doi:10.11659/jjssx.01E026138

·临床研究·

3D打印辅助改良Frosch入路手术在Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折中的应用效果

王从涛[1],刘亚波[2],孙 林[2],罗 鸿[1],刘福尧[1],范士洁[1] (1.北京积水潭医院贵州医院下肢创伤骨感染科,贵州 贵阳 550000;2.北京积水潭医院创伤骨科,北京 102208)

[摘 要] **目的** 探讨3D打印辅助改良Frosch入路手术在累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折中的应用效果。**方法** 选取2023年8月至2025年1月北京积水潭医院贵州医院收治的191例累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折患者,按照随机数字表法分为观察组(96例)和对照组(95例)。观察组患者采用3D打印辅助改良Frosch入路手术,对照组患者采用传统前外侧入路手术。比较2组患者手术相关指标、手术前后美国特种外科医院(HSS)评分、步态参数及并发症发生情况和关节功能恢复情况。**结果** 观察组患者手术时间、骨折愈合时间、术中透视次数短/少于对照组($P<0.05$);2组患者术中失血量比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。术后3个月,观察组患者HSS评分、步速、步频、膝关节活动度改善优于对照组($P<0.05$)。术后6个月,2组患者并发症发生率、关节功能恢复优良率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 3D打印辅助改良Frosch入路治疗累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折安全可靠,可缩短手术时间及骨折愈合时间,有利于患者术后早期功能恢复。

[关键词] 胫骨平台骨折;3D打印技术;改良Frosch入路;并发症;功能恢复

[中图分类号] R683.42 [文献标志码] A [收稿日期] 2026-01-23

Application effect of 3D-printed assisted modified Frosch approach surgery in Schatzker type Ⅱ tibial plateau fractures

WANG Cong-tao[1], LIU Ya-bo[2], SUN Lin[2], LUO Hong[1], LIU Fu-yao[1], FAN Shi-jie[1] (1. Department of Lower Limb Traumatic Bone Infection, Beijing Jishuitan Hospital Guizhou Hospital, Guiyang Guizhou 550000, China; 2. Department of Traumatic Orthopedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 102208, China)

Abstract: Objective To investigate the application effect of 3D-printed assisted modified Frosch approach surgery in Schatzker type Ⅱ tibial plateau fractures involving the posterolateral column. **Methods** A total of 191 patients with Schatzker type Ⅱ tibial plateau fractures involving the posterolateral column, who were admitted to Beijing Jishuitan Hospital Guizhou Hospital from August 2023 to January 2025, were enrolled and randomly assigned to the observation group (96 cases) and the control group (95 cases) by random number table method. Patients in the observation group underwent surgery through the 3D-printed assisted modified Frosch approach, while those in the control group received surgery through the conventional anterolateral approach. The two groups were compared in terms of the surgical-related indicators, hospital for special surgery (HSS) score and gait parameters before and after surgery, and the occurrence of complications and joint function recovery. **Results** The patients in the observation group had shorter surgery time and fracture healing time, and fewer intraoperative fluoroscopies compared to the control group ($P<0.05$). The difference in intraoperative blood loss of patients between the two groups was not statistically significant ($P>0.05$). Three months after surgery, patients in the observation group showed better improvements in HSS scores, walking speed, step frequency, and knee range of motion than those in the control group ($P<0.05$). Six months after surgery, there were no significant differences in the incidence of complications or the excellent recovery rate of joint function between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** The 3D-printed assisted modified Frosch approach is safe and reliable for the treatment of Schatzker type Ⅱ tibial plateau fractures involving the posterolateral column, which can shorten the surgery time and fracture healing time, and facilitate the early postoperative functional recovery.

Keywords: tibial plateau fracture; 3D printing technology; modified Frosch approach; complications; functional recovery

胫骨平台骨折是临床常见骨折类型,其中累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折因骨折块位置较深,且周围解剖结构复杂,治疗难度较大[1]。传统前外侧入路受腓总神经、腘窝动静脉阻挡,显露范围有限,从而影响后外侧骨折块复位质量,导致内固定不牢靠,增加术后关节面再塌陷、内固定失败、膝关节不稳定等风险[2-4]。有学者提出Frosch入路与前外侧入路

[基金项目] 贵州省科技计划项目(黔科合成果-LC[2024]001)

[通信作者] 范士洁,E-mail:806148280@qq.com

结合的改良Frosch入路,通过单一切口分别建立前外与后外两个手术窗口,可兼顾前外侧与后外侧骨折块的显露与固定,便于术中观察及操作[5]。但该入路对术者解剖要求较高,术中仍存在腘窝结构、腓总神经损伤风险。近年来,3D打印在骨科领域得到广泛应用,其在术前规划、骨折模拟复位及个性化内固定方案制定等方面的优势已获得临床医师的广泛认可[6-7]。研究显示,在胫骨平台骨折治疗中,3D打印通过术前规划、精准模拟复位及内固定置入操作,提高了手术精准度,减少了手术创伤[8-9]。目前,3D打印与改良Frosch入路相结合应用于累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折中的临床研究有限,其在该类特殊骨折类型中能否获得良好收益尚不明确。因此,本研究开展前瞻性研究,旨在探讨3D打印辅助改良Frosch入路在该类骨折中的应用效果,以期为优化临床治疗策略提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

根据既往研究结果[10]与预实验,以美国特种外科医院(hospital for special surgery, HSS)评分作为估算指标,使用PASS软件计算样本量,进行双侧检验,检验效能$1-\beta=0.90$,检验水准$\alpha=0.05$,计算出每组约需95例,考虑约6%的丢失率,结合临床实际,最终每组纳入101例。前瞻性选取2023年8月至2025年1月北京积水潭医院贵州医院收治的202例累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折患者,按照随机数字表法分为观察组和对照组,每组101例。本研究经北京积水潭医院贵州医院医学伦理委员会批准(批准号:KT2023101602),患者签署对本研究的知情同意书。

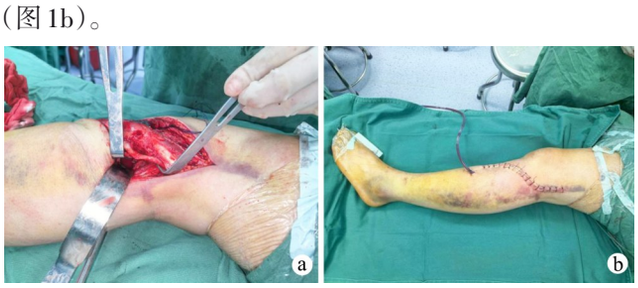
纳入标准:经X射线、CT、MRI等影像学检查明确诊断为累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折;受伤至手术时间在1周内;年龄18~65岁。排除标准:合并开放性、多发骨折或陈旧性骨折;既往有膝关节手术史;合并严重神经功能损伤;合并严重肝肾功能、心脑血管疾病或免疫系统疾病等;合并血液系统疾病,或存在其他原因所致的凝血功能障碍;伴血糖控制不佳的糖尿病(空腹血糖>7.0 mmol/L或糖化血红蛋白>7.0%)、全身感染性疾病;精神异常、认知功能障碍或沟通障碍;妊娠期女性。剔除标准:术中改用其他入路手术;失访或中途退出研究。

研究期间观察组患者退出3例、脱落2例,对照组患者退出2例、脱落4例;最终观察组纳入96例患者,对照组纳入95例患者。

观察组男52例,女44例;年龄38~65岁,平均(45.36±5.20)岁;体质量指数18.90~23.70 kg/m^2,平均(22.02±1.03)kg/m^2;受伤至手术时间1~5 d,平均(3.52±1.05)d;受伤原因:交通伤38例,运动伤36例,高处坠落伤22例;损伤侧:左侧47例,右侧49例。对照组男58例,女37例;年龄35~65岁,平均(44.82±5.04)岁;体质量指数18.50~23.90 kg/m^2,平均(22.02±1.03)kg/m^2;受伤至手术时间1~6 d,平均(3.80±1.14)d;受伤原因:交通伤35例,运动伤41例,高处坠落伤19例;损伤侧:左侧50例,右侧45例。2组患者临床资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。

1.2 方法

观察组患者采取3D打印辅助改良Frosch入路手术。术前规划:采集患者CT数据,导入Mimics软件重建胫骨平台三维模型,利用3-Matic软件模拟复位,制定内固定方案,并预演螺钉置入方向。使用3D打印机打印骨折模型,术前进行模拟操作,指导术中精准复位与固定。改良Frosch入路手术:患者采用腰硬联合麻醉,取健侧卧位。于膝后外侧作弧形切口,游离并保护腓总神经,经腘肌与比目鱼肌间隙显露后外侧骨折块;于远端作传统前外侧切口,显露前外侧骨折块(图1a)。先经后外侧窗口直视下复位后外侧骨折块,克氏针临时固定,必要时经前外侧窗口植骨;复位前外侧劈裂骨块。X射线透视确认复位满意后,经后外侧窗口放置T形钢板固定后外侧柱,经前外侧窗口放置L形钢板固定前外侧柱。冲洗缝合后,放置引流管(图1b)。



a:显露骨折块;b:术后缝合切口

图1 改良Frosch入路手术相关图片

对照组患者采取传统前外侧入路手术。患者麻醉、体位同观察组,于侧中线偏前取纵向切口,近端略弧向后侧,切开皮肤、皮下显露关节囊,纵向切开关节囊,沿骨面向两侧分离,保护外侧半月板,于半月板下方显露关节腔,通过骨折窗将塌陷关节面抬起,使用胫骨平台外侧排钉钢板固定平台。冲洗术区,逐层缝合,放置引流管。

2组患者术后均予弹力绷带固定5~7 d。使用下肢气压泵并预防性使用肝素。术后2~3 d拔除引流

管,指导患者进行功能锻炼。术后5个月内根据骨折愈合情况指导患者行部分负重,逐渐完全负重。

1.3 观察指标

于术后1、3、6个月定期门诊复查,由不参与手术及术后康复指导的第三方研究人员(不知晓分组情况)评估观察指标。

记录2组患者手术时间、术中透视次数、骨折愈合时间、术中失血量。于术前及术后3、6个月,使用HSS评分评估患者膝关节功能,该评分包括功能(22分)、活动度(18分)、疼痛(30分)、肌力(10分)、屈曲畸形(10分)、稳定性(10分)等,总分100分,分值越高表明膝关节功能越佳[11]。术后6个月,依据HSS评分评估患者关节功能恢复情况,HSS总分≤59分为差,60~69分为可,70~84分为良,≥85分为优。于术前及术后3、6个月,使用三维步态分析仪器(瑞典Qualysis)测定2组患者步频、步速、膝关节活动度。统计2组患者神经血管损伤及术后6个月内骨折愈合不良、膝关节僵硬、内固定移位等并发症发生情况。

1.4 统计学方法

使用SPSS 25.0软件进行数据分析。计量资料符合正态分布以均数±标准差($x\pm s$)表示,2组间比较采用独立样本t检验;不同时间点数据比较采用重复测量方差分析,检验时间与处理因素交互效应,若交互效应显著,进一步分析简单效应;若交互效应不显著,则进行主效应分析。计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验。P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 患者手术相关指标

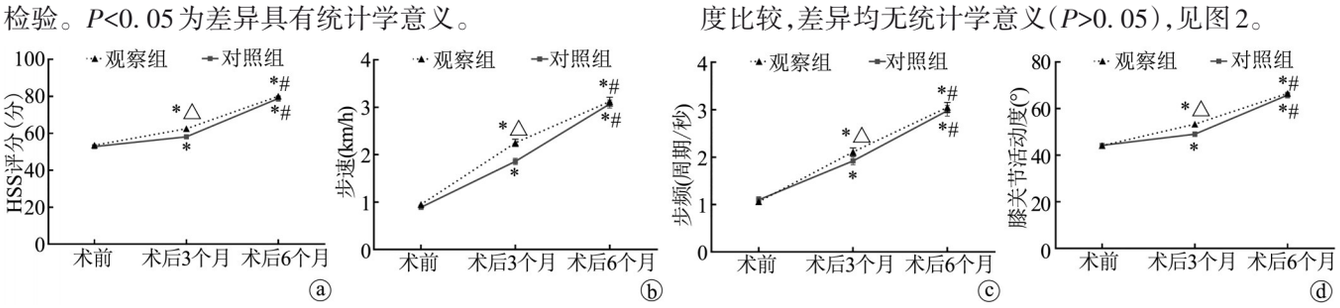
观察组患者手术时间、骨折愈合时间均短于对照组,术中透视次数少于对照组(P<0.05);2组患者术中失血量比较,差异无统计学意义(P>0.05),见表1。

表1 2组患者手术相关指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	手术时间(min)	术中失血量(mL)	术中透视次数(次)	骨折愈合时间(月)
观察组	96	122.46±13.38	106.89±13.71	7.12±1.44	2.44±0.56
对照组	95	130.12±12.24	108.11±12.23	8.24±1.23	2.61±0.43
t		4.127	0.649	5.777	2.351
P		<0.001	0.517	<0.001	0.020

2.2 患者HSS评分和步态参数

2组患者HSS评分、步速、步频、膝关节活动度存在组间、时间及交互效应($F_{交互}$=25.304、$P_{交互}$<0.001,$F_{交互}$=30.541、$P_{交互}$<0.001,$F_{交互}$=28.420、$P_{交互}$<0.001,$F_{交互}$=35.612、$P_{交互}$<0.001;$F_{组间}$=14.397、$P_{组间}$<0.001,$F_{组间}$=22.867、$P_{组间}$<0.001,$F_{组间}$=19.023、$P_{组间}$<0.001,$F_{组间}$=28.634、$P_{组间}$<0.001;$F_{时间}$=63.941、$P_{时间}$<0.001,$F_{时间}$=72.304、$P_{时间}$<0.001,$F_{时间}$=52.304、$P_{时间}$<0.001,$F_{时间}$=82.304、$P_{时间}$<0.001)。与术前比较,2组患者术后3个月、6个月HSS评分升高,步速、步频增加,膝关节活动度持续增大,差异均有统计学意义(P<0.05);与对照组比较,观察组患者术后3个月HSS评分、步速、步频、膝关节活动度等指标改善更显著(P<0.05);2组患者术后6个月HSS评分、步速、步频、膝关节活动度比较,差异均无统计学意义(P>0.05),见图2。



a:HSS评分;b:步速;c:步频;d:膝关节活动度 *:与术前比较,P<0.05;#:与术后3个月比较,P<0.05;△:与对照组比较,P<0.05

图2 2组患者手术前后HSS评分、步态参数趋势图

2.3 患者术后并发症情况

2组患者均未发生神经血管损伤。2组患者术后6个月并发症总发生率比较,差异无统计学意义(P>0.05),见表2。

表2 2组患者术后并发症比较[例(%)]

组别	n	骨折愈合不良	膝关节僵硬	内固定移位	合计
观察组	96	1(1.04)	1(1.04)	0(0)	2(2.08)
对照组	95	1(1.05)	1(1.05)	1(1.05)	3(3.16)
χ^2					0.000
P					0.991

2.4 患者关节功能恢复情况

术后6个月,2组患者关节功能恢复优良率比较,差异无统计学意义(P>0.05),见表3。

表3 2组患者术后关节功能恢复情况比较[例(%)]

组别	n	优	良	可	差	优良
观察组	96	30(31.25)	48(50.00)	14(14.58)	4(4.17)	78(81.25)
对照组	95	26(27.37)	50(52.63)	12(12.63)	7(7.37)	76(80.00)
χ^2						0.048
P						0.827

3 讨论

累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折是临床中较为复杂的一类骨折,切开复位内固定术是治疗该类骨折的有效手段[1,12]。胫骨平台骨折手术入路的选择及内固定方法是保障手术安全性及效果的关键[13]。目前,临床多采用前外侧入路,该入路经半月板下方显露外侧胫骨平台,使用撑开器可有效显示关节内骨折,操作简单,但难以在直视下对后外侧柱骨折进行复位及内固定[14-15]。因此,对于该类型胫骨平台骨折,制定合理、安全、有效的手术方案是临床研究重点。

有学者提出,将前外侧入路与Frosch入路相结合,可充分完成后外侧及前外侧骨折端复位及固定[5]。尽管改良Frosch入路优化了手术操作,但该入路对术者解剖要求较高,而累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折解剖结构复杂,术中需游离并保护腓总神经,存在一定的神经血管损伤风险。随着数字化骨科技术的发展,3D打印已广泛应用于胫骨平台骨折的外科手术中[16-17]。本研究发现,使用3D打印辅助改良Frosch入路进行手术,可显著缩短手术时间,减少术中透视次数,与既往研究结果一致[18-19]。这可能是因为3D打印可辅助术前个性化手术规划,定位骨折位置,设计切口,并模拟复位和内固定操作,有助于术中精准操作,从而减少术中透视次数。此外,刘波等[20]研究也证实,3D打印下经腓骨头入路在复杂胫骨平台后外侧骨折中可显著缩短手术时间,减少术中透视次数及术中失血量。本研究中2组患者术中失血量无明显差异,与刘波等[20]研究结果不同,可能是研究纳入的患者年龄、骨折类型、手术操作方法等不同导致。同时,本研究中2组患者术后均未出现神经血管损伤,提示改良Frosch入路在充分的术前规划及术中精细操作下安全性良好。尽管该入路需游离并牵拉腓总神经,增加了操作难度,但本研究结果显示其神经血管损伤风险在可控范围内。

李世梁等[21]研究发现,Frosch入路受限于关节面下方穿过骨膜的神经血管束,难以向远端延伸,而使用3D打印辅助可精准指导手术操作,减少手术创伤,从而提高手术效果。本研究为保障改良Frosch入路操作的安全性,使用3D打印辅助手术,结果显示,观察组患者骨折愈合时间短于对照组,术后3个月膝关节功能HSS评分及活动能力改善效果优于对照组,表明使用3D打印辅助改良Frosch入路进行手术既可精准指导手术操作,保障手术效果,又能促进患者术后早期骨折愈合及功能锻炼,有助于早期功能恢复。该方法结合了改良Frosch入路与3D打印的优势,在累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折的治疗中,既能实现精准手术规划,减少不必要的遮挡,又能在术中精准复位,从而达到了良好的复位质量及内固定效果,有利于术后骨折愈合及早期功能恢复。

本研究中,2组各有1例患者出现骨折愈合不良、膝关节僵硬。既往研究表明,年龄是影响胫骨平台骨折术后愈合及膝关节功能恢复的重要因素,高龄患者因骨质条件差、组织修复能力减弱,因此骨折愈合速度较慢,关节僵硬等并发症的发生风险更高[22]。然而本研究受限于并发症例数较少,难以进行多因素分析;术后6个月,2组患者膝关节功能HSS评分及并发症总发生率比较差异均无统计学意义,提示两种手术方案在远期功能恢复及安全性方面均可获得良好效果;而观察组患者术后3个月的HSS评分及步态参数改善优于对照组,表明3D打印辅助改良Frosch入路手术的优势主要体现在早期康复阶段。但本研究随访时间仅6个月,远期疗效尚需延长观察周期进一步验证。

改良Frosch入路的术中注意事项:术者需熟悉腘窝局部解剖,游离并牵拉腓总神经、腘肌腱时应避免过度牵拉,以降低相关神经血管损伤风险;后外侧钢板置入时,建议最远端螺钉距胫骨平台线宜保持适当距离,以兼顾固定稳定性与骨折端微动;该入路主要适用于胫骨平台外侧柱合并后外侧柱骨折患者,对于其他类型骨折的适用性有待进一步研究验证。

综上所述,3D打印辅助改良Frosch入路治疗累及后外侧柱的Schatzker Ⅱ型胫骨平台骨折可提高手术效率,促进术后早期骨折愈合,有利于患者早期功能恢复。但本研究存在骨折类型单一、随访时间短等局限,未来仍需前瞻性、长期随访研究进一步验证。另外,3D打印与改良Frosch入路存在一定学习曲线,且术前准备时间及成本效益较高,不利于在基层医院推广,未来可尝试结合人工智能技术开发出更具经济效益且手术流程更简化的术式。

[参考文献]

[1] Peng J, Ren W, Feng B, et al. Schatzker Ⅳ tibial plateau fractures involving the posterolateral column: higher incidence of lateral meniscus and anterior cruciate ligament injuries with suboptimal postoperative outcomes[J]. Injury, 2024, 55(12): 111921. doi: 10.1016/j.injury.2024.111921.

[2] Hu Z, Ren W, Zhang W, et al. Potential problem and solution of lateral plate postposition for the posterolateral tibial plateau fracture[J]. J Orthop Surg Res, 2023, 18(1): 984. doi: 10.1186/s13018-023-04397-x.

[3] Rojas DG, Pesantez R, Zamorano A, et al. The "umbrella" technique: reducing hoop stress during suprapatellar nailing in complex proximal tibial fractures[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2025, 35(1): 61. doi: 10.1007/s00590-025-04180-0.

[4] 郭学德,孟红亚,张青春,等. 腓骨头上入路联合外侧"开门"复位内固定治疗后外侧合并外侧胫骨平台骨折疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(4): 407-410. doi: 10.7531/j.issn.1672-9935.2024.04.017.

[5] 于 振,凌 嵘,时 强,等. 改良Frosch入路与传统前外侧入路治疗后外侧胫骨平台骨折的效果分析[J]. 安徽医药, 2024, 28(2): 344-348. doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2024.02.029.

[6] Tran HD, Nguyen QS, Le NTN. 3D printing and three column concept in surgical treatment of tibial plateau fracture[J]. Sci Rep, 2025, 16(1): 975. doi: 10.1038/s41598-025-30475-7.

[7] Huang Y, Ma X, Wu S, et al. Digital virtual reduction combined with individualized guide plate of lateral tibial condyle osteotomy for the treatment of tibial plateau fracture[J]. Technol Health Care, 2025, 33(1): 143-155. doi: 10.3233/THC-240704.

[8] Xiao L, Tang P, Yang S, et al. Comparing the efficacy of 3D-printing-assisted surgery with traditional surgical treatment of fracture: an umbrella review[J]. J Orthop Traumatol, 2025, 26(1): 3. doi: 10.1186/s10195-025-00819-0.

[9] Dust T, Henneberg JE, Hartel MJ, et al. 3D printing improves preoperative decision making for patient positioning and surgical approach selection for tibial plateau fractures[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 26513. doi: 10.1038/s41598-025-11995-8.

[10] 蔡荣辉,谢再明,杨继森,等. 3D打印技术辅助前外侧入路内固定治疗胫骨平台后外侧骨折[J]. 临床骨科杂志, 2025, 28(1): 104-108. doi: 10.3969/j.issn.1008-0287.2025.01.033.

[11] Alshahrani AH. Efficacy and safety of robotic-assisted knee reconstruction: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2024, 28(6): 2250-2262. doi: 10.26355/eurrev_202403_35729.

[12] 任伟峰,季烈峰,章年年,等. 单一常规前外侧入路钢板螺钉内固定治疗累及后柱胫骨平台外侧骨折疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2025, 40(2): 194-196. doi: 10.7531/j.issn.1672-9935.2025.02.020.

[13] Hu J, Zhang H. Treatment of posterolateral tibial plateau fractures through the articular line approach[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2025, 26(1): 47. doi: 10.1186/s12891-025-08321-8.

[14] Mancini N, Salvato D, Delmastro E, et al. A modified Frosch approach for posterior tibial plateau fractures: technical note and case series[J]. Injury, 2023, 54(S1): S9-S14. doi: 10.1016/j.injury.2021.03.030.

[15] Boluda-Mengod J, Olías-López B, Forcada-Calvet P, et al. Modified Oblique Lobenhoffer (MOL) approach for posterolateral and posteromedial column access in tibial plateau fractures: a detailed cadaveric anatomical study[J]. J Orthop Traumatol, 2024, 25(1): 27. doi: 10.1186/s10195-024-00769-z.

[16] Jiang L, Li H, Huang L. The efficacy of 3D printing model in the intraarticular osteotomy in the treatment of malunion of tibial plateau fracture[J]. Orthop Surg, 2023, 15(1): 85-92. doi: 10.1111/os.13554.

[17] Duan S, Xu R, Liang H, et al. Study on the efficacy of 3D printing technology combined with customized plates for the treatment of complex tibial plateau fractures[J]. J Orthop Surg Res, 2024, 19(1): 562. doi: 10.1186/s13018-024-05051-w.

[18] Havermans RJM, Stroobants E, de Kiefte M, et al. Implementing 3D fluoroscopy in the management of tibial plateau fractures: shorter hospitalization and decline in revision surgery, but increase in the duration of surgery and radiation exposure[J]. Injury, 2023, 54(7): 110734. doi: 10.1016/j.injury.2023.04.021.

[19] Bitschi D, Fürmetz J, Gilbert F, et al. Preoperative mixed-reality visualization of complex tibial plateau fractures and its benefit compared to CT and 3D printing[J]. J Clin Med, 2023, 12(5): 1785. doi: 10.3390/jcm12051785.

[20] 刘 波,曹光华,张文玺,等. 3D打印技术在腓骨头上入路治疗复杂胫骨平台后外侧骨折中的临床应用[J]. 实用临床医药杂志, 2024, 28(5): 17-20. doi: 10.7619/jcmp.20232950.

[21] 李世梁,邱祖财,杜兰翔,等. 3D打印Frosch入路胫骨后外侧平台骨折复位固定[J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32(8): 673-678. doi: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.08.01.

[22] 朱富康. 年龄在复杂胫骨平台骨折治疗中的影响及其预后危险因素分析[D]. 武汉:华中科技大学, 2022.

(编辑:龙小芬)