

# 三维打印在复杂胫骨平台骨折术前规划中的临床应用

李政<sup>1</sup> 李长树<sup>1</sup> 王平<sup>1</sup> 卢贺<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**探讨分析三维打印在复杂胫骨平台骨折(Schatzker V~VI型)术前规划中的临床应用。**方法:**回顾性分析2016年1月至2018年4月收治的13例复杂胫骨平台骨折患者的临床资料,男7例,女6例;年龄18~59岁,平均37.4岁。骨折按照Schatzker分型:V型5例,VI型8例。术前均采用三维CT重建,测量骨折块分离距离及关节面塌陷距离,三维打印1:1实体模型,并在三维模型上模拟手术,进行术前规划,术中按术前计划进行手术。术后采用HSS评分、关节活动度、患者主观满意度及摄X线片观察骨折复位情况,对术后临床疗效进行评估。**结果:**本组患者均获得随访,随访时间为12~25个月,平均15.4个月,术口愈合良好,未出现感染、神经、血管损伤等并发症。术后12个月患者HSS评分由术前( $12.31 \pm 8.45$ )分提高至( $85.21 \pm 7.35$ )分,膝关节活动度由术前( $6.23^\circ \pm 15.21^\circ$ )提高至( $122.32^\circ \pm 16.15^\circ$ ),差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。患者主观满意度:7例非常满意,5例患者满意,1例不满意。术后摄膝关节X线片,解剖复位10例,移位 $< 2$  mm 2例,移位 $> 2$  mm 1例。**结论:**三维打印术前规划在复杂胫骨平台骨折治疗中能提高手术准确性、安全性,降低创伤性关节炎发生率,促进膝关节功能恢复,值得临床推广应用。

**[关键词]** 打印;术前规划;复杂胫骨平台骨折;临床疗效

**[中图分类号]** R683.42 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2020)01-0060-03

膝胫骨平台骨折是一种常见的膝关节内骨折,其占有全身骨折的比例为1.3%<sup>[1]</sup>。其中Schatzker V~VI型胫骨平台骨折是国际上公认的复杂膝关节内骨折,其骨折移位复杂多变,临床治疗困难度大。目前骨折复位内固定是公认的复杂胫骨平台骨折治疗选择,其作为关节内骨折需解剖复位固定,故其治疗效果受骨折分型、骨折移位情况、接骨板匹配程度等因素影响<sup>[2,3]</sup>。因此,详细、准确的术前规划在治疗复杂胫骨平台骨折就显得尤为重要。三维打印技术可将复杂胫骨平台骨折三维模型按1:1比例打印出来,术前可在打印模型上设计手术方案,可对实际手术操作提供指导<sup>[4]</sup>。为进一步论证三维打印术前规划在治疗复杂胫骨平台骨折(Schatzker V~VI型)中的临床疗效,回顾性分析2016年1月至2018年4月收治的13例三维打印术前规划治疗复杂胫骨平台骨折患者中短期随访的临床疗效,现报告如下。

## 1 临床资料

本研究对象为本院2016年1月至2018年4月收治的13例复杂胫骨平台骨折患者:男7例,女6例;年龄18~59岁,平均37.4岁;骨折按照Schatzker分型:

V型5例,VI型8例。损伤原因:交通事故9例,高处坠伤2例,重物砸伤2例。本组均为闭合性骨折,无神经、血管损伤,均没有出现膝关节脱位及前后交叉、侧副韧带损伤。

## 2 方法

### 2.1 术前规划

术前常规行患膝关节正侧位X线片、CT扫描,将胫骨平台骨折CT扫描断层数据以Dicom格式导出,输入Mimics13.0软件,通过相关操作,经三维计算建立胫骨平台骨折三维数字化模型,并利用其三维测量工具对骨折块分离距离及关节面塌陷距离进行测量,以三维数字化模型测量数据为依据,利用三维打印技术打印出与骨折1:1等同实物模型。主刀医生术前在三维打印模型上进行手术规划,包括手术入路方式选择、塌陷骨块开窗撬拨、移位骨块复位、植骨设计、螺钉植入方向、螺钉数目、接骨板植入数目等,见图1-2。

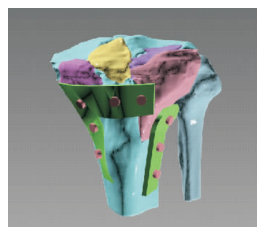


图1 术前计算机三维模拟骨折复位钢板螺钉内固定



图2 术前三维打印模型模拟骨折复位固定

基金项目:广东省医学科学技术研究基金项目(A2015294)

<sup>1</sup> 广东深圳平乐骨伤科医院(深圳市坪山区中医院)

(广东 深圳,518010)

2.2 术中操作

患者腰硬联合麻醉后取平卧位或俯卧位，止血带止血。按照术前规划，根据模型骨折分型及模拟内固定植入情况行外侧、内侧、后侧入路或联合入路，逐层显露骨折断端，复位后置入与骨折贴服良好的接骨板并螺钉固定。

2.3 术后处理

术后辨证应用中药内服、外敷以活血化瘀、消肿止痛。患膝冷敷并抬高患肢，以减轻伤口周围软组织肿胀，术后麻醉清醒后即可行股四头肌等张收缩练习以预防深静脉血栓形成。术后 2 周在康复师辅助下开始主动屈、伸膝关节功能练习，术后 8 周内患肢石膏外固定，扶拐不负重行动，8 周后石膏固定、扶拐情况下开始部分负重，术后 3 个月复出 X 线片，骨折愈合后完全负重。手术结束后即拍患膝常规正侧位 X 线片，测量胫骨平台移位数值。术后定期随访，记录手术并发症。

2.4 疗效评价

术后采用 HSS 评分、关节活动度、患者主观满意

度及摄 X 线片观察骨折复位情况对其术后的临床疗效进行评估。

2.5 统计学方法

本研究数据结果采用 SPSS13.0 进行统计分析，计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示，采用  $t$  检验进行比较分析， $P < 0.05$  差异有统计学意义。

3 结果

本组患者均获得随访，随访时间为 12~25 个月，平均 15.4 个月。术口愈合良好，未出现感染、神经、血管损伤等并发症。术后 12 个月患者 HSS 评分及膝关节活动度较术前有显著提高，差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )，见表 1。患者主观满意度：7 例非常满意，5 例患者满意，1 例不满意。术后摄膝关节 X 线片，解剖复位 10 例，移位  $< 2\text{ mm}$  2 例，移位  $> 2\text{ mm}$  1 例。术后随访未出现再骨折、内固定物松动或断裂等并发症。典型病例 X 线片见图 3-8。患者，男，30 岁，胫骨平台 VI 型骨折，采用三维打印术前规划进行手术复位内固定治疗。



图 3 术前患膝 X 线正侧位照片

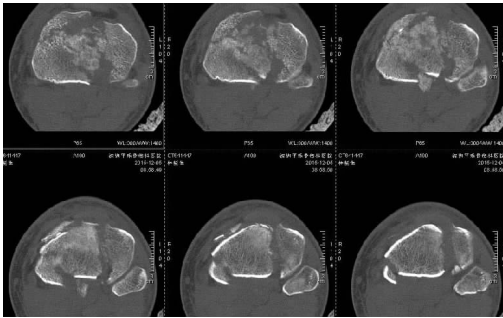


图 4 术前患膝 CT 平扫照片

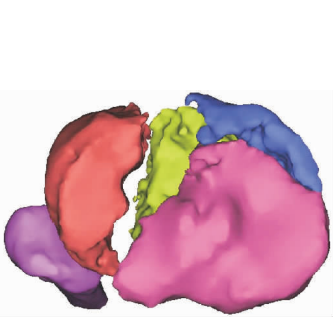


图 5 术前 Mimics13.0 软件重建患膝俯位照片



图 6 术前 Mimics13.0 软件重建患膝正位照片



图 7 术前三维打印患膝 1:1 实体模型照片

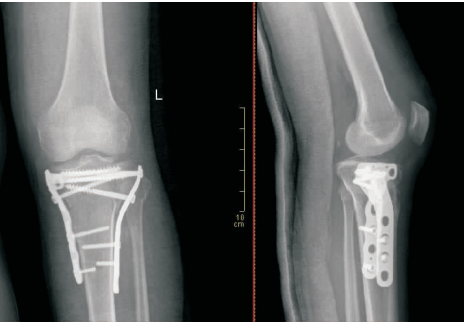


图 8 术后患膝 X 线正侧位照片

表 1 患者术前、术后 12 个月 HSS 评分与膝关节活动度比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

	例数	HSS 评分	膝关节活动度/(°)
术前	13	12.31±8.45	6.23±15.21
术后 12 个月	13	85.21±7.35	122.32±16.15
<i>t</i>		9.31	18.89
<i>P</i>		0.002	0.001

4 讨论

胫骨平台骨折是临床中常见的膝关节内骨折，多发生于交通事故、高处坠落等。根据 Schatzker 分型，

复杂胫骨平台骨折为Ⅳ型以上即胫骨平台骨折涉及负重关节面，造成胫骨平台塌陷、骨折移位与膝关节周围软组织损伤等<sup>[5,6]</sup>。因胫骨平台在负重和行走过程中具有重要作用，故对胫骨平台骨折患者的骨折复位要求高，即需要恢复关节面平整及其下肢力线。复杂胫骨平台骨折治疗骨折处理不当可能造成关节面不平整、关节畸形、关节稳定性破坏、下肢力线异常、关节僵硬等并发症，从而引发严重创伤性关节炎<sup>[7]</sup>，将严重影响患者生活质量。目前，临床上手术治疗是复杂胫骨

平台粉碎性骨折的首选<sup>[8,9]</sup>。胫骨平台骨折手术需在保证良好的生物力学性能后,还必须使其关节面解剖复位。不适当的体位选择、手术入路和过多软组织显露易出现皮肤缺血坏死、缝合后张力过大、切口愈合不良、内固定物外露和感染等并发症,使其致残率升高<sup>[10-13]</sup>。同时,不同骨折分型、不同钢板(型号、规格、材质)也将影响骨折复位固定术后的临床愈合,鉴于胫骨平台解剖结构特点及其骨折的复杂性,传统辅助检查 X 线、CT 片存在不足:对复杂胫骨平台骨折分型难以做出具体诊断、只能在二维胶片上反映骨折和测量。医师仅借助二维影像图像、空间构象能力、手术经验等制定复杂胫骨平台骨折手术方案存在明显不足,对于缺乏经验的年轻医师来说难度就更大了<sup>[14]</sup>。对手术入路、骨折复位、钢板螺钉选择、螺钉数目、置入方向和长度,主刀医师主观性较大,手术风险高,术前准备不足,术中细节把握不够,手术时间过长,操作损伤大,术后疗效不佳。因此,术前对于复杂胫骨平台骨折情况充分、细致的理解,术前分析最佳复位、固定方式及必要的显露范围,制定详细的术前规划显得尤为重要。近年来,随着三维打印技术的发展,利用 Mimics 软件结合快速成形技术,可打印出骨折部位 1:1 实体模型,可直观、详尽、准确呈现骨折的实际情况,可打印模型上完成详细的术前规划,从而提高手术成功率及患者满意度<sup>[15-17]</sup>。

三维打印技术可以将任何形状的计算机虚拟模型打印成 1:1 比例实体模型。三维打印技术应用复杂胫骨平台骨折术前规划即将多层螺旋 CT 扫描数据通过 Dicom 格式导出输入 Mimics 软件,建立胫骨平台骨折三维数字化模型,通过三维打印机打印出实体模型,并在其模型上行模拟手术进行术前规划<sup>[18]</sup>。Mimics 软件中三维工具可对骨折移位、关节面塌陷等进行精确测量,可直观、清晰、准确的显示骨折块相互之间的关系<sup>[19]</sup>。术者可借助三维打印实体模型,对骨折移位、关节面塌陷等情况进行全面、准确、客观的分析;同时可在实体模型上进行移位骨折复位,塌陷骨块撬拨,钢板匹配,螺钉置入,植骨模型及估算植骨量等模拟手术过程;从而术前对入路方式、内固定方法等进行规划。术前三维模型上模拟手术操作可帮助术者确定内固定类型、螺钉长度、植骨大小形状等,可缩短手术时间,提高手术效率<sup>[20]</sup>。Schweizer 等<sup>[22,23]</sup>认为,在复杂骨折中,三维打印技术对明确骨折分型及手术复位演练有非常重要的意义。目前,大多数医师认为三维打印技术有助于手术计划制定、提升与患者交流及提高手术的安全性,缩短手术时间,提高手术效率<sup>[23]</sup>。术前医生与患者及家属交流,1:1 比例三维实物模型可为患者和医生提供触觉与视觉上的直观感受,从而让患

者更容易理解手术操作、术后康复及手术风险和并发症等<sup>[25]</sup>。

现已证实,三维打印技术能够直观、精确、真实地反映骨骼的三维立体结构,可帮助临床医师更好地对骨折进行诊断、制定个性化手术方案、选择合适的内固定等,从而降低临床手术风险,提高手术临床疗效<sup>[25]</sup>。由于三维打印技术还不能直观显示软骨、韧带损伤等情况,且图像处理及三维模型打印将增加患者经济负担,目前在临床应用上还十分有限,但相信随着三维打印技术的不断发展进步,其在临床医学上的应用一定会越来越广泛。本研究存在不足:病例数量相对较少、随访时间相对较短、三维打印实体模型脱离软组织骨(从而使得在模型上模拟手术与实际手术操作仍然有很大差距)等。如何利用三维打印技术制定更精确、更客观、更真实的术前规划,从而更接近实际手术操作,值得临床医生进一步探讨研究。

综上所述,三维打印术前规划在复杂胫骨平台骨折治疗中能提高手术准确性、安全性及手术效率,可降低创伤性关节炎发生率,促进膝关节功能恢复,值得进一步推广应用。

## 参考文献

- [1] DATTANI R, SLOBOGEAN G P, O'BRIEN P J, et al. Psychometric analysis of measuring functional outcomes in tibial plateau fractures using the Short Form 36 (SF-36), Short Musculoskeletal Function Assessment (SMFA) and the Western Ontario McMaster Osteoarthritis (WOMAC) questionnaires [J]. *Injury*, 2013, 44 (6): 825-829.
- [2] VASANAD G H, ANTIN S M, AKKIMARADI R C, et al. Surgical management of tibial plateau fractures-a clinical study [J]. *J Clin Diagn Res*, 2013, 7(12): 3128-3130.
- [3] 叶长青, 汪涛, 张海林, 等. 损伤控制理论和四柱分型理论在高能量胫骨平台骨折治疗中的应用 [J]. *中医正骨*, 2018, 30(1): 59-61.
- [4] VASANAD G H, ANTIN S M, AKKIMARADI R C, et al. Surgical management of tibial plateau fractures-a clinical study [J]. *J Clin Diagn Res*, 2013, 7(12): 3128-3130.
- [5] 付德生, 王峰, 余凌, 等. 双钢板固定治疗胫骨平台双髁骨折临床疗效分析 [J]. *创伤外科杂志*, 2014, 16(4): 360-361.
- [6] 刘亚北, 万春友, 刘江涛, 等. Taylor 空间支架结合有限内固定与钢板内固定治疗 Schatzker V, VI 型胫骨平台骨折 31 例 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2017, 25(1): 34-37.
- [7] 李成山, 赵万东, 索有寿, 等. 基于三柱四区分型理论治疗复杂胫骨平台骨折 28 例 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2017, 25(10): 50-53.