

3D 打印辅助双侧钢板内固定在复杂性胫骨平台骨折中的疗效观察*

倪博文 于泓 于洋 曲鹏玮 许嵩

(威海市立医院创伤骨科, 山东 威海 264200)

【摘要】 目的 分析 3D 打印辅助双侧钢板内固定对复杂性胫骨平台骨折患者治疗的效果。方法 回顾性分析我院 2019 年 9 月—2022 年 9 月收治的 105 例复杂胫骨平台骨折患者病例资料, 根据不同治疗方法将其分为对照组(47 例)和辅助组(58 例)。对照组给予传统钢板内固定术治疗, 辅助组在双侧钢板内固定术治疗前给予 3D 打印。随访术后平均随访 12~48 个月, 对比两组患者临床治疗效果、治疗前后膝关节 Lysholm 评分、Rasmussen 骨折复位满意度评分、膝关节活动度(ROM)并记录其不良反应。结果 辅助组临床治疗总有效率高于对照组($P < 0.05$)。治疗后, 辅助组手术时间、术中出血量、骨折痊愈时间均低于对照组($P < 0.05$); 两组膝关节 Lysholm 评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后 3 个月、6 个月两组 Rasmussen 评分均升高($P < 0.05$), 且辅助组评分均高于对照组($P < 0.05$)。治疗 3 个月、末次随访时, 两组关节活动度均升高($P < 0.05$), 且辅助组均高于对照组($P < 0.05$)。结论 对复杂性胫骨平台骨折患者给予 3D 打印辅助治疗, 有助于骨折术后膝关节恢复, 获得较高的骨折复位满意度, 可作为目前治疗复杂性胫骨平台骨折的理想方式。

【关键词】 双侧钢板内固定; 3D 打印; 复杂性胫骨平台骨折; 疗效; 膝关节功能; 骨折复位满意度

【中图分类号】 R683 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 12. 019

Observation of the efficacy of 3D printing assisted with internal fixation of both plates in the treatment of complex fractures of the plateau of the shin

NI Bowen, YU Hong, YU Yang, QU Pengwei, XU Song

(Department of Trauma and Orthopedics, Weihai Municipal Hospital, Weihai 264200, Shandong, China)

【Abstract】 **Objective** To analyze the effect of 3D printing assisted by double plate in the treatment of patients with complex tibial plateau fractures. **Methods** The clinical data of 105 patients with complex tibial plateau fracture admitted to our hospital from September 2019 to September 2022 were retrospectively analyzed, and they were divided into control group (47 cases) and auxiliary group (58 cases) according to different treatment methods. The control group was treated with traditional plate internal fixation, and the auxiliary group was given 3D printing before bilateral plate internal fixation. The average follow-up period was 20.15 months (12-48 months). The clinical efficacy, Lysholm score, Rasmussen satisfaction score for fracture reduction and knee range of motion (ROM) were observed and compared between the two groups before and after treatment, and adverse reactions were recorded. **Results** The total effective rate of the adjuvant group was higher than that of the control group (96.55% vs 82.98%, $P < 0.05$). After treatment, the recovery time of each item in the auxiliary group was lower than that in the control group [(67.23±8.10) min vs (103.24±12.14) min, (12.19±1.54) min vs (15.66±2.35) min, (151.29±17.48) mL vs (250.37±27.16) mL] ($P < 0.05$); there was no difference in Lysholm score of knee joint between the two groups ($P > 0.05$). The Rasmussen scores of the two groups were increased 3 and 6 months after treatment ($P < 0.05$), and the scores of the auxiliary group were higher than those of the control group (21.25±3.23) vs (18.49±2.71), (27.66±3.53) vs (23.24±3.15)) ($P < 0.05$). After 3 months of treatment and at the last follow-up, the range of motion of joints in both groups increased ($P < 0.05$), and the auxiliary

基金项目: 山东省中医药科技发展计划项目(2020-330)

引用本文: 倪博文, 于泓, 于洋, 等. 3D 打印辅助双侧钢板内固定在复杂性胫骨平台骨折中的疗效观察[J]. 西部医学, 2024, 36(12): 1819-1822, 1828. DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 12. 019

group was higher than the control group $[(94.35 \pm 10.66)^\circ \text{ vs } (89.35 \pm 10.01)^\circ, (118.21 \pm 18.54)^\circ \text{ vs } (111.08 \pm 12.36)^\circ]$ ($P < 0.05$). **Conclusion** 3D printing assisted treatment for patients with complex fractures of the plateau of the shin helps to recover the knee joint after fracture surgery and achieve higher satisfaction with fracture reduction. It could be used as an ideal method to treat complex fractures of the plateau of the shin.

【Key words】 Bilateral plate fixation; 3D printing; Complex tibial plateau fracture; Efficacy; Knee joint function; Fracture reduction satisfaction

胫骨平台骨折是一种高能量损伤,大多由外力撞击导致^[1-2]。胫骨平台作为膝关节重要负荷部位,一旦发生骨折将产生骨关节炎,导致膝关节肿胀、疼痛,影响患者膝关节功能^[3]。复杂型胫骨平台骨折损伤范围大,且伴有软组织损伤,患者局部供血不足,伤口愈合缓慢,临床上多采用有限内固定、外固定支架治疗,单侧、双侧钢板固定治疗等方式治疗^[4]。双切口双钢板内固定亦常用于临床上由严重暴力引起的胫骨平台骨折患者,使用锁定钢板治疗具有良好的稳定性,有利于早期功能恢复锻炼^[5]。3D 打印可结合胫骨平台生理解剖结构,利用金属、塑料等构造胫骨平台,直观、精准地了解胫骨平台骨折情况^[6-7]。因此,本研究通过观察对比治疗效果、膝关节功能的恢复情况等,分析 3D 打印辅助治疗的参考价值。具体报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析我院 2019 年 9 月—2022 年 9 月收治的复杂胫骨平台骨折术后患者病例资料。纳入标准:①经影像学确诊。②病史明确。③骨折时间不超过 14 天。④伴有骨折块严重移位、翻转和压缩,关节面伴有塌陷和骨缺损。⑤病例资料完整。排除标准:①病理性骨折。②先天性心脏病、精神疾病等。③肝肾功能障碍。④多处合并骨折。根据以上标准,本研究共纳入 105 例患者。

1.2 方法 所有患者均采取跟骨牵引,消肿、止痛处理,待膝盖皮肤褶皱出现后,利用腰部麻醉,行手术治疗。术前均接受三维 CT 成像、X 线、MRI 检查及下肢血管彩超检查等详细了解骨折端情况。根据骨折类型、软组织受损成状况决定治疗方案。对照组给予传统钢板内固定术治疗,术前 30 min 给予头孢进行抗感染治疗。手术具体步骤如下:①胫骨平台内侧、外侧各做一个手术切口,将骨折端充分暴露。②骨折端进行复位后,采用克氏针进行临时固定。③对骨折端进行 X 线透视,结合透视结果对骨折端复位情况调整,确认患者骨折端复位效果良好后,给予钢板进行内固定。辅助组给予 3D 打印辅助双侧钢板内固定术治疗:①治疗前结合影像学检查结果在组织工程学技术的引导下,对患者骨折端进行 3D 建模,按照 1:1 比例创建骨折端实体模型。②在实体模型上模拟对骨折端的复位、固定等操作,提前准备内固定材料,结合

内固定手术要求对并对固定在其骨折端处的钢板进行预弯塑形,本次研究中 3D 打印模型平均时间为 (30.18 ± 4.06) min,塑形效果较满意。③手术前 30 min 给予头孢抗感染治疗,胫骨平台内、外侧各做一手术切口,将骨折端充分显露。④结合术前模拟手术情况,对患者骨折端进行复位,同时采用克氏针临时固定。⑤依据 X 线透视结果评估骨折端复位效果,效果满意后采用钢板对骨折端进行固定。两组患者术后均采取切口常规对症治疗,10~12 周可拄拐锻炼行走,12 周后渐渐负重步行。所有患者出院后均通过电话回访、X 射线检查、问卷调查等形式随访至少 12 个月。对其各项评分及检查结果进行评估,用以分析两种治疗方法对胫骨平台骨折患者的疗效。

1.3 观察指标

1.3.1 Lysholm 膝关节功能评分 表评估患者膝关节功能分为跛行、疼痛、支撑、交锁、肿胀等 8 各项目,共计 100 分。最终得分评估:87 分以上为优;介于 77 分与 86 分之间为良;低于 76 分为差;得分越高,膝关节功能越正常。

1.3.2 Rasmussen 评分 评估患者骨折复位满意度:包含关节面塌陷、踝部变宽、成角畸形(外翻或内翻)三个条目,每个条目计 0~6 分;分级:18 分为优;12~17 分为良;6~11 分为可;0~6 分为差。

1.3.3 关节活动度(Range of motion, ROM) 评估患者膝关节屈伸能力,具体操作如下:将量角器轴心位于膝关节,固定端平行于大腿骨长轴,移动端平行于小腿骨长轴,测定膝关节屈伸范围 $0^\circ \sim 135^\circ$ 。

1.4 疗效标准 ①显效:术后关节可未出现畸形,且疼痛消失,关节活动度超过 120° ,可自由屈伸。②有效:关节活动过程中偶有疼痛但不明显,膝关节活动度超过 80° ,屈伸轻微受限。③无效:关节活动过程中产生剧烈痛感,术后患者固定丢失,关节出现重度畸形,关节活动度小于 80° ,活动明显受限。总有效率 = 显效率 + 有效率。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析,计量资料用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,行 t 检验;计数资料以 (%) 表示,行 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料 两组性别、年龄、骨折部位等一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 两组一般资料比较 [$n, (\bar{x} \pm s)$]
Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	n	性别		年龄(岁)	骨折部位		损伤形式		Schatzker 分型		
		男	女		左侧	右侧	开放性	闭合性	IV	V	VI
辅助组	58	32	26	43.39±7.42	30	28	24	34	15	30	13
对照组	47	27	20	43.16±8.01	21	26	19	28	14	24	9
χ^2/t		0.055		0.152	0.516		0.010		0.283		
P		0.815		0.879	0.473		0.921		0.870		

2.2 两组疗效比较 辅助组总有效率高于对照组($P<0.05$),见表 2。

表 2 两组疗效比较 [$n(\times 10^{-2})$]

Table 2 Comparison of treatment effects between the two groups					
组别	n	显效	有效	无效	总有效率
辅助组	58	32(55.17)	24(41.38)	2(3.45)	56(96.55)
对照组	47	23(48.94)	16(34.04)	8(17.02)	39(82.98)
χ^2		5.551			
P		0.018			

2.3 两组手术相关指标及 Lysholm 评分 与对照组比较,辅助组手术时间、骨折痊愈时间均缩短,术中出血量降低($P<0.05$);两组间膝关节 Lysholm 评分比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

表 3 两组手术相关指标及 Lysholm 评分比较 [$(\bar{x} \pm s), n$]

Table 3 Comparison of surgery-related indicators and Lysholm scores between the two groups							
组别	n	手术时间 (min)	术中出血量 (mL)	骨折痊愈时间 (周)	Lysholm 评分		
					优	良	差
辅助组	58	67.23±8.10	151.29±17.48	12.19±1.54	37	20	1
对照组	47	103.24±12.14	250.37±27.16	15.66±2.35	29	16	2
t/Z		18.156	22.610	9.096	0.102		
P		<0.001	<0.001	<0.001	0.757		

2.4 两组 Rasmussen 评分情况比较 与对照组比较,辅助组治疗后 3 个月、6 个月的 Rasmussen 评分均高于对照组($P<0.05$),见表 4。

表 4 两组 Rasmussen 评分情况 ($\bar{x} \pm s, \text{分}$)

Table 4 The Rasmussen scores of the two groups

组别	n	治疗前	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月
辅助组	58	10.15±1.81	15.25±1.89 ^①	21.25±3.23 ^②	27.66±3.53 ^③
对照组	47	10.37±1.74	15.11±2.01 ^①	18.49±2.71 ^②	23.24±3.15 ^③
t		0.630	0.367	4.674	6.692
P		0.530	0.715	<0.001	<0.001

注:与治疗前比,① $P<0.05$;与术后 1 个月比,② $P<0.05$;与术后 3 个月比,③ $P<0.05$ 。

2.5 两组 ROM 变化情况 治疗 3 个月、末次随访时,两组关节活动度均升高($P<0.05$),且辅助组均高于对照组($P<0.05$),见表 5。

表 5 两组 ROM 变化情况 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

Table 5 Changes in ROM of the two groups

组别	n	治疗前	术后 3 个月	末次随访时
辅助组	58	63.68±7.49	94.35±10.66 ^①	118.21±18.54 ^②
对照组	47	63.42±7.51	89.35±10.01 ^①	111.08±12.36 ^②
t		0.177	2.456	2.260
P		0.860	0.016	0.026

注:与治疗前比,① $P<0.05$;与术后 3 个月比,② $P<0.05$ 。

2.6 病例分析 男,56 岁,车祸后胫骨平台骨折, Schatzker 分型为 VI 型;术前 X 线、CT 三维重建可见明显骨折,双侧钢棒内固定术后可见骨折复位良好。见图 1、2。

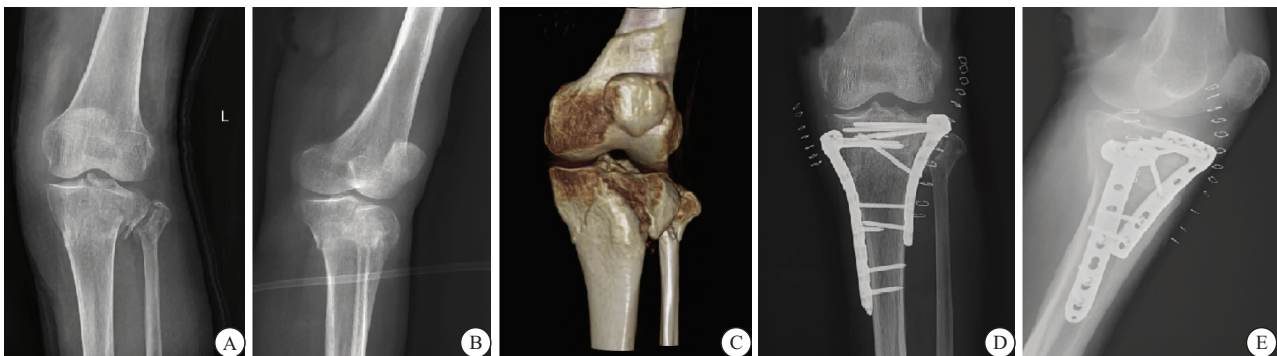


图 1 复杂型胫骨骨折 X 线、CT 图像

Figure 1 X-ray and CT images of complex tibial fractures

注:A、B 分别为术前正位、侧位 X 线片;C 为术前 CT 三维重建;D、E 分别为术后正位、侧位 X 线片。

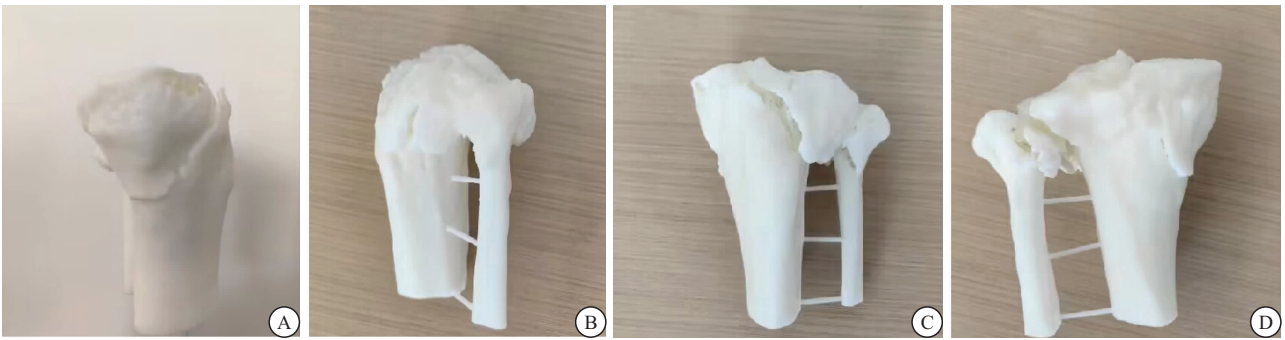


图 2 复杂型胫骨骨折 3D 打印实体模型

Figure 2 3D printed solid model of complex tibial fracture

注: A~D 分别为内侧、外侧、前面、后面视角。

3 讨论

复杂型胫骨平台骨折粉碎程度高, 关节面塌陷, 导致患者局部供血不足, 伤口愈合缓慢, 临床上多采用手术治疗^[8]。内固定术中内固定物的形态与骨折部位的配合程度相当重要, 传统的单侧钢板难以兼顾内外侧平台, 稳定性较差。双侧钢板内固定手术多采取广泛剥离软组织, 势必增加术后并发症的发生率, 使用双侧钢板内固定术治疗术前的充分准备非常必要^[9-10]。张志宏^[11]研究发现钢板治疗胫骨平台骨折感染发生率高达 15.79% (3/19), 尽可能减少采用双侧钢板或者钢板加用外支架对胫骨平台骨折的治疗。3D 打印技术可将复杂胫骨骨折解剖学模型以实体形式呈现在眼前, 直观了解骨折情况^[12-13]。

本研究对比 3D 打印辅助双侧钢板内固定术治疗与传统钢板内固定治疗, 结果显示, 辅助组临床治疗总有效率高于对照组, 治疗后, 辅助组手术时间、术中出血量、骨折痊愈时间均低于对照组, 但两组膝关节 Lysholm 评分比较无差异性; 表明 3D 打印辅助双侧钢板内固定术效果显著。这是因为 3D 打印技术可 1:1 制作复杂胫骨骨折实体模型, 观察胫骨平台皮质骨嵌插情况及松质骨压缩深度, 使得手术简单化、精准化、个性化, 从而提高手术治疗效果, 促进骨折愈合^[14-15]。

3D 打印技术的联合使用, 使得术前对内外压缩、塌陷块有了充分的了解, 术中更清楚显露解剖复位关节面, 利于骨折手术进行; 借助 3D 实体模型进行虚拟手术, 可准确获得复位信息, 有利于伤口愈合、骨折复位、膝关节功能恢复^[16-17]。本研究随访结果显示, 治疗后 3 个月、6 个月两组 Rasmussen 评分均升高, 且辅助组评分均高于对照组; 治疗 3 个月、末次随访时, 两组关节活动度均升高, 且辅助组均高于对照组, 表明采用 3D 打印辅助双侧钢板内固定治疗复杂胫骨平台

骨折可促进膝关节功能恢复。这可能是因为双侧钢板内固定术具有以下优势: ① 稳定、持续。② 利于关节面恢复, 保持胫骨高度。③ 减少并发症发生率^[18-20]。

4 结论

与传统手术比较, 3D 打印辅助双侧钢板内固定治疗复杂胫骨平台骨折疗效显著, 手术时间短、术中出血量少, 有助于促进骨折愈合。然而, 本研究仍存在一定的局限性, 未分析骨折原因、基础疾病、患者术后锻炼依从性等因素对治疗效果的影响, 后续将进行更深入的探讨。

【参考文献】

- [1] 田仁元, 郭松, 徐林, 等. 三种不同手术入路髓内钉治疗胫骨骨折的疗效比较[J]. 实用医学杂志, 2020, 36(22):67-72.
- [2] 俄尔曲布, 余得水, 孙广运, 等. 超前股神经-坐骨神经阻滞对胫腓骨骨折手术患者术后短期认知功能及镇痛的影响[J]. 西部医学, 2023, 35(2):266-271.
- [3] 葛志强, 杨洁, 夏志勇, 等. 胫骨平台骨折术后切口感染发生率及危险因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(4):417-419.
- [4] XIE X, LI Z, BAI L, *et al.* Deep learning-based MRI in diagnosis of fracture of tibial plateau combined with meniscus injury [J]. Sci program, 2021, 2021(13):9935910.
- [5] 徐磊, 石兴雷, 韩玉虎, 等. 单与双侧钢板内固定治疗复杂胫骨平台骨折比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(12):1081-1084.
- [6] LIU P, HEWITT N, SHADID W, *et al.* A system for 3D reconstruction of comminuted tibial plafond bone fractures [J]. Comput Med Imaging Graph, 2021, 89:101884.
- [7] TSENG Y W, LIAO C Y, IRWANSYAH I, *et al.* Development of 3D printable bone model with fracture lines for additive manufacturing applications [J]. Appl Mech Mater, 2019, 894:9-14.
- [8] 马海召, 冯新霞, 陈晓华, 等. 单纯 T 形钢板与双支撑钢板治疗后外侧胫骨平台骨折的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(2):185-187.

(下转第 1828 页)

- [8] TACCONI L, BALDO S, MERCI G, *et al.* Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: outcome and complications in 270 cases[J]. *J Neurosurg Sci*, 2020, 64(6):531-536.
- [9] 王放, 李杰, 孙宏, 等. 腰椎 PETD 与 PEID 治疗腰椎间盘突出症疗效对比[J]. *西部医学*, 2020, 32(12):1773-1777.
- [10] 庾伟, 周霖, 刘德森, 等. 单侧双通道内镜技术治疗腰椎管狭窄的初步研究[J]. *中国微创外科杂志*, 2021, 21(1):56-60.
- [11] 中华医学会骨科学分会脊柱外科学组, 中华医学会骨科学分会骨科康复学组. 腰椎间盘突出症诊疗指南[J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(8):477-487.
- [12] 宋国瑞, 张波, 孙克宁, 等. PETD、PEID 治疗 L5~S1 腰椎间盘突出症对比观察[J]. *山东医药*, 2020, 60(24):66-69.
- [13] 张国强, 杨雍, 李锦军, 等. Intraspine 治疗单节段腰椎间盘突出症的临床疗效[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28(23):2135-2138.
- [14] 杨小彬, 郝定均, 贺宝荣, 等. 不同融合术式治疗腰椎间盘突出并腰椎失稳的远期疗效[J]. *实用骨科杂志*, 2020, 26(1):56-59.
- [15] 李健辉, 解晓彬, 刘剑锋, 等. 下压式扩孔技术在经椎间孔镜手术治疗伴高髂嵴 L5/S1 椎间盘突出症中的应用[J]. *中国内镜杂志*, 2020, 26(11):48-55.
- [16] 白永乐, 王智龙. 单节段腰椎间盘突出症患者髓核摘除术治疗的临床效果及对患者视觉模拟评分 Oswestry 功能障碍指数的影响[J]. *山西医药杂志*, 2021, 50(7):1157-1159.
- [17] YANG J H, KIM H J, CHANG D G, *et al.* Relationship between degree of separation of endplate cartilage and severity of intervertebral disc herniation[J]. *Clin Anat*, 2022, 35(2):204-210.
- [18] YILDIRIM P, GULTEKIN A. The Effect of a Stretch and Strength-Based Yoga Exercise Program on Patients with Neuro-pathic Pain due to Lumbar Disc Herniation[J]. *Spine*, 2022, 47(10):711-719.
- [19] HADŽIĆ E, SPLAVSKI B, LAKIČEVIĆ G. Comparison of early and delayed lumbar disc herniation surgery and the treatment outcome[J]. *Med Glas (Zenica)*, 2021, 18(2):456-462.
- [20] HARENI N, STRÖMQVIST F, STRÖMQVIST B, *et al.* Back pain is also improved by lumbar disc herniation surgery[J]. *Acta Orthop*, 2021, 92(1):4-8.
- [21] YUN D J, PARK S J, LEE S H. Open Lumbar Microdiscectomy and Posterolateral Endoscopic Lumbar Discectomy for Anterior and Retrospondylolisthesis[J]. *Pain Physician*, 2020, 23(4):393-404.
- [22] HAMAWANDI S A, SULAIMAN I I, AL-HUMAIRI A K. Open fenestration discectomy versus microscopic fenestration discectomy for lumbar disc herniation: a randomized controlled trial[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1):384.
- [23] 田地, 吕鹏. 单侧双通道内窥镜技术治疗腰椎管狭窄症[J]. *脊柱外科杂志*, 2022, 20(6):366-371.
- [24] 尹逊屹, 祁全, 高博, 等. 经椎间孔镜下髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症术中并发症分析[J]. *国际骨科学杂志*, 2020, 41(4):208-211.
- [25] 王海峰, 宋扬, 王乃国. 单侧双通道脊柱内镜与经皮内镜及椎板间开窗髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症临床对比研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36(10):1200-1206.
- [26] 朱承跃, 张良平, 程伟, 等. 单侧双通道脊柱内镜下髓核摘除术联合纤维环缝合术治疗腰椎间盘突出症早期临床疗效[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36(10):1186-1191.
- [27] 王彬, 何鹏, 刘晓伟, 等. 单侧双通道内镜与椎间盘镜治疗腰椎间盘突出症的分析[J]. *东南国防医药*, 2022, 24(2):142-146.

(收稿日期:2023-06-25;修回日期:2024-10-13;编辑:黎仕娟)

(上接第 1822 页)

- [9] 吴世鹏, 刘宝玉, 李向阳, 等. 胫骨近端关节外骨折髓内钉与钢板内固定术后并发症比较的系统评价[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2022, 37(12):1262-1265.
- [10] SUN L, TIAN A X, MA J X, *et al.* Successful outcomes of unilateral vs bilateral pedicle screw fixation for lumbar interbody fusion: A meta-analysis with evidence grading[J]. *World J Clin Cases*, 2022, 10(36):13337-13348.
- [11] 张志宏, 赵波, 刘宣成. 复杂胫骨平台骨折的手术治疗[J]. *中国骨伤*, 2005, 18(6):335-337.
- [12] LI H F, YU T, ZHU X F, *et al.* Locking compression plate + T-type steel plate for postoperative weight bearing and functional recovery in complex tibial plateau fractures[J]. *World J Clin Cases*, 2022, 10(2):502-510.
- [13] XIA Y, XU W, ZHANG H, *et al.* 3D-printing polylactic acid/hydroxyapatite fracture internal fixation plates for bone repair[J]. *J Appl Polym Sci*, 2022, 139(45/46):2-11.
- [14] 黄晓夏, 赵岩, 彭聪, 等. 3D 打印辅助改良前外侧双肌间隙入路治疗后外侧柱胫骨平台骨折[J]. *创伤外科杂志*, 2021, 23(10):734-739.
- [15] GIANNETTI S, BIZZOTTO N, STANCATI A, *et al.* Minimally invasive fixation in tibial plateau fractures using an pre-operative and intra-operative real size 3D printing[J]. *Injury*, 2017, 48(3):784-788.
- [16] 王晶, 乌日开西·艾依提, 艾合买提江·玉素甫. 基于 3D 打印的胫骨骨折外固定生物力学研究[J]. *光电工程*, 2021, 48(7):4-11.
- [17] 蔡雨卫, 段敬瑞, 房雷, 等. 3D 打印辅助微创接骨板内固定术治疗不同类型胫骨骨折抗胫骨旋转不良差异研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33(12):1510-1515.
- [18] 贾建国, 朱立帆, 沈鹏程, 等. 双切口双侧钢板与单侧锁定钢板内固定治疗 Schatzker V 型胫骨平台骨折的疗效[J]. *局解手术学杂志*, 2023, 32(1):61-65.
- [19] LI H, WANG Z, ZHAO J, *et al.* Effects of unilateral and bilateral pedicle screw fixation on symptoms and quality of life of patients with lumbar degenerative diseases[J]. *Am J Trans Res*, 2021, 13(5):5216-5223.
- [20] TARTARA F, COFANO F, PERNA G D, *et al.* Letter to the Editor Regarding: "Biomechanical Comparison of Stand-Alone and Bilateral Pedicle Screw Fixation for Oblique Lumbar Interbody Fusion Surgery-A Finite Element Analysis"[J]. *World Neurosurg*, 2021, 150:248-249.

(收稿日期:2023-11-15;修回日期:2024-05-20;编辑:黎仕娟)