

· 技术创新 ·

3D 打印导板辅助骨盆肿瘤切除重建[△]

辛晓林, 王顺利*, 彭庆州

(郑州市骨科医院骨肿瘤骨病一科, 河南郑州 450000)

摘要: [目的] 介绍 3D 打印髌臼导板辅助骨盆肿瘤切除后重建的手术技术和初步临床效果。[方法] 2017 年 1 月—2018 年 10 月本院 18 例骨盆肿瘤患者采用 3D 打印髌臼导板辅助骨盆肿瘤切除后重建。按术前影像明确骨盆内异常信号范围, 判断肿瘤大小、侵犯程度及范围, 以 3D 打印技术打印 1:1 实物模型, 进行手术模拟, 确定切除与重建方案, 并设计相应的导板。实际手术中, 按术前方案, 并在导板引导下施行肿瘤切除与骨盆重建。[结果] 18 例患者均顺利完成手术, 且均获得随访, 随访时间 18~24 个月。随访期间 18 例患者均存活, 无因病死亡病例。肌肉骨骼肿瘤学会 (musculoskeletal tumor society, MSTs) 评分^[5]由术前 (12.6±2.0) 分, 显著增加至出院时 (18.6±1.2) 分, 末次随访时 (21.3±1.1) 分, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。与术前比较, 术后旋转中心距正中线距离、臼前倾角和外展角的患侧与健侧差值均减小, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。随访期间均未出现内固定松动或断裂, 局部无复发。[结论] 骨盆肿瘤切除及重建中应用 3D 打印髌臼导板具有手术时间短、术后恢复快、预后好等特点。

关键词: 骨盆肿瘤, 切除, 重建, 3D 打印导板

中图分类号: R738.1

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2023) 05-0455-04

3D printed guider assisted pelvic tumor resection and reconstruction // XIN Xiao-lin, WANG Shun-li, PENG Qing-zhou. The First Department of Bone Tumor and Bone Disease, Zhengzhou Orthopaedic Hospital, Zhengzhou 450000, China

Abstract: [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical results of 3D printed guider assisted pelvic tumor resection and reconstruction. [Methods] From January 2017 to October 2018, 18 patients underwent 3D printed guider assisted pelvic tumor resection and reconstruction in our hospital. Before operation, the margin of abnormal signals on the preoperative images were identified, and the tumor size and extent of tumor invasion were determined. After 1:1 real pelvis model was made by 3D printing, a surgical simulation was conducted to create the resection and reconstruction plan, and design the corresponding guider. In the actual operation, tumor resection and pelvic reconstruction were performed according to the preoperative plan and guided by the 3D printed guider. [Results] All 18 patients had operation completed successfully, and were followed up for 18~24 months. During the follow-up period, all 18 patients were alive without deaths due to the tumors. The Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) score significantly increased from (12.6±2.0) preoperatively, to (18.6±1.2) at discharge, and (21.3±1.1) at the latest follow-up, which was statistically significant ($P<0.05$). Compared with those preoperatively, the bilateral differences between the affected side and healthy side in term of the distance of rotation center to midline, acetabular anteversion and acetabular abduction angle reduced significantly ($P<0.05$). During the follow-up period, no internal fixation loosening or breaking, and local recurrence were found in anyone of them. [Conclusion] The application of 3D printed acetabular guider in pelvic tumor resection and reconstruction has benefits of shortening operation time, improving postoperative recovery, and prognosis.

Key words: pelvic tumor, resection, reconstruction, 3D printed guider

原发性骨盆肿瘤临床多采用手术治疗, 而精确切除、个体化关节假体重建为骨盆肿瘤手术治疗的关键^[1]。既往手术医师多凭影像技术进行骨缺损修补、切除后功能重建, 但难度较大, 较难直观观察病变, 影响预后效果^[2]。3D 打印辅助技术可经术前实体模

型打印, 模拟手术步骤, 使医师明确手术切除范围及周围解剖结构, 制定个体化术前计划, 实现术中精确操作^[3]。但目前临床就骨盆肿瘤切除及重建中 3D 打印导板辅助应用价值及对预后影响研究仍不多。本研究选取 18 例骨盆肿瘤患者, 重点分析骨盆肿瘤切除

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.05.14

[△]基金项目:河南省科技攻关计划项目(编号:172102310480)

作者简介:辛晓林,副主任医师,研究方向:骨肿瘤骨病,(电话)18937151280,(电子信箱)fmy2345@163.com

*通信作者:王顺利,(电话)13700841070,(电子信箱)gkyy2008@126.com

及重建中 3D 打印髌臼导板的应用效果。

1 手术技术

1.1 术前准备

术前均行全身核素扫描、肺部 CT 检查，判断是否存在肺部及其他部位转移；行骨盆平面、CT、MRI 等检查，明确病灶位置、累及范围、周围血管有无侵犯等（图 1a, 1b），行肿瘤滋养血管栓塞，控制术中出血。

1.2 麻醉体位

采用气管插管麻醉，取侧卧位。

1.3 手术操作

制作 3D 打印模型：经影像学检查获得理想 DICOM（医学数字成像和通信文件）数据，导出至 Mimics 软件。按照 CT 扫描参数进行骨骼、病变及附近血管重建。按照 MRI 结果，明确骨盆内异常信号范围，判断肿瘤大小、侵犯程度及范围，进行肿瘤组织重建。组合 CT、MRI 重建结果，获得三维数据模型，以 3D 打印技术打印 1:1 实物模型。

设计 3D 打印髌臼导板：按照三维数据模型分析肿瘤的空间位置、与血管及神经毗邻关系等，明确截骨位置、手术范围、重建位点。按照肿瘤切除范围、

重建方法，对手术切除及功能重建操作进行模拟。获取截骨位点处骨面反向曲面，作为导板接骨面。截骨位点处行布尔运算，截骨角度产生界面作为截骨切割面。融合骨连接面、骨切割面，完成 3D 打印髌臼导板设计（图 1c, 1d）。

术前模拟：术前结合 3D 模型、髌臼导板设计，对术中病变切除范围、截骨方向、截骨角度进行模拟。导板以克氏针固定，在模型上以手术器械进行肿瘤切除、截骨、钢板预弯等操作。

实际手术操作：气管插管麻醉，作改良髂腹股沟“T”形切口，逐层切开皮下组织，暴露股骨上段、髌臼、坐骨，显露坐骨神经。3D 打印截骨导板引导下精确截骨，实施肿瘤切除。置入 3D 打印髌臼假体，调整假体位置（图 1e, 1f），精确固定，重建肌肉、软组织。术毕伤口冲洗干净，逐层缝合关闭。

1.4 术后处理

术后进行病理检查（图 1g），指导患者穿抗外旋鞋，防止髌关节脱位；给予抗生素预防感染，进行抗凝及相关对症支持治疗；指导患者进行肌肉功能锻炼；定期复查骨盆 X 线片、CT，评估髌臼假体位置（图 1h）；出院后第 1 年，每隔 3 个月门诊随访 1 次；第 2 年，每隔 6 个月门诊随访 1 次。

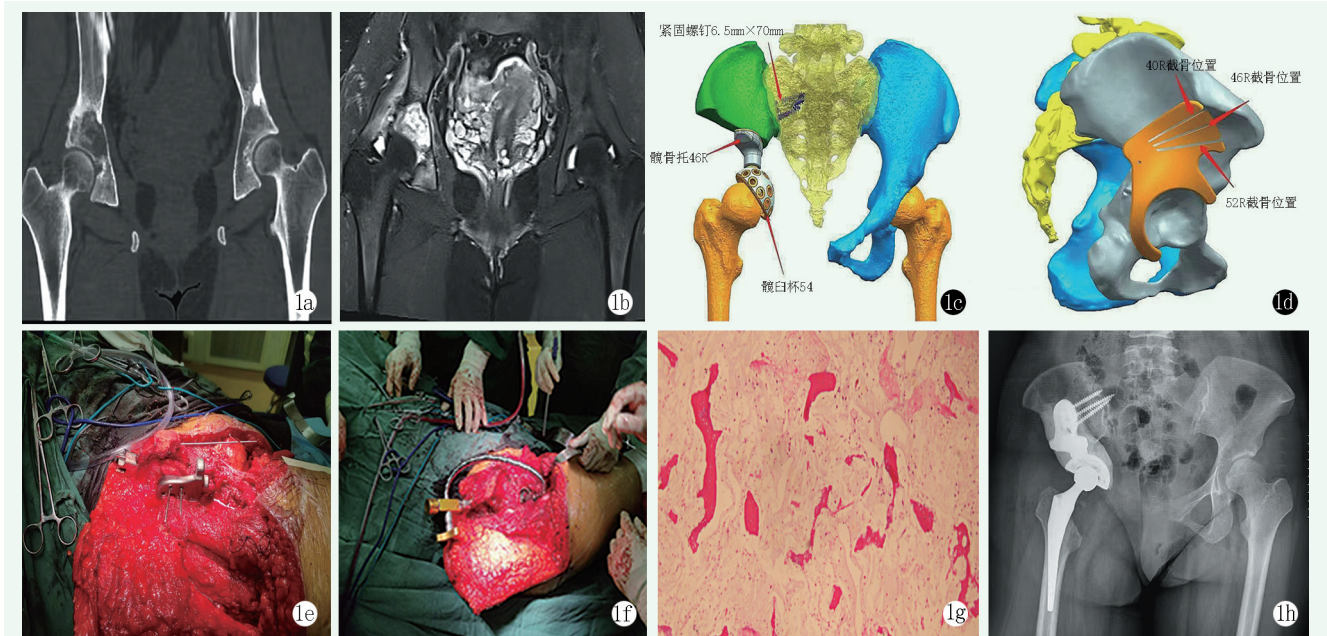


图 1 骨肉瘤骨盆肿瘤切除假体重建术中 3D 打印髌臼导板应用 1a: 术前 CT 示右侧髌臼处溶骨性破坏，破坏区有钙化 1b: 术前磁共振示右侧髌臼高信号 1c, 1d: 术前 3 d 三维重建及导板设计 1e, 1f: 术中机械定位装置及假体位置 1g: 术后病理检查，提示软组织肉瘤与术前穿刺病理一致，切缘未见肿瘤细胞 1h: 术后 X 线片示假体位置良好

2 临床资料

2.1 一般资料

选取 2017 年 1 月—2018 年 10 月本院 18 例原发性骨肿瘤患者。18 例患者中，男 12 例，女 6 例；年龄 41~58 岁，平均 (48.7±2.7) 岁；疾病类型：8 例为骨肉瘤，4 例软骨肉瘤，4 例为侵袭性骨母细胞

瘤, 2例为骨盆巨细胞瘤; Enneking 骨盆肿瘤分区: I+II区7例, II+III区7例, I+II+IV区4例。本研究经医院伦理委员会批准, 患者均自愿签署知情同意书。

2.2 初步结果

18例患者均顺利完成手术, 手术时间3.0~5.2 h, 平均(4.6±0.3) h; 术中出血量650~800 ml, 平均(725.6±15.6) ml; 住院时间12~18 d, 平均(15.6±2.7) d。术中均未出现导板变形、输血反应、失血性休克等现象。1例术后第3 d出现切口感染, 经清创、敏感药物抗感染处理后症状消失。

18例患者均获得随访, 随访时间18~24个月。随访期间18例患者均存活, 无因病死亡病例。国际肌肉骨骼肿瘤学会(Musculoskeletal Tumor Society, MSTs)评分^[5]由术前(12.6±2.0)分, 显著增加至出院时(18.6±1.2)分, 末次随访时(21.3±1.1)分, 差异有统计学意义($P<0.05$)

影像测量结果见表1, 与术前比较, 术后患侧旋转中心距正中线距离与健侧差值、患侧髋臼前倾角与健侧差值、患侧髋臼外展角与健侧差值减小, 差异有统计学意义($P<0.05$)。随访期间复查影像学均显示骨盆肿瘤完整切除, 术后重建稳定。随访期间均未出现内固定松动或断裂, 局部无复发。

表1 18例患者影像测量指标患侧与健侧的差值结果($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	术前	术后	P值
旋转中心距正中线距离(mm)	0.6±0.1	0.4±0.1	<0.001
髋臼前倾角(°)	0.8±0.2	0.4±0.1	<0.001
髋臼外展角(°)	0.7±0.1	0.5±0.1	<0.001

3 讨论

骨盆肿瘤通常体积大, 可侵犯股神经、髂血管、坐骨神经等重要解剖结构, 治疗难度较大^[6-8]。骨盆肿瘤切除假体重建术为骨盆肿瘤常用治疗方法, 但术中病变位置确定、精确切除及假体重建难度较大, 既往传统影像检查辅助无法直观观察发病情况, 应用受限^[9]。3D打印技术可经3D打印模型, 使医师直观了解患者病变位置、范围及与周围组织的毗邻关系, 准确定位解剖结构^[10]。研究显示, 全膝关节置换术中应用3D打印截骨导板, 可提升手术精度, 利于改善预后^[11]。但目前就骨盆肿瘤切除及重建中3D打印导板应用报道仍不多。

本研究发现, 3D打印髋臼导板在骨盆肿瘤切除及重建术中的应用, 利于控制手术时间、术中出血量, 促进术后恢复, 且术后并发症少。原因在于: 经3D打印髋臼导板辅助治疗, 可根据模型进行术前规划、设计、模拟, 以便术者熟练手术操作, 缩短手术时间; 便于明确髋臼位置, 减少因不断调整髋臼位置而产生的透视次数, 控制手术时间、伤口暴露时间, 减少术后并发症发生。术后出院时患者患侧旋转中心距正中线距离与健侧差值、患侧髋臼前倾角与健侧差值、患侧髋臼外展角与健侧差值均较术前减小, 这提示3D打印髋臼导板辅助应用还可提升髋臼安装准确度, 促进术后恢复。施风伟等^[12]在8例骨盆原发恶性肿瘤患者中实施3D打印髋臼导板, 显示末次随访时MSTS平均20分。本研究末次随访时MSTS评分(21.3±1.1)分, 与此相符。原因在于: 3D打印髋臼导板辅助治疗利于术前明确肿瘤切除范围及周围解剖结构, 拟定手术计划, 个体化定制髋臼假体, 实现骨盆肿瘤精确切除、个体化重建, 促进术后功能恢复, 改善预后^[13]。

3D打印导板辅助也存在一定问题及挑战: (1) 术前导板设计需同时关注手术方式、手术部位、术野周围软组织等问题^[14]; (2) 3D打印导板的应用还可能增加额外手术费用, 故术前需加强健康宣教^[15]。

综上所述, 3D打印髋臼导板辅助在骨盆肿瘤切除及重建中的应用具有手术时间短、术中出血量少、恢复快、预后好等特点, 有良好应用前景。

参考文献

- [1] Lin N, Li H, Li W, et al. Upshifting the ipsilateral proximal femur may provide satisfactory reconstruction of periacetabular pelvic bone defects after tumor resection [J]. Clin Orthop Relat Res, 2018, 476 (9): 1762-1770.
- [2] Nougaret S, Nikolovski I, Paroder V, et al. MRI of tumors and tumor mimics in the female pelvis: anatomic pelvic space-based approach [J]. Radiographics, 2019, 39 (4): 1205-1229.
- [3] Han Q, Zhang K, Zhang Y, et al. Individual resection and reconstruction of pelvic tumor with three-dimensional printed customized hemi-pelvic prosthesis: a case report [J]. Medicine, 2019, 98 (36): e16658.
- [4] 徐万鹏. 骨科肿瘤学 [M]. 2版. 北京: 人民军医出版社, 2008: 25-28.
- [5] Uehara K, Ogura K, Akiyama T, et al. Reliability and validity of the musculoskeletal tumor society scoring system for the upper extremity in Japanese patients [J]. Clin Orthop Relat Res, 2017, 475 (9): 2253-2259.
- [6] Xu L, Li X, Wang Z, et al. Functional evaluation for patients with

- lower extremity sarcoma: application of the Chinese version of Musculoskeletal Tumor Society scoring system [J]. Health Qual Life Outcomes, 2017, 15 (1): 107-108.
- [7] Guder WK, Harges J, Nottrott M, et al. Pelvic Ewing sarcoma: a retrospective outcome analysis of 104 patients who underwent pelvic tumor resection at a single supra-regional center [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15 (1): 534-535.
- [8] Kurze C, Keel MJB, Kollár A, et al. The pararectus approach—a versatile option in pelvic musculoskeletal tumor surgery [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14 (1): 232-233.
- [9] Sun W, Zan P, Ma X, et al. Surgical resection and reconstructive techniques using autologous femoral head bone-grafting in treating partial acetabular defects arising from primary pelvic malignant tumors [J]. BMC Cancer, 2019, 19 (1): 969-970.
- [10] Chepelev L, Wake N, Ryan J, et al. Radiological Society of North America (RSNA) 3D printing Special Interest Group (SIG): guidelines for medical 3D printing and appropriateness for clinical scenarios [J]. 3D Print Med, 2018, 4 (1): 11-12.
- [11] 李杨, 耿霄, 田华, 等. 计算机导航系统和 3D 打印截骨导板对全膝关节置换术失血量的影响 [J]. 中华医学杂志, 2020, 100 (33): 2601-2606.
- [12] 施凤伟, 郭征, 范宏斌, 等. 3D 打印髌臼导板辅助骨盆肿瘤切除后精确重建 [J]. 中国骨与关节杂志, 2017, 6 (2): 108-110.
- [13] 李承铎, 田征, 宋兴华, 等. 3D 打印髌臼导板辅助的骨盆肿瘤切除后精确性分析 [J]. 中国肿瘤临床, 2019, 46 (4): 38-42.
- [14] Ballard DH, Trace AP, Ali S, et al. Clinical applications of 3D printing: primer for radiologists [J]. Acad Radiol, 2018, 25 (1): 52-65.
- [15] Zhang J, Hu Q, Wang S, et al. Digital light processing based three-dimensional printing for medical applications [J]. Int J Bioprint, 2019, 6 (1): 242.
- (收稿:2020-12-31 修回:2022-01-30)
(同行评议专家: 张春雷 张 鹏)
(本文编辑: 郭秀婷)

读者 · 作者 · 编者

如何提高向本刊投稿的成功率

为了提高向本刊投稿的成功率, 避免稿件反复修改而延长刊用周期, 投稿前一定要认真研读本刊近期出版的杂志, 特别是应检索相关内容的文章, 并注意参考其内容。可登录中国矫形外科杂志官网 (<http://jxwk.ijournal.cn>) 点击“期刊浏览”栏目, 按提示阅读。在网站首页点击来稿要求, 即可查看最新的《中国矫形外科杂志》稿约, 在下载区查看 2021 年本刊各栏目样稿, 并按照稿约及样稿的要求书写。稿件格式一定要按拟投栏目的格式要求撰写, 字数、图表、参考文献要完全符合相应栏目要求。在投稿系统上传稿件的同时, 必须上传 2 个基本附加文件 (单位介绍信、学术诚信承诺书)。如有基金支持一定要标注清楚, 在读研究生、住院医师投稿必须要有导师和上级医师推荐信。

除以上附加文件外, 如作者能提供同行专家推荐意见 (2 名), 对文稿内容的科学性、创新性、实用性、可读性做出评价。可提升本刊来稿审评效率, 缩短审稿周期, 使优质稿件尽快发表。

以上附加文件的参考样式请登录本刊中国矫形外科杂志官网 (<http://jxwk.ijournal.cn>) 首页下载专区下载。填写并签名或加印章后, 需制成 JPG 或 PDF 文件, 上传至本刊投稿系统, 或将原件快递至编辑部。必备文件齐全后, 本刊方对稿件进行处理。

投稿步骤如下:

(1) 点击网站左侧“作者登录”按钮。(2) 输入您已注册的账号及密码。(3) 如您不需要修改您的信息, 请点击下一步跳过。(4) 点击页面左侧“投稿”按钮。(5) 依次点击“下一步”及“已阅读并同意”。(6) 上传全文。(7) 在附件中上传单位介绍信、学术诚信承诺书、基金证明文件、导师推荐信 (适用于在读研究生)、上级医师推荐信 (适用于高级职称以下人员), 以及同行评议函 (限非本单位专家)。文中有图片时, 必须将每一个独立画面的图像文件, 以高清质量 (300dpi) 的 JPG 格式, 按在正文中的名称, 如: 1a, 1b, 3c 等命名文件, 在附件中同时上传。然后点击下一步。(8) 填写稿件基本信息, 完成投稿。

中国矫形外科杂志编辑部
2022 年 12 月 25 日