

论著

术前应用CT辅助下3D打印技术模拟复杂骨盆骨折的价值研究*

福建省厦门市第五医院翔安区同民医院骨科(福建 厦门 361101)

舒诗军 苏志岩 肖方竹
陈永春

【摘要】目的 探讨术前应用CT辅助下3D打印技术模拟复杂骨盆骨折的价值。**方法** 选取2017年5月至2018年3月我院收治的骨盆骨折患者45例作为3D打印组，采用激光快速自动成型机快速制作骨盆骨折个体化标本，标本需囊括解剖动、静脉血管，临床医生根据3D模型个体化标本情况，讨论最终方案。另选择同时期45例骨盆骨折患者作为常规组，常规组手术前仅进行X线、CT检查。比较两组患者手术效果、手术时间、术中出血量、输血量及围手术期并发症。**结果** 两组患者手术时间、术中出血量、输血量比较存在明显差异，3D打印组患者手术时间、术中出血量、输血量明显低于常规组($P < 0.001$)；常规组患者优良率为95.55% (43/45)，3D打印组优良率为82.22% (37/45)，3D打印组优良率显著高于常规组，差异有统计学意义($P < 0.05$)；两组患者均为出现明显并发症，常规组患者出现1例(2.22%)切口感染、1例(2.22%)下肢静脉血栓，3D打印组出现1例(2.22%)切口感染，两组患者围手术期并发症发生率比较无明显差异($P > 0.05$)。**结论** 复杂骨盆骨折术前应用CT辅助下3D打印技术可直观了解骨折实际情况，手术前模拟手术方案更有利于优化手术效果。

【关键词】术前；CT辅助下3D打印技术；模拟复杂骨盆骨折；价值研究

【中图分类号】R683.3

【文献标识码】A

【基金项目】福建省教育厅资助项目
(JAT160583)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.03.039

通讯作者：舒诗军

Value of CT-assisted 3D Printing in the Simulation of Complex Pelvic Fracture before Operation*

SHU Shi-jun, SU Zhi-yan, XIAO Fang-zhu, et al., Department of Orthopaedics, the Fifth Hospital of Xiamen (Xiamen People's Hospital), Xiamen 361101, Fujian Province, China

[Abstract] **Objective** To evaluate the value of CT-assisted 3D printing technique in simulating complex pelvic fractures before operation. **Methods** 45 patients with pelvic fracture treated in our hospital from May 2017 to March 2018 were selected as the three-dimensional printing group. Individualized specimens of pelvic fracture were made by laser rapid prototyping machine. The specimens should include anatomical arteries and veins. Clinicians discuss the final plan according to the individual specimens of the 3D model. Another 45 patients with pelvic fracture at the same time were selected as the routine group, and only X-ray and CT examinations were performed before operation in the routine group. The operation effect, operation time, intraoperative bleeding volume, blood transfusion volume and perioperative complications were compared between the two groups. **Results** There were significant differences in operation time, intraoperative blood loss and blood transfusion between the two groups. The operation time, intraoperative blood loss and blood transfusion in the 3D printing group were significantly lower than those in the conventional group ($P < 0.001$). The excellent and good rate was 95.55% (43/45) in the conventional group and 82.22% (37/45) in the 3D printing group. The excellent and good rate in the 3D printing group was significantly higher than that in the conventional group ($P < 0.05$). There were obvious complications in both groups. There were 1 case (2.22%) of incision infection, 1 case (2.22%) of lower extremity venous thrombosis in conventional group and 1 case (2.22%) of incision infection in 3D printing group. There was no significant difference in the incidence of perioperative complications between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** CT-assisted 3-D printing technology can directly understand the actual situation of complex pelvic fractures before operation. Preoperative simulation of the operation program is more conducive to optimizing the operation effect.

[Key words] Preoperative; CT-assisted 3D Printing Technology; Simulated Complex Pelvic Fracture; Value Study

骨盆骨折为临床常见的创伤类型，相关研究显示，该骨折类型在所有骨折中占1%~3%，骨盆骨折发生多由低速车祸、高空坠落、严重挤压伤等高能外伤所致，临床表现以疼痛、下肢旋转、短缩畸形等为主，严重者合并出血性休克或神经损伤等并发症，其严重影响患者的生活质量，威胁患者的健康和生命安全，因为骨盆复杂的解剖结构，在手术前制定合理、科学的手术方案是保证患者手术成功的重要环节^[1-3]。近年随着影像学技术的不断进步和发展，CT可在短时间内获得人体一定范围的薄层图像，可从多方位观察骨折部位、类型等情况，为临床制定手术方案提供相关影像学资料，但普通CT图像缺乏立体性，无法评估手术器械的结合效能，而3D打印技术解决了这一难题^[4]。为进一步探讨术前应用CT辅助下3D打印技术模拟复杂骨盆骨折的价值，本研究收集45复杂骨盆骨折患者的临床资料及影像学资料进行相关分析，现报道内容如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2017年5月至2018年3月我院收治的骨盆骨折患者45例作为3D打印组。45例复杂骨盆骨折患者中，男性患者31例，女性患者14例，年龄18~73岁，平均年龄(59.41±6.06)岁；45例患者均为Tile B型、C型不稳定骨盆骨折，骨折原因：交通事故伤16例，坠落伤15例，意外摔伤或重物砸伤骨折4例，运动及其他伤10例。受伤至手术时间为3~20天，平均(7.26±2.26)天。另外选择同时期45例Tile B型、C型不稳定骨盆骨折患者作为常规组，常规组手术前仅进行X线、CT检查，男性患者33例，女性患者12例，年龄18~73岁，平均年龄(58.16±6.25)岁；45例患者均为Tile B型、C型不稳定骨盆骨折，骨折原因：交通事故伤15例，坠落伤14例，意外摔伤或重物砸伤骨折5例，运动及其他伤11例。受伤至手术时间为3~20天，平均(7.31±2.30)天。两组患者性别、年龄等资料比较无差异，有可比性($P>0.05$)。

1.1.1 纳入标准：(1)临床资料、影像学资料完整无丢失者；(2)接受外科手术治疗者；(3)未合并恶性肿瘤者；(4)年龄 $\geqslant 18$ 周岁者。

1.1.2 排除标准：(1)既往骨

盆外科手术史者；(2)未行CT检查及3D打印技术者；(3)存在严重沟通障碍或精神疾病史者；(4)开放性复杂骨盆骨折患者；(5)合并、感染、复杂性合并伤者。

1.2 方法

1.2.1 CT薄层扫描：CT设备采用西门子公司64排螺旋CT，被检者采取仰卧位，CT扫描范围：脐下至耻骨联合下缘。扫描参数：管电压120KV，管电流200mA，层厚0.625mm，准直器为2.0×1.0，根据患者个人图像情况调整窗宽、窗位。扫描数据进行刻录DVD光盘处理，在安装图形工作站、医学三维重建软件Mimics10.01进行数据处理，骨折薄层CT扫描数据传入后台计算机工作站，调整阈值进行三维重建，重建技术包括容积显示技术(volume rendering technique, VR)、曲面重建(curved planar reformatting, CPR)、最大密度投影法(maximum intensity projection, MIP)等，通过虚拟三维重建对患者骨折情况、周围关系进行评估。

1.2.2 3D打印：将CT扫描所得原始数据以Dicom格式导入Mimics 17.0软件，以STL格式保存并输入光固化3D打印机(rehearsal V-II，陕西东望科技有限公司生产)，打印出病变骨盆

1:1模型。临床医生根据3D模型个体化标本情况，避开血管，选择钉植入位置，同时可对植入钢钉进行预处理，对于植入螺钉方向、进钉位置与角度进行记录，尽量缩短手术时间，减少手术出血量，讨论最终方案。

1.3 观察指标 比较两组患者手术时间、术中出血量、输血量及围手术期并发症，比较两组患者手术效果，根据手术前后X线检查结果进行临床效果评估^[5]：优：骨折移位距离 <4 mm；良： $4\text{mm}\leqslant$ 骨折移位距离 <10 mm；尚可： $10\text{mm}\leqslant$ 骨折移位距离 <20 mm；差：骨折移位距离 >20 mm。优良率=优+良。

1.4 统计学方法 本研究均采用SPSS 18.0统计软件对所有数据进行检验，正态计量采用($\bar{x}\pm s$)进行统计描述，采用t检验；计数资料等资料采用率和构成比描述，以 $P<0.05$ 为数据差异具体统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者手术时间、术中出血量、输血量比较 两组患者手术时间、术中出血量、输血量比较存在明显差异，3D打印组患者手术时间、术中出血量、输血量明显低于常规组($P<0.001$)，见表1。

2.2 两组患者手术效果比较 常规组患者优良率为95.55%(43/45)，3D打印组优良率为82.22%(37/45)，3D打印组优良率显著高于常规组，差异有统计学意义($P<0.05$)，见表2。

2.3 两组患者围手术期并发症比较 两组患者均为出现明显并发症，常规组患者出现1例(2.22%)切口感染、1例(2.22%)下肢静脉血栓，3D打印组出现1例

表1 两组患者手术时间、术中出血量、输血量比较($\bar{x}\pm s$)

类别	例数	手术时间(h)	术中出血量(ml)	输血量(ml)
常规组	45	3.26 ± 0.69	769.26 ± 163.28	506.18 ± 79.62
3D打印组	45	2.69 ± 0.36	546.69 ± 121.37	344.61 ± 61.03
t	-	4.913	9.118	10.803
P	-	<0.001	<0.001	<0.001

表2 两组患者手术效果比较

类别	例数	优	尚可	良	差	优良率(%)
常规组	45	30	13	1	1	95.55
3D打印组	45	19	18	6	2	82.22
t	-	-	-	-	-	4.050
P	-	-	-	-	-	0.044



图1-2 患者女, 20岁, 交通事故伤后3小时入院进行CT检查, 行CT辅助下3D打印, 可见患者骨盆、股骨多处骨折, 根据1:1模型进行了手术方案制定, 手术后复查X线显示多个金属影, 患者手术后未出现明显并发症。

(2.22%)切口感染, 两组患者围手术期并发症发生率比较无明显差异($P>0.05$)。

2.4 病例分析 见图1-2。

3 讨 论

骨盆后环为人体站立时躯体重力传至下肢的坚固承重弓, 骨盆前环为加强和稳定承重弓的薄弱联结弓, 70%的骨盆负荷压应力由后骨盆负担, 30%的骨盆负荷张应力由前骨盆承载。有学者认为, 固定后环对骨盆稳定性维持意义重大, 人在受到外界暴力伤害后, 骨盆将出现不同程度骨折, 对于存在明显复杂复杂骨盆骨折患者若采取保守治疗其治疗效果往往不佳, 影响患者的生活质量^[5-6]。关于骨盆骨折手术治疗的难点主要为两大方面^[7-12]: ①病情复杂性。骨盆骨折患者常规合并其他骨折, 比如股骨颈、耻骨等, 初步难以对患者伤情进行评估, 及时明确骨折情况对患者尽早接受手术复位、固定治疗意义重大, 试上在骨盆骨折中, 骨折分型可评估不稳定型骨盆骨折的预后, Tile分型系统应用广泛, 其综合考虑创伤病理特点和骨折受伤机制, 既间接反映骨盆骶髂关节韧带损伤情况, 又直接反映骨盆环骨折情况, 但缺少直观性。②手术难度大。手术

显露区域较窄, 但骨盆解剖形态不规则, 手术中操作空间存在局限性。获取骨盆骨折患者骨盆模型, 可有效解决上述难题。

王文等^[13]学者采用3D打印手术导板结合桥接内固定系统异型块技术在治疗股骨复杂骨折进行了观察, 患肢进行螺旋CT扫描后, 采用Mimics软件处理ICOM数据, 骨折虚拟复位后, 将股骨桥接棒远近段异型块STL文件导入, 设计并打印远近段手术导板, 结果发现在3D技术辅助下, 骨折康复情况较佳。随着3D打印技术在数字骨科及关节外科领域的发展, 临床医生在髋关节外科手术中有了更多的选择, 尤其对于复杂的髋关节手术, 利用打印的1:1实体模型完善详细的术前计划及手术预操作^[14]。

本组研究中, 采用CT辅助下3D打印技术进行了复杂骨盆骨折手术前模拟手术, 在打印出病变骨盆1:1模型后, 临床医生根据3D模型个体化标本情况, 初步避开重要血管, 选择钉植入位置, 结果显示两组患者手术时间、术中出血量、输血量比较存在明显差异, 3D打印组患者手术时间、术中出血量、输血量明显低于常规组($P<0.001$); 常规组患者优良率为95.55%, 低于3D打印组优良率为82.22%($P<0.05$), 证实术前应用CT辅助下3D打印技术可

直观了解骨折实际情况, 可早期选取切口、复位方法、内固定方式、内固定材料、钢板放置位置, 即后进行钢板术前模拟塑形预弯, 使用螺钉长度和置入方向选择, 能明显优于常规组, 可缩短手术时间, 减少手术出血量。事实上, 术前利用3D打印模型更有利于医患间沟通, 在CT扫描参数转化下, 打印出患者1:1个体化骨盆模型, 有益于医患间进行手术方案交流沟通, 从精准化治疗理念的角度中, CT辅助下3D打印技术转变了传统骨科手术对医生经验过于依赖及术中改变手术方案的不利局面, 同时实际大实体模型的打印, 对医学带教有益, 使医学生缩短学习曲线^[15]。

综上所述, 复杂骨盆骨折术前应用CT辅助下3D打印技术可直观了解骨折实际情况, 手术前模拟手术方案更有利于优化手术效果。

参考文献

- [1]管志海, 王勤业, 常小波, 等. 聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥注射治疗跟骨Sanders III型骨折的生物力学测试[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(2): 178-182.
- [2]郭福新, 姜玉良, 吉喆, et al. 3D打印非共面模板辅助CT引导~(125) I粒子植入治疗锁骨上复发转移癌的剂量学研究[J]. 北京大学学报: 医学版, 2017, 49(3): 506-511.
- [3]赵润栓, 刘欢, 吴站蓉, 等. 男女各年龄段体重指数与腰椎骨密度之间的相关性研究[J]. 预防医学情报杂志, 2018, 33(5): 106-108.
- [4]邱冰, 唐本森, 邓必勇, et al. 基于三维反求技术和计算机辅助技术的3D打印导板在全膝关节置换术中的初步应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18(1): 35-41.
- [5]李永, 崔书君, 温翠玲. 成人活动性继发性肺结核复查中640层容积CT低剂量扫描的临床应用[J]. 国际呼吸杂志, 2017, 37(6): 418-421.

(参考文献下转第 134 页)

(上接第 130 页)

- [6] 王波群, 许永先, 李友余, 等. 3D 打印技术在跟骨粉碎性骨折个性化诊疗中的临床应用 [J]. 中国数字医学, 2017, 12 (8): 76–78.
- [7] 钟平勇, 张宇, 杨洪吉. 基于 CT 扫描的肝脏三维可视化系统在精准肝脏外科中的应用进展 [J]. 实用医院临床杂志, 2016, 13 (3): 141–143.
- [8] 刘三春, 沈龙山, 周之怀, 等. 128 层螺旋 CT 薄层后处理技术在肾肿瘤诊断及手术方式评估中的应用价值 [J]. 蚌埠医学院学报, 2018, 43 (4): 187–188.
- [9] 马腾, 魏代好, 秦悦, 等. 常规影像学

- 结合 3D 打印技术在复杂胫骨平台骨折治疗中的应用 [J]. 宁夏医科大学学报, 2017, 39 (12): 132–134.
- [10] 郭团茂, 曹伟宁, 行艳丽, 等. 伴椎体滑脱与马尾综合征的腰椎小关节滑膜囊肿一例讨论 [J]. 临床误诊误治, 2017, 30 (12): 137–138.
- [11] 林钢, 李鹏, 彭国瑞, et al. 数字化结合 3D 打印技术辅助复杂骨盆骨折的手术设计 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2016, 34 (3): 293–297.
- [12] 杨晶. 计算机辅助设计 3D 打印技术在复杂复杂骨盆骨折治疗中的应用 [J]. 国际骨科学杂志, 2017, 38 (1): 51–54.
- [13] 王文, 左贵来, 王凡, 等. 3D 打印手术导板结合桥接内固定系统异型块治疗股骨复杂骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25 (22): 2086–2090.
- [14] 孙晓亮, 官建中, 周建生, 等. 3D 打印技术在髋关节手术中的应用进展 [J]. 山东医药, 2018, 1097 (23): 113–116.
- [15] 王蒙, 郑冬, 白克文, 等. 基于 CT 薄层扫描数据的 3D 打印技术在跟骨关节内骨折手术治疗中的应用 [J]. 创伤外科杂志, 2017, 19 (6): 421–425.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】 2019-01-08