68.4%),非过伸组为 18 例 (52.9%),差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。伤口愈合不良过伸型组 2 例,非过伸组 5 例,均为切口内积血,经清创后局部加压包扎后治愈。两组患者在术中透视次数、下地行走时间、切口愈合及住院时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 2。过伸型组深静脉血栓 4 例,非过伸组为 9 例,均行保守治疗,出院后口服利伐沙班 20 mg 1 次/d,出院 1 个月复查 8 例患者再通,未发生致死性肺栓塞。

2.2 随访结果

随访时间 12~16 个月,平均 (14.3±1.1) 个月。两组患者术后完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后随时间推移,两组 KSS 临床评分、KSS 功能评分均显著增加 ($P < 0.05$),术后 2 个月过伸型组 KSS 功能评分显著低于非过伸组 ($P < 0.05$),

但 KSS 临床评分的差异无统计学意义 ($P > 0.05$),术后 6 个月和末次随访时,两组上述评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 2 两组患者围手术期资料比较

指标	过伸型组 (n=19)	非过伸组 (n=34)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	141.3±19.7	107.6±15.4	<0.001
合并伤 [例 (%)]	12 (63.1)	8 (23.4)	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	19.6±4.1	15.4±3.4	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	228.3±33.9	163.4±24.1	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	9.1±2.1	8.1±2.0	0.067
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	18.8±1.3	18.5±1.6	0.412
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	17/2	29/5	0.667
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	15.7±2.1	15.0±2.3	0.245

2.3 影像评估

影像评估资料见表 4。术前关节面均存在不同程度塌陷,术后即刻及末次随访时,两组关节面对合程度均显著优于术前 ($P < 0.05$)。两组 MPTA 均较术前显著增加 ($P < 0.05$)。相应时间点,两组间关节面对合、骨折愈合时间、MPTA 的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与术前相比,术后即刻及末次随访时过伸型组 PTS 显著增加 ($P < 0.05$),而非过伸组 PTS 显著减小 ($P < 0.05$)。术前过伸型组 PTS 显著小于非过伸组 ($P < 0.05$),术后即刻及末次随访时,两组 PTS 的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组骨折均获得骨性愈合,愈合时间 12~18 周。至末次随访时,两组均未发生内固定松动、复位丢失。

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	过伸型组 (n=19)	非过伸组 (n=34)	P 值
术后完全负重活动时间 (d)	58.9±5.4	58.7±7.5	0.895
KSS 临床评分 (分)			
术后 2 个月	70.3±7.3	71.1±6.6	0.688
术后 6 个月	80.4±5.1	81.1±4.4	0.604
末次随访	89.5±6.5	90.1±7.4	0.792
P 值	<0.001	<0.001	
KSS 功能评分 (分)			
术后 2 个月	50.4±5.4	54.7±5.8	0.009
术后 6 个月	79.5±6.2	80.3±4.1	0.607
末次随访	93.4±7.2	93.6±5.1	0.921
P 值	<0.001	<0.001	

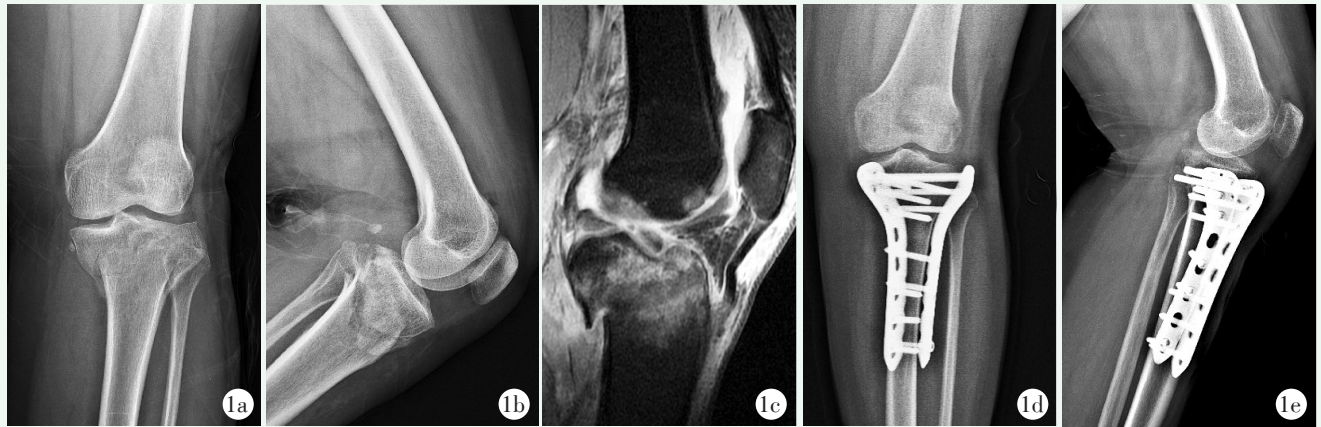


图 1 患者,男,45 岁,左胫骨平台骨折。1a: 术前冠状位 X 线片示 Schatzker V 型骨折; 1b: 术前膝关节侧位 X 线片示胫骨平台 PTS 角呈负值,向前侧倾斜; 1c: 术前 MRI 显示后皮质破裂,并部分移位,属于 Xiang 分型的 3 型; 1d: 术后冠状位 X 线片示关节面复位质量良好, Rasmussen 评分为 17 分; 1e: 术后膝关节侧位 X 线片示 PTS 角恢复,无前倾。

Figure 1. A 45-year-old male suffered from the left tibial plateau fracture. 1a: Preoperative anteroposterior (AP) radiographs showed Schatzker type V fractures; 1b: Preoperative lateral X-ray showed that the tibial plateau PTS angle was negative and tilted forward; 1c: Preoperative MRI showed posterior cortex rupture and partial displacement, belonging to Xiang classification type 3; 1d: Postoperative AP radiograph showed good quality of articular surface reduction, with Rasmussen score of 17; 1e: Postoperative lateral radiography showed that the PTS recovered without forward inclination.

表 4 两组患者影像资料比较

Table 4 Comparison of imaging data between the two groups

指标	过伸型组 (n=19)	非过伸组 (n=34)	P 值
关节面对合 (例, 优/良/差)			
术前	0/3/16	0/9/25	0.373
术后即刻	18/1/0	30/4/0	0.437
末次随访	15/4/0	28/6/0	0.761
P 值	<0.001	<0.001	
骨折愈合 [例 (%)]			
<10 周	0 (0.0)	1 (2.9)	0.663
10~16 周	15 (79.0)	24 (70.6)	
≥16 周	4 (21.1)	9 (26.5)	
MPTA (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术前	80.3±3.1	79.1±4.2	0.249
术后即刻	87.3±1.7	87.6±1.4	0.516
末次随访	86.6±1.1	86.1±1.6	0.259
P 值	<0.001	<0.001	
PTS 角 (°, $\bar{x} \pm s$)			
术前	-2.7±1.1	11.4±3.2	<0.001
术后即刻	7.0±0.6	7.1±1.3	0.801
末次随访	6.2±0.8	6.9±1.5	0.073
P 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

过伸型胫骨平台骨折是较为少见的骨折类型, Hua 等^[8]通过 514 例胫骨平台骨折的流行病学调查显示, HTPF 的发生率为 3.1%。毛玉江等^[9]报道 200 例胫骨平台骨折统计结果, HTPF 的发生率为 2.0%。HTPF 的暴力方向与膝关节运动方向相反, 最容易出现膝关节后侧软组织损伤, 并且血管神经的损伤严重程度可能显著大于胫骨平台前侧骨折移位^[10]。Bu 等^[11]报道 17 例 HTPF 患者的腓血管和交叉韧带损伤发生率分别为 29.4%、23.5%。Bennett^[12]等则发现 12 例后外侧结构损伤的患者中, 6 例合并胫骨前内侧面平台骨折。本研究中过伸型组的韧带损伤总发生率亦显著大于非过伸组, 但笔者发现过伸型组的后交叉韧带损伤多以胫骨侧止点损伤为主, 而非过伸组则主要为前交叉韧带损伤, 这符合 HTPF 的作用机制。

在临床救治 HTPF 的过程中需从全局思考, 兼顾骨折本身和软组织损伤。留成胜等^[13]采用数字化三维重建模拟辅助手术治疗过伸性胫骨平台骨折, 以提高复位精准性、减少手术创伤: (1) 手术入路的选择: 前外侧和前内侧入路是胫骨平台骨折常用的手术切口^[14], 但 HTPF 患者应尽量减少对软组织的剥离。因此, 根据平台前柱的压缩部位, 对 Schatzker II、III 和部分 V 型选择前外侧切口, 即使内侧需要辅助内固定, 亦以透视下撬拨复位方式, 经皮置入内侧钢板。对 Schatzker IV 型骨折则选择前内侧切口, 在完成前柱手术后, 均选择后外侧切口完成胫骨平台后

柱的固定, 该切口的优势在于能够同时显露后交叉韧带和后外侧结构, 方便同期进行修复^[15]; (2) 复位技巧: Wu 等^[16]认为, HTPF 骨折线远高于干骺端且非常接近关节面水平, 若在骨折端处直接进行撬拨容易引起近端骨块粉碎破裂。同时 HTPF 的治疗不仅要复位关节面核心区的塌陷^[17], 而且要复位胫骨平台的后倾角, 该过程中需要进行适当牵引或保持膝关节屈曲 30°左右, 以膝关节前缘间隙, 减小股骨髁对复位的影响。在撑开过程中, 可经股骨髁间窝向后方置入骨膜剥离器, 用力向下按压, 并根据 C 形臂 X 线机透视确认 PTS。PTS 是维持膝关节前、后交叉韧带的张力平衡和屈伸运动的重要参数, 过小会显著增加前交叉韧带的应力, 该步骤是 HTPF 手术的难点^[18]; (3) 骨缺损的处理: 对骨缺损填充材料有较多选择, 如自体髂骨、同种异体骨、异种骨、注射型磷酸钙等^[19, 20]。汪建军等^[21]比较自体髂骨、异体骨和人工骨 3 种材料治疗胫骨平台骨折, 认为三者均无免疫排斥反应。笔者认为与非 HTPF 骨折不同, HTPF 骨折压缩部位在前柱, 为人体负重的主要应力区, 无论采用何种内固定方式, 均不能在该部位形成较强的支撑, 为防止复位丢失并便于早期行功能锻炼, 应采用植骨并髂骨骨板做结构性支撑。

本研究中对韧带止点均采取一期缝合固定, 1 例后外侧结构损伤患者亦采用一期部分腓骨长肌腱修复^[25]。目前在二期还是二期修复方面仍存在不同的观点。杜守超等^[22]建议二期关节镜下重建后外侧结构和后交叉韧带。程功等^[23]认为固定骨折同时修复后外侧复合体总体优良率优于保守治疗或二期手术。刘忠玉等^[24]亦认为 HTPF 的治疗应一期修复韧带软组织结构, 重建膝关节稳定性。

综上所述, 过伸性胫骨平台骨折发病比较隐匿, 并发损伤多, 术前应完善下肢血管超声、膝关节 MRI 及神经肌电图等检查, 在复位固定骨折的同时, 一期探查和修复软组织损伤。限于该病发病率低, 本研究纳入观察对象较少, 未对 HTPF 进行分型讨论。

参考文献

- [1] 徐强. 胫骨平台骨折微创手术治疗的现状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (20) : 1858-1862. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.20.08.
- [2] 毛玉江, 张伯松, 公茂琪, 等. 200 例胫骨平台骨折的骨折形态及损伤机制分析 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18 (1) : 47-51. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2016.01.009.
- [3] Firoozabadi R, Schneidkraut J, Beingessner D, et al. Hyperextension varus bicondylar tibial plateau fracture pattern: diagnosis and treatment strategies [J]. J Orthop Trauma, 2016, 30 (5) : e152. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000510.
- [4] 张世民, 胡孙君, 杜守超, 等. 过伸型胫骨平台骨折研究进展 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2018, 32 (4) : 495-500. DOI: 10.7507/1002-1892.201707070.
- [5] Xiang YA, Yong XA, Jy A, et al. Classification of tibia plateau fracture according to the "four-column and nine-segment" [J]. Injury, 2018, 49 (12) : 2275-2283. DOI: 10.1016/j.injury.2018.09.031.
- [6] 刘忠玉, 张金利, 刘培佳, 等. 复杂过伸型胫骨平台骨折的形态特征及手术策略 [J]. 中华骨科杂志, 2021, 41 (5) : 289-296. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200723-00468.
- [7] 陈昌美, 曾宪春, 王荣品, 等. X 射线评价正常膝关节解剖学参数的性别及年龄差异 [J]. 中国组织工程研究, 2023, 27 (29) : 4647-4651. DOI: 10.12307/2023.664.
- [8] Hua K, Jiang X, Zha Y, et al. Sex and age differences in the anatomical parameters of normal knee joints evaluated by X-ray [J]. Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research, 2023, 27 (29) : 4647-4651. DOI: 10.12307/2023.664.
- [9] 毛玉江, 张伯松, 公茂琪, 等. 200 例胫骨平台骨折的骨折形态及损伤机制分析 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18 (1) : 47-51. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2016.01.009.
- [10] 魏学磊, 鲁杰, 卢艳东, 等. 过伸双髁胫骨平台骨折的特点及疗效观察 [J]. 中华骨科杂志, 2020, 40 (2) : 65-72. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2020.02.001.

- cma.j.issn.0253-2352.2020.02.001.
- [11] Bu G, Sun W, Lu Y, et al. Complications associated with hyperextension bicondylar tibial plateau fractures: a retrospective study [J]. *BMC Surg*, 2021, 21 (1): 299. DOI: 10.1186/s12893-021-01215-1.
- [12] Bennett DL, George M, El-Khoury G, et al. Anterior rim tibial plateau fractures and posterolateral corner knee injury [J]. *Emerg Radiol*, 2003, 10 (2): 76-83. DOI: 10.1007/s10140-003-0298-z.
- [13] 留成胜, 谢伟, 段媛, 等. 数字化三维重建模拟辅助手术治疗过伸性胫骨平台骨折 [J]. *临床骨科杂志*, 2021, 24 (3): 430-434. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2021.03.046.
- Liu CS, Xie W, Duan Y, et al. The digital three-dimensional simulation reconstruction assisted surgery for treatment of the hyperextension tibial plateau fracture [J]. *Journal of Clinical Orthopaedics*, 2021, 24 (3): 430-434. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2021.03.046.
- [14] 洪顾麒, 吕天润, 宋李军. 经前内及前外侧联合入路治疗复杂过伸型胫骨平台骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22 (8): 687-692. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20200527-00351.
- Hong GQ, Lv TR, Song LJ. Treatment of complex hyperextension tibial plateau fractures via combined anteromedial and anterolateral approaches [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2020, 22 (8): 687-692. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20200527-00351.
- [15] 龚立, 王延鹤, 孔令超, 等. 两种入路治疗后外侧胫骨平台骨折的疗效 [J]. *临床骨科杂志*, 2020, 23 (4): 575-579. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2020.04.041.
- Gong L, Wang YH, Kong LC, et al. The efficacy of posterolateral tibial plateau fractures treated with two kinds of operation approaches [J]. *Journal of Clinical Orthopaedics*, 2020, 23 (4): 575-579. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2020.04.041.
- [16] Wu K, Huang J, Lin J, et al. Diagnosis and treatment of anterior tibial plateau fracture-dislocation: a case series and literature review [J]. *J Knee Surg*, 2017, 30 (2): 114-120. DOI: 10.1055/s-0036-1581136.
- [17] 朱燕宾, 陈伟, 张奇, 等. 胫骨平台核心负重区的概念及其临床意义 [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41 (3): 137-140. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2021.03.102.
- Zhu YB, Chen W, Zhang Q, et al. A concept and its clinical significance of the core weight-bearing area of tibial plateau [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2021, 41 (3): 137-140. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2021.03.102.
- [18] 李军, 荆珏华, 史占军, 等. 华南人胫骨平台后倾角的三维测量及临床意义 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2013, 31 (4): 411-413.
- Li J, Jing YH, Shi ZJ, et al. Three dimensional measurement and clinical significance of posterior slope angle of the tibial plateau in south Chinese [J]. *Chinese Journal of Clinical Anatomy*, 2013, 31 (4): 411-413.
- [19] 李侠, 陆晴友, 李国风, 等. 注射式磷酸钙骨水泥在胫骨平台骨折中的应用 [J]. *实用骨科杂志*, 2013, 19 (6): 507-510. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5572.2013.06.008.
- Li X, Lu QY, Li GF, et al. Treatment of Tibial Plateau Fractures with Injectable Calcium Phosphate Cement [J]. *Journal of Practical Orthopaedics*, 2013, 19 (6): 507-510. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5572.2013.06.008.
- [20] 范鑫超, 邱长茂, 任中缘, 等. 关节镜下利用纳米羟基磷灰石棒治疗 Schatzker III型胫骨平台骨折: 6个月随访 [J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25 (10): 1571-1576. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.3068.
- Fan XC, Qiu CM, Ren ZY, et al. Arthroscopic treatment of Schatzker type III tibial plateau fractures with hydroxylapatite rods: 6-month follow-up [J]. *Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research*, 2021, 25 (10): 1571-1576. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.3068.
- [21] 汪建军, 代胡明, 经保生. 三种骨移植填充复杂胫骨平台骨折骨缺损比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (4): 294-297. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.04.02.
- Wang JJ, Dai HM, Jing BS. Comparison of three bone graft materials used for bone defects in complex tibial plateau fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (4): 294-297. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.04.02.
- [22] 杜守超, 胡孙君, 王欣, 等. 过伸型胫骨平台双踝骨折的临床特点及治疗策略 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (14): 1249-1253. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.14.01.
- Du SC, Hu SJ, Wang X, et al. Clinical characteristics and surgical strategy of hyperextension bicondylar tibial plateau fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (14): 1249-1253. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.14.01.
- [23] 程功. 过伸型胫骨平台骨折合并后外侧复合体损伤的治疗分析 [D]. 长春: 吉林大学, 2021.
- Cheng G. Analysis of treatment for excessive tibial plateau fracture combined with posterior lateral complex injury [D]. Changchun: Jilin University, 2021.
- [24] 刘忠玉, 张金利, 刘培佳, 等. 复杂过伸型胫骨平台骨折的形态特征及手术策略 [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41 (5): 289-296. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200723-00468.
- Liu ZY, Zhang JL, Liu PJ, et al. Morphological characteristics and surgical strategy of complex hyperextension tibial plateau fracture [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2021, 41 (5): 289-296. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200723-00468.

(收稿:2022-10-10 修回:2023-07-31)

(同行评议专家: 李杰, 钟群杰, 高宗炎)

(本文编辑: 郭秀婷)