

· 临床论著 ·

复杂胫骨平台骨折数字和3D打印手术规划的意义<sup>△</sup>梁周<sup>1</sup>, 杨博<sup>1</sup>, 文立春<sup>1</sup>, 陆兰兰<sup>2</sup>, 黄政<sup>1</sup>, 许钊<sup>3</sup>, 何忠<sup>1\*</sup>(1. 玉林市中西医结合骨科医院, 广西玉林 537000; 2. 广西医科大学玉林校区护理教研室, 广西玉林 537000;  
3. 广西壶兰科技有限公司, 广西南宁 530000)

**摘要:** [目的] 探讨数字虚拟现实与3D打印模拟手术在治疗复杂胫骨平台骨折中的临床应用价值。[方法] 2018年6月—2019年6月本院收治复杂胫骨平台骨折患者共60例, 随机分为两组。30例患者在数字虚拟现实与3D打印模拟手术的基础上实行开放复位内固定(3D组), 另外30例采用常规技术实行手术(常规组)。比较两组围手术期、随访与影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术。3D组手术时间、切口长度、术中失血量、术中透视次数、钢板放置次数、术后张力性水疱发生率、住院时间方面均显著优于常规组( $P<0.05$ )。随访时间18~28个月, 平均(22.36±10.28)个月。3D组下地行走时间、完全负重活动时间显著早于常规组( $P<0.05$ )。随术后时间推移, 两组患者VAS评分显著降低( $P<0.05$ ), 而HSS评分、膝伸-屈ROM显著增加( $P<0.05$ )。术后相应时间点, 3D组上述指标均显著优于常规组( $P<0.05$ )。影像方面, 3D组骨折复位质量、术后胫骨近端内侧面角、胫骨平台后倾角优于常规组( $P<0.05$ )。[结论] 数字虚拟现实与3D打印模拟手术可显著提升复杂胫骨平台骨折开放复位内固定的精准性, 改进临床效果。

**关键词:** 胫骨平台骨折, 数字虚拟现实, 3D打印技术, 开放复位内固定

中图分类号: R683.42 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478(2022)02-0119-06

**Significance of surgical planning by digital virtual reality and 3D printing for open reduction and internal fixation of complex tibial plateau fractures** // LIANG Zhou<sup>1</sup>, YANG Bo<sup>1</sup>, WEN Li-chun<sup>1</sup>, LU Lan-lan<sup>2</sup>, HUANG Zheng<sup>1</sup>, XU Zhao<sup>3</sup>, HE Zhong<sup>1</sup>. 1. Yulin Hospital of Chinese and Western Combined Orthopedics, Yulin 537000, China; 2. Department of Nursing, Yulin Campus, Guangxi Medical University, Yulin 537000, China; 3. Guangxi Hulan Technology Co., LTD., Nanning 530000, China

**Abstract:** [Objective] To explore the value of surgical planning by digital virtual reality and 3D printing for open reduction and internal fixation of complex tibial plateau fractures. [Methods] A total of 60 patients who were admitted into our hospital from June 2018 to June 2019 for complex tibial plateau fractures were randomly divided into two groups. Of them, 30 patients underwent open reduction and internal fixation based on preoperative surgical planning by digital virtual reality and 3D printing, while another 30 patients underwent operations by using conventional techniques. The perioperative, follow-up and imaging data were compared between the two groups. [Results] All the patients in both groups had operation completed successfully. The 3D group proved significantly superior to the conventional group in terms of operation time, incision length, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy times, plate placement times, incidence of postoperative tension blister and hospital stay ( $P<0.05$ ). The follow-up period lasted for 18~28 months, with a mean of (22.36±10.28) months. The 3D group resumed walking and full weight bearing activity significantly earlier than the conventional group ( $P<0.05$ ). The VAS scores decreased significantly ( $P<0.05$ ), whereas the HSS score and knee extension-flexion range of motion (ROM) significantly increased in both groups over time postoperatively ( $P<0.05$ ). At the corresponding postoperative time point, the 3D group was significantly superior to the conventional group in abovementioned items ( $P<0.05$ ). Regarding to radiographic assessment, the 3D group got significantly better quality of fracture reduction postoperatively, and more proper medial proximal tibial angle (MPTA) and posterior tibial slope (PTS) at the latest follow up than the conventional group ( $P<0.05$ ). [Conclusion] The digital virtual reality and 3D printing used for preoperative surgical planning do considerably improve the precision of open reduction and internal fixation, and improve the clinical outcome for complex tibial plateau fractures.

**Key words:** tibial plateau fracture, digital virtual reality, 3D printing, open reduction and internal fixation

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.02.05

<sup>△</sup>基金项目: 广西科技计划项目(编号: 桂科 AA17292010); 玉林市科学研究与技术开发计划项目(编号: 玉市科 201934046); 广西中医药重点学科建设项目(编号: GZK-Z-20-26); 广西中医药适宜技术开发与推广项目(编号: GZSY21-96)

作者简介: 梁周, 副主任医师, 研究方向: 骨关节、创伤及3D打印技术的临床研究, (电话)15207755495, (电子信箱)5913682@qq.com

\* 通信作者: 何忠, (电话)15077507991, (电子信箱)gkylhezong@163.com

复杂胫骨平台骨折是由高能量暴力所致的胫骨近端关节内骨折，以交通事故、高空坠落伤为主要发病因素<sup>[1]</sup>，Elsoe等<sup>[2]</sup>基于576 364名居民的背景人口，对医院记录进行回顾性分析，共有355例患者因胫骨平台骨折接受治疗，最常见的骨折类型为AO 41-B3型，占有胫骨平台骨折的35%。其次为AO 41-C3型，占有胫骨平台骨折的17%。胫骨平台骨折的发生率为每年10.3/10万，40~60岁患病频率最高。骨折的治疗需尽可能恢复关节面平整，维持膝关节的稳定性，降低软组织损伤，处理不当，易出现皮肤软组织坏死、骨不连、关节僵硬等诸多并发症，充分的术前评估和手术规划是手术治疗效果的重要保证<sup>[3, 4]</sup>。常规X线片和CT等影像学检查提供的骨折信息存在片面性，术者在阅片评估时难以做好充足的术前准备，经术中探查后才能最终确定手术方案。本研究应用虚拟手术设计结合3D打印技术为不同个体制定相对应的术前规划，并与常规手术相比较，分析3D打印结合虚拟手术设计治疗复杂胫骨平台骨折的临床治疗效果，为复杂胫骨平台骨折的手术治疗提供新的思路。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1)符合人民卫生出版社第5版《骨与关节损伤》中关于复杂胫骨平台骨折的诊断标准的Schatzker分型为IV型、V型、VI型的骨折<sup>[5]</sup>(图1a, 1b)；(2)年龄18~60岁；(3)受伤至医院就诊时间<2周的新鲜骨折；(4)无明显皮肤破损、剥脱、伤口感染或开放性骨折；(5)受伤前膝关节无畸形及功能障碍。

排除标准：(1)患有骨质疏松症或存在病理性骨折；(2)合并严重内科系统疾病不能耐受手术；(3)合并严重的下肢血管及神经损伤；(4)合并其他部位的骨折；(5)不同意接受复查、随访或不同意参加本临床研究者。

### 1.2 一般资料

回顾性分析本院2018年6月—2019年6月收治的60例胫骨平台骨折患者的临床资料，利用随机数字表法分为3D组和常规组，每组各30例。两组患者术前一般资料见表1，两组年龄、性别、侧别、受伤原因、骨折分型、合并伤和损伤至手术时间的差异均无统计意义( $P>0.05$ )。本研究已通过本院伦理委员会批准，且患者知情并签署同意书。

表1 两组患者一般资料与比较

指标	3D组 (n=30)	常规组 (n=30)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	45.90±10.28	45.63±11.39	0.924
性别(例, 男/女)	18/12	19/11	0.791
损伤肢体侧别(例, 左/右)	16/14	13/17	0.438
受伤原因(例, A/B/C)	14/13/3	16/12/2	0.563
Schatzker分型(例, IV/V/VI)	12/10/8	13/10/7	0.752
合并伤(例, D/E/F/G/H)	19/6/5/8/2	17/8/4/6/4	0.955
损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$ )	7.27±0.64	7.10±0.71	0.365

注：A. 交通事故；B. 高空坠落；C. 其他；D. 半月板损伤；E. 前交叉韧带损伤；F. 后交叉韧带损伤；G. 内侧副韧带损伤；H. 外侧副韧带损伤

### 1.3 手术方法

入院后完善相关检查，排除手术禁忌证，明确骨折分型，常规下肢全长石膏托外固定并抬高制动，待软组织水肿好转后择期进行手术。

3D组模拟手术：将膝关节CT扫描数据以DICOM格式导入Mimics17.0软件，启动Region Growing模组建立膝关节模板，使用Multiple Slice Edit模组编辑像素合集，对骨折块进行提取、分割及着色，通过Calculate 3D模组将所需的模板转换为三维模型。在3D对象窗口下，观察骨折的塌陷情况、移位距离及旋转角度，使用移动和旋转功能对各个骨块进行移动复位，将虚拟复位前、后的三维模型保存以备打印；通过MedCAD模组在复位后的三维模型上绘制模拟钢板，绘制圆柱体模拟螺钉固定主要骨折块，通过矢状面、冠状面和水平面等多个角度调试并记录钢板位置、固定螺钉的长度和置入角度(图1c, 1d)。经3D打印机等比例打印出患侧实物模型，根据虚拟手术设计的方案在3D打印模型上模拟骨折复位和固定操作(图1e, 1f)。

3D组实际手术：取前外侧入路，根据虚拟手术设计的方案，进行骨折复位，用克氏针临时固定，放置术前预弯好的前外侧锁定钢板，根据术前模拟操作的结果钻孔后直接选取螺钉固定。必要时配合使用拉力螺钉进行固定，平台塌陷严重者，撬拨复位后取自体骨植骨。固定完成后行膝关节应力试验确保固定稳定，置管引流后逐层关闭手术切口。

常规组：术前未行3D数字与模型模拟手术计划，而是按常规影像检查结果制定手术方案。行前外侧切口，上翻半月板，显露关节内外骨折处，对于关节内塌陷骨折，可翻开关节外骨折块，复位关节内塌

陷骨折块。平台塌陷严重者，复位后取自体骨植骨，放置前外侧钢板，螺丝钉固定。

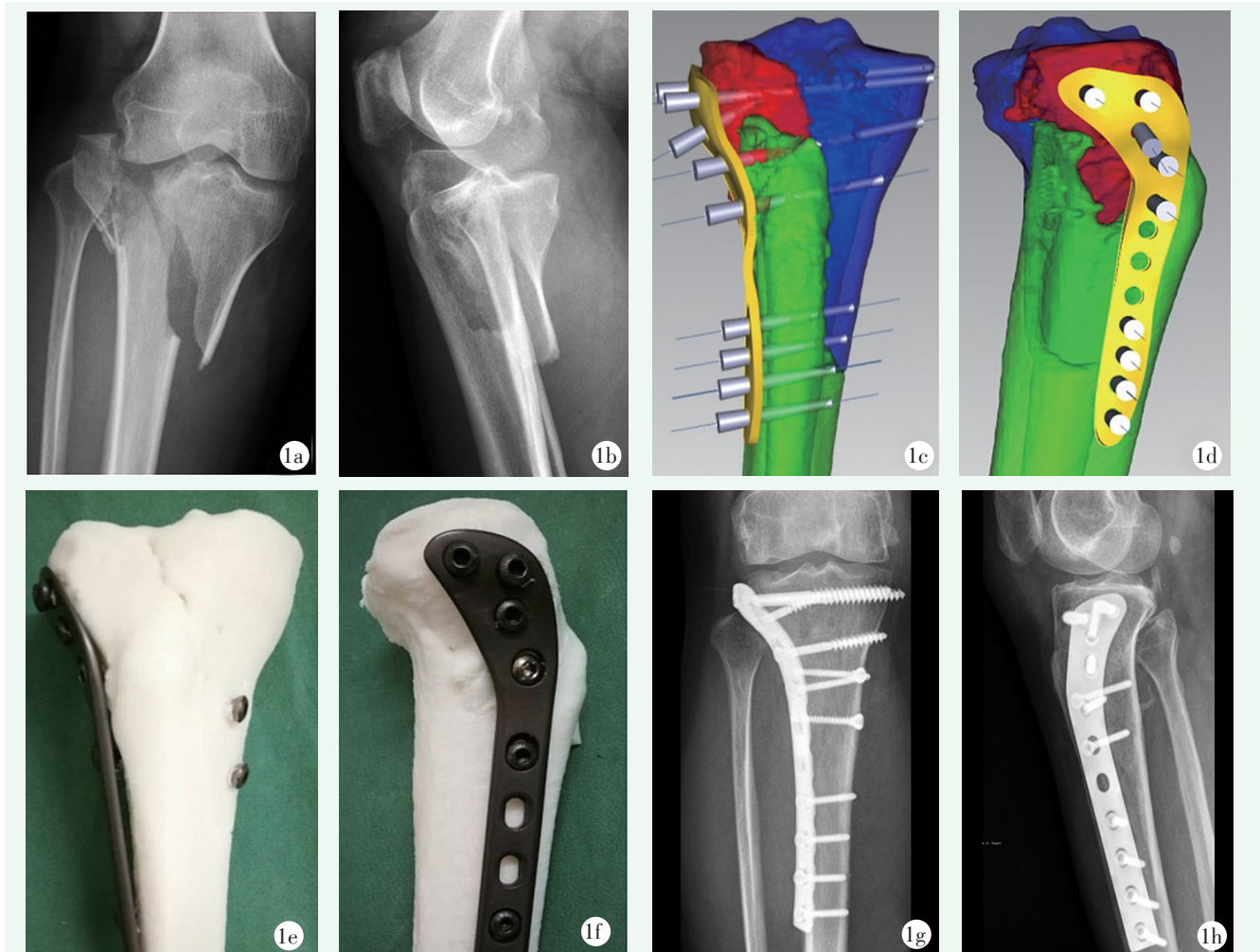


图1 患者，男，45岁，车祸致右膝关节肿痛并活动受限，胫骨平台 Schatzker V 型骨折，行3D打印结合虚拟手术设计下辅助手术治疗 1a, 1b: 术前正侧位 X 线片示 Schatzker 分型为 V 型胫骨平台骨折 1c, 1d: 伤后第 6 d 行术前数字模拟手术 1e, 1f: 术前的 3D 打印模型拟手术操作 1g, 1h: 实际手术后 12 个月复查 X 线片示关节面平整，轻度退变，骨折愈合良好，内固定物无松动

合并伤处理：对半月板及内、外侧副韧带损伤的患者随一期手术切除或修复；前、后交叉韧带损伤的患者，如存在髁间嵴止点骨折块移位的，则一期对骨折块进行固定，待骨性愈合后再行二期韧带修复。如仅为韧带实质部位断裂者，在骨性愈合后行二期修复。

两组患者术后常规给予抗生素、脱水消肿、镇痛、冰敷及对症支持处理。术后第 2 d，指导患者适当的进行静态与动态结合的功能锻炼，锻炼内容主要包括股四头肌收缩、踝关节左右转动、足背伸、趾跖屈、蹬踏训练等<sup>[6]</sup>。术后 8 周进行不完全负重，骨折愈合后完全负重。

#### 1.4 评价指标

记录两组患者围手术期资料，包括手术时间、切

口长度、术中失血量、术中透视次数、钢板放置次数、术后张力性水疱发生情况、切口愈合和住院时间。采用下地行走时间、完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue score, VAS)、美国特种外科医院膝关节评分 (hospital for special surgery, HSS)<sup>[7]</sup>、膝伸-屈活动度 (range of motion, ROM) 评价临床效果。

行影像学检查，评价骨折复位质量，关节面解剖复位为优，移位 < 2 mm 为良，移位 ≥ 2 mm 为差。测量股胫角 (femorotibial angle, FTA)、胫骨近端内侧角 (medial proximal tibial angle, MPTA) 和胫骨平台后倾角 (posterior tibial slope, PTS)，评价骨折愈合时间和内固定物改变情况。

#### 1.5 统计学方法

使用 SPSS 21.0 统计学软件对数据进行分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本  $t$  检验, 组内时间点间比较采用配对  $T$  检验; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验。等级资料采用 *Mann-Whitney U* 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

两组患者均顺利完成手术, 术中均未发生血管、神经损伤等严重并发症。两组患者围手术期资料详见表 2。3D 组手术时间、切口长度、术中失血量、术中透视次数、钢板放置次数、术后张力性水泡发生、住院时间均显著优于常规组 ( $P < 0.05$ )。两组切口愈合情况差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。术后无软组织坏死、感染等早期并发症。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	3D 组 (n=30)	常规组 (n=30)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	95.07±23.26	114.40±20.66	<0.001
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	11.03±2.06	13.57±1.89	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	131.17±58.10	167.67±50.65	0.012
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	4.40±1.25	5.67±1.12	<0.001
钢板放置次数 (例, 一次/多次)	26/4	16/14	0.005
术后张力性水泡 [例 (%)]	2 (6.67)	5 (16.67)	0.030
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	28/2/0	26/4/0	0.393
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	18.70±2.60	20.77±2.69	0.004

### 2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间 18~28 个月, 平均 (22.36±10.28) 个月。随访过程中, 两组患者均未发生再损伤、伤肢疼痛加剧、翻修手术等不良事件, 膝关节功能逐步改善。术后长期随访结果显示, 两组患者均未见下肢神经及血管损伤、下肢静脉血栓、膝关节不稳等情况的出现。

两组患者随访结果见表 3。3D 组下地行走时间、完全负重活动时间显著早于常规组 ( $P < 0.05$ )。术后随时间推移, 两组患者 VAS 评分显著降低 ( $P < 0.05$ ), 而 HSS 评分和膝伸-屈 ROM 显著增加 ( $P < 0.05$ )。术后相应时间点, 3D 组的上述指标均显著优于常规组 ( $P < 0.05$ )。

末次随访时, 3D 组 30 例中, 28 例完全无痛, 2 例行走时轻度疼痛; 28 例行走正常, 2 例轻度跛行; 29 例下蹲活动正常, 1 例下蹲活动轻度受限; 29 例恢复至伤前运动或劳动能力水平, 1 例未恢复至伤前运动或劳动能力水平。常规组 30 例中, 27 例完全无痛, 3 例行走时轻度疼痛; 27 例行走正常, 3 例轻度跛行; 27 例下蹲活动正常, 3 例下蹲活动轻度受限; 28 例恢复至伤前运动或劳动能力水平, 2 例未恢复至伤前运动或劳动能力水平。

表 3 两组患者随访结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	3D 组 (n=30)	常规组 (n=30)	P 值
下地行走时间 (d)	55.83±2.09	56.97±2.04	0.038
完全负重活动时间 (周)	12.60±1.00	13.53±1.04	<0.001
VAS 评分 (分)			
术后 3 个月	2.30±0.70	2.87±0.63	0.004
末次随访	0.87±0.63	1.33±0.71	0.009
P 值	<0.001	<0.001	
HSS 评分 (分)			
术后 3 个月	60.63±6.52	57.43±6.97	0.041
末次随访	89.80±7.96	82.63±9.38	0.002
P 值	<0.001	<0.001	
膝伸-屈 ROM (°)			
术后 3 个月	90.77±3.68	88.50±3.95	0.025
末次随访	121.00±4.65	117.67±3.72	0.003
P 值	<0.001	<0.001	

### 2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。3D 组骨折复位质量、MPTA、PTS 优于常规组, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。3D 组 FTA 稍大于常规组, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。术后 3D 组 MPTA 和 PTS 均显著优于常规组 ( $P < 0.05$ )。两组患者均在术后 12~16 周内获得骨性愈合, 两组间骨折愈合时间的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。通过比较末次影像学结果显示, 两组患者骨折均愈合, 均无内固定物松动、断裂或移位。

## 3 讨论

复杂胫骨平台骨折多由高能量损伤所致, 随着交通运输及建筑行业的蓬勃发展, 交通事故、高空坠落等高能量暴力所导致的复杂胫骨平台骨折呈逐年上升的趋势<sup>[8]</sup>。骨折发生的同时多伴有关节平面的塌陷、

骨折移位以及周围软组织损伤, 处理不当, 容易出现皮肤坏死、骨折延期愈合等并发症<sup>[9, 10]</sup>。详细的术前规划是手术成功的保证, 需术者清晰地了解骨折的分型、断端骨折块的分布, 评估周围软组织的损伤程度, 选择相应手术入路及骨折复位方案, 此外, 内固定材料的选择等细节也十分重要<sup>[11]</sup>。

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	3D 组 (n=30)	常规组 (n=30)	P 值
骨折复位质量 (例, 优/良/可)	23/6/1	15/12/3	0.032
术后 FTA (°, $\bar{x} \pm s$ )	175.67±0.96	175.63±0.96	0.894
术后 MPTA (°, $\bar{x} \pm s$ )	87.03±1.25	86.20±1.19	0.010
术后 PTS (°, $\bar{x} \pm s$ )	10.10±1.19	11.93±1.08	<0.001
骨折愈合 (例, <12 周/12~16 周/≥16 周)	0/30/0	0/30/0	ns

常规的手术设计主要基于术前 X 线片和 CT, 虽然 CT 的三维重建可明确显示骨折的空间位置关系, 但所显示的图像所带来的往往是二维层次的认知, 术者容易对骨折空间立体结构认识片面, 在进行手术设计时出现疏漏, 经手术探查后需要更改原有的手术方案, 进而影响骨折的复位<sup>[12]</sup>。基于 3D 技术的 Mimics 虚拟手术设计, 通过计算机软件将骨折块进行像素集合编辑处理, 对不同的骨块逐项进行提取、分割并不同颜色标注, 供术者充分了解各个骨块移位情况和旋转角度, 然后对各个骨块进行虚拟复位, 并在虚拟情况下选择合适的钢板放置位置, 螺钉固定方向及长度, 为患者制定详细的术前规划<sup>[13]</sup>。同时, 3D 技术所打印的 1:1 等比例实物模型, 能供术者进行模拟演练, 熟悉术中操作, 对手术钢板提前贴合骨面进行预弯, 并确定固定螺钉长度及角度, 提高手术精准度及手术质量<sup>[14]</sup>。

笔者在回顾性分析两组差异原因时发现, 3D 组术前通过分析各个骨块的移位, 对骨折碎块分布的充分认识, 以最小的手术视野暴露了所需固定的部位, 避免不必要的软组织剥离, 减少术中的出血量的同时也减小了过度牵拉对软组织造成的损伤, 为手术创口的恢复提供了有利的生长条件, 避免术后并发症的发生<sup>[15]</sup>。同时术前的模拟操作可使手术操作更加熟练及规范化, 规避术中可能发生的问题, 在实际手术中, 对骨折断端进行合理的复位和临时固定后, 选用预弯好的贴合骨结构的钢板一次性放置钢板成功, 减

少了时间的耗损, 提高手术效率与质量, 获得了满意的手术治疗效果<sup>[16]</sup>。与时亮及李鹏等的研究结果相一致<sup>[17, 18]</sup>。但本研究存在样本量相对较少, 随访时间短等不足, 仍需进一步扩大样本量及随访时间进行对照研究。

3D 技术作为一种新型的临床实用技术, 在骨科临床应用中除了实物模型的制作以外, 在辅助骨科手术的准确性和效率方面也逐渐显示出潜在的优势与实用性<sup>[19]</sup>。此外, 通过打印的 3D 实物模型, 方便医生向患者及家属详解病情及手术方案, 打破医患双方交流的障碍, 获得患者及家属的理解和配合<sup>[20]</sup>。在看到 3D 技术优势的同时, 也应意识到它所存在的弊端与不足<sup>[21]</sup>。首先是 3D 打印的实体模型需耗费较长的时间, 无法有效指导急诊手术; 其次 3D 打印技术由于专业设备及影像学数据转换要求较高, 需专业人士进行处理, 无法普及应用; 再者打印的成本及材料的消耗无疑也增添了患者的经济负担。相信随着科技快速发展, 3D 打印技术能够得到短板的补足, 更好地推进实际骨科临床技术的进步。

综上所述, 3D 打印结合虚拟手术设计在复杂胫骨平台骨折的手术治疗中, 通过术前的手术规划和模拟操作, 能有效保证骨折的复位质量, 提高手术的精确性和安全性, 进而缩短手术时间, 减少手术出血量, 促进患者膝关节功能的恢复, 值得临床进一步的推广。

#### 参考文献

- [1] Berkson EM, Virkus WW. High-energy tibial plateau fractures [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2006, 14 (1): 20-31.
- [2] Elsoe R, Larsen P, Nielsen NP, et al. Population-based epidemiology of tibial plateau fractures [J]. Orthopedics, 2015, 38 (9): e780-e786.
- [3] 郭玉冬, 王宸. 复杂胫骨平台骨折治疗的挑战 [J]. 中国骨伤, 2017, 30 (10): 881-884.
- [4] 王国旗, 张里程, 唐佩福. 胫骨平台骨折的治疗策略与进展 [J]. 中华骨科杂志, 2016, 36 (18): 1202-1207.
- [5] 王亦聰, 姜保国. 骨与关节损伤 [M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 1322-1334.
- [6] 鲁芳勤, 刘涛杰. 动静平衡康复训练对胫骨平台骨折术后患者膝关节功能及肌力恢复的影响 [J]. 临床研究, 2019, 27 (9): 35-36.
- [7] Insall JN, Ranawat CS, Aglietti P, et al. A comparison of four models of total knee-replacement prostheses [J]. J Bone Joint Surg Am, 1976, 58 (6): 754-765.
- [8] 宇文培之, 李栋正, 吕红芝, 等. 2009 年至 2018 年河北医科大学第三医院胫骨平台骨折流行病学调查 [J]. 中华创伤骨科杂

- 志, 2019, 21 (8): 693-698.
- [9] Millar SC, Arnold JB, Thewlis D, et al. A systematic literature review of tibial plateau fractures: What classifications are used and how reliable and useful are they [J]. *Injury*, 2018, 49 (3): 473-490.
- [10] Polat B, Gurpinar T, Polat AE, et al. Factors influencing the functional outcomes of tibia plateau fractures after surgical fixation [J]. *Niger J Clin Pract*, 2019, 22 (12): 1715-1721.
- [11] 徐晓, 王雷涛, 贾兆锋, 等. 胫骨平台骨折诊治的研究进展 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2017, 14 (1): 69-72, 76.
- [12] Lou Y, Cai L, Wang C, et al. Comparison of traditional surgery and surgery assisted by three dimensional printing technology in the treatment of tibial plateau fracture [J]. *Int Orthop*, 2017, 41 (9): 1875-1880.
- [13] Huang JH, Liao H, Tan XY, et al. Surgical treatment for both-column acetabular fractures using pre-operative virtual simulation and three-dimensional printing techniques [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2020, 133 (4): 395-401.
- [14] 鲍立杰, 张志平, 吴培斌. 3D 打印技术在骨科的研究及应用进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2015, 23 (4): 325-327.
- [15] 刘璠. 胫骨平台骨折治疗相关问题与思考 [J]. *中华骨科杂志*, 2016, 36 (18): 1149-1150.
- [16] 杨龙, 王建吉, 孙琦, 等. 胫骨平台骨折植入物内固定修复中 3D 打印技术的辅助应用 [J]. *中国组织工程研究*, 2016, 20 (13): 1904-1910.
- [17] 时亮, 段亮, 董向辉, 等. 3D 打印联合数字化设计在复杂胫骨平台骨折内固定治疗中的应用 [J]. *中国医学装备*, 2019, 16 (10): 10-13.
- [18] 李鹏, 彭文标, 李鉴轶, 等. 数字化设计结合 3D 打印技术辅助手术治疗复杂型胫骨平台骨折 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2017, 35 (2): 151-155.
- [19] Kim JW, Lee Y, Seo J, et al. Clinical experience with three-dimensional printing techniques in orthopedic trauma [J]. *J Orthop Sci*, 2018, 23 (2): 383-388.
- [20] 林钢, 李鹏, 肖菊姣, 等. 3D 打印技术在股骨髁上骨折医患沟通中的效果研究 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2017, 35 (3): 336-340, 345.
- [21] 卢鹏, 田文. 3D 打印技术在骨科及手外科领域的应用研究进展 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2017, 6 (5): 348-351.

(收稿:2021-03-01 修回:2021-07-28)

(本文编辑:郭秀婷)

## 读者·作者·编者

### 本刊关于学术不端处理意见的声明

为维护学术刊物的严肃性和科学性,也为维护本刊的声誉和广大作者的正当权益,本着对广大读者、作者负责的精神,本刊编辑部再次重申坚决反对剽窃、抄袭他人稿件的行为;一经查实,给予如下处理:撤稿、杂志和网站通告、通知作者单位给予相应处理、3年内不刊登该作者为第一作者的稿件。对信息虚假及数据伪造、篡改和剽窃、一稿两投、一稿两用等学术不端行为,据其性质、情节轻重以及造成的影响程度,给予如下处理:如稿件未刊登一律退稿,如稿件已刊登一律撤稿,并通知作者单位,2年内不刊登该作者为第一作者的稿件。

为倡导优良学风,规范学术行为,净化学术空气,凡向本刊投稿的作者均须严格遵守《中华人民共和国著作权法》等国家有关法律、法规,杜绝学术不端行为。

附:一稿两投和一稿两用的认定:凡属原始研究的报告,同语种一式两份投寄不同的杂志,或主要数据和图表相同,只是文字表达可能存在某些不同之处的两篇文稿,分别投寄不同的杂志,属一稿两投;一经为两个杂志刊用,则为一稿两用。会议纪要、疾病的诊断标准和防治指南、有关组织达成的共识性文件、新闻报道类文稿分别投寄不同的杂志,以及在一种杂志发表过摘要而将全文投向另一种杂志,不属于一稿两投。但作者若要重复投稿,应向有关杂志编辑部作出说明。

中国矫形外科杂志编辑部