

· 临床研究 ·

3D 打印半骨盆重建肿瘤切除后缺损

肖渝, 张漾杰, 李文忠, 陈剑, 康建平, 田昌平, 陈国平, 肖砚斌*

(昆明医科大学云南省肿瘤医院, 云南昆明 650118)

摘要: [目的] 评价 3D 打印半骨盆重建骨盆的安全性及早期临床疗效。[方法] 回顾性分析 2022 年 1 月—2023 年 4 月本科收治的 12 例骨盆肿瘤患者的临床资料, 评价围手术期情况及短期随访结果。[结果] 12 例患者均顺利完成手术, 手术时间平均 (339.3±97.1) min, 术中出血量平均 (956.3±708.8) ml, 术中输注悬浮红细胞量平均 (4.5±3.0) u, 术中输注新鲜冰冻血浆平均 (412.5±359.4) ml。随访时间平均 (7.2±4.0) 个月。1 例患者术后 7 个月因肿瘤进展死亡, 1 例术后 1 年发生假体脱位, 经手术进行复位。与术前相比, 末次随访时, 疼痛 VAS 评分 [(3.3±0.5), (2.0±0.7), $P=0.014$] 显著减少, 髋关节 Harris 评分 [(46.7±5.4), (64.8±7.3), $P=0.003$]、MSTS 评分 [(11.0±4.8), (16.3±2.9), $P<0.001$] 显著增加。[结论] 通过 3D 打印半骨盆重建可有效减轻患者疼痛, 功能较术前恢复, 是一种安全有效的重建方法。

关键词: 骨盆, 肿瘤, 3D 打印, 重建, 评价

中图分类号: R738.1 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 11-1042-04

3D printed semi-pelvis reconstruction for defect secondary to tumor resection // XIAO Yu, ZHANG Yang-jie, LI Wen-zhong, CHEN Jian, KANG Jian-ping, TIAN Chang-ping, CHEN Guo-ping, XIAO Yan-bin. Yunnan Provincial Cancer Hospital, Kunming Medical University, Kunming 650118, China

Abstract: [Objective] To evaluate the safety and early clinical efficacy of 3D printed semi-pelvis reconstruction for defect secondary to tumor resection. [Methods] A retrospective study was done on 12 patients who received semi-pelvis reconstruction with 3D printed prostheses for pelvic tumor in our department from January 2022 to April 2023. The documents regarding to perioperative conditions and short-term follow-up results were evaluated. [Results] All the 12 patients were successfully operated, with an average operation time of (339.3±97.1) min, intraoperative blood loss of (956.3±708.8) ml, the intraoperative suspended red blood cell infusion of (4.5±3.0) units, and intraoperative plasma infusion of (412.5±359.4) ml. All of them were followed up for (7.2±4.0) months on an average, 1 patient died 7 months after surgery due to tumor progression, and 1 patient suffered dislocation 1 year after surgery and underwent surgical reduction. Compared with those preoperatively, pain VAS score significantly decreased at the last follow-up [(3.3±0.5), (2.0±0.7), $P=0.014$], whereas the Harris hip score [(46.7±5.4), (64.8±7.3), $P=0.003$], the MSTS score [(11.0±4.8), (16.3±2.9), $P<0.001$] significantly increased. [Conclusion] The semi-pelvis reconstruction with 3D printed prostheses does effectively reduce the pain, and improve the function postoperatively, which is a safe and effective reconstruction method.

Key words: pelvis, tumor, 3D printing, reconstruction, evaluation

广泛切除一直是原发性骨肿瘤的主要治疗方法, 同时也适用于生存期较长的转移瘤患者^[1]。当肿瘤位于四肢时, 肿瘤切除后常采用模块化假体以恢复肢体长度和重建关节^[2]。当肿瘤位于骨盆时, 目前常见的有骨盆移植和假体置换, 但术后功能评价较差, 且常见各种并发症, 因此不能成为临床上理想的重建方式^[3]。若使用个体化的定制假体, 可能会得到更好的效果^[2]。随着计算机辅助 3D 打印技术在骨科中应用的推广, 有助于术者进行精确的手术规划和个体化的假体设计, 亦

有助于对骨盆肿瘤进行更精确的切除、修复和重建。本研究探讨 3D 打印个体化骨盆假体在骨盆肿瘤切除后骨缺损修复的效果, 评估其安全性和有效性。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾分析 2022 年 1 月—2023 年 4 月本科收治的 12 例骨盆肿瘤患者的临床资料, 患者均经评估预期

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.11.16

作者简介: 肖渝, 医师, 研究方向: 骨与软组织肿瘤, (电子信箱)568724261@qq.com

* 通信作者: 肖砚斌, (电子信箱)xiaoybbt@sina.cn

寿命>6 个月,可在术中做到 R0 切除。12 例患者基本信息见表 1,其中男 7 例,女 5 例;平均年龄(38.5±21.6)岁;5 例为转移性肿瘤,7 例为原发性肿瘤;5 例肿瘤侵犯 I、II 区,4 例侵犯 II、III 区,1 例侵犯 I、II、III 区,1 例侵犯 I、IV 区,1 例侵犯 III、IV 区。12 例患者中,1 例骨巨细胞瘤患者术前予以 4 次地舒单抗治疗,10 例患者术前均接受 2 次新辅助化疗,1 例软组织肉瘤 I 级患者术前未行任何治疗。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

1.2 手术方法

所有患者均由同一治疗组医师在同一位高年资主任医师带领下完成手术。术前根据不同骨盆肿瘤部位和骨性标记点设计相应的截骨导板,并依据重建需要打印定制型骨盆重建假体。所有患者全身麻醉后采取漂浮侧卧位,经髂腹股沟联合 Smith-Petersen 入路暴露骨盆、股骨及肿瘤,尽可能保留术区正常肌肉组织和关节囊。股骨侧于小转子上方约 1.5 cm 处垂直股骨颈截骨。骨盆侧充分显露截骨导板放置位置,固定截骨导板后使用摆锯截骨,将定制假体于重建部位试装,确认位置正确后置入螺钉将骨与假体牢固固定。将聚乙烯内杯置入髋臼。股骨近端使用髓腔锉逐级扩髓,直至髓颈内缘与股骨颈皮质相切。安装股骨头试模,复位关节,测试头-臼联合前倾角、假体稳定性及肢体长度满意。取出试模后安装股骨柄假体,将残余关节囊及周围肌肉软组织缝合覆盖假体。术区留置引流管后逐层关闭手术切口。记录手术信息。

术后患者卧床,小腿下垫枕头保持髋关节屈曲 15°、膝关节屈曲 30°,穿戴“丁”字鞋保持髋关节

中立位外展 15°。术后 3 周内患者佩戴髌-大腿支具进行不负重屈髋训练。3 周后行髋部外展、前屈、后伸、内收功能锻炼。8 周后完全负重,在助行器辅助下行走锻炼。术后 3 个月鼓励患者在无助行器辅助下行走锻炼。

1.3 评价指标

记录围手术期资料,包括手术时间、术中失血量、术后住院时间、早期并发症等情况。采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、Harris 评分及国际骨与软组织肿瘤协会评分(Musculoskeletal Tumor Society, MSTs)评价临床效果。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件对数据进行统计分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,两组间比较采用单因素方差分析;资料不符合正态分布,采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

12 例患者均顺利完成手术,手术时间平均(339.3±97.1) min,术中出血量平均(956.3±708.8) ml,术中输注悬浮红细胞量平均(4.5±3.0) u,术中输注新鲜冰冻血浆平均(412.5±359.4) ml。其中 1 例软组织肉瘤 I 级患者术后定期复查,1 例骨巨细胞瘤患者术后继续接受 3 次地舒单抗靶向治疗,其余 10 例患者术后继续接受辅助化疗。1 例患者术后第 4 d 出现术区尿瘘,行清创后术区留置管持续冲洗引流,1 周后拔除。术后切口均一期愈合。

表 1. 12 例患者基本信息
Table 1. Basic information of the 12 patients

病例号	性别	年龄(岁)	Enneking 分区	肿瘤病理类型	手术时间(min)	出血量(ml)
1	女	43	I+II	转移性肺腺癌	450	2 000
2	男	38	II+III	转移性肺腺癌	330	1 300
3	女	14	I+IV	尤文肉瘤	300	400
4	女	20	I+II	小细胞型骨肉瘤	300	1 100
5	女	68	II+III	软组织肉瘤 II 级	360	2 300
6	男	68	I+II+III	浆细胞瘤	330	1 100
7	女	42	I+II	骨巨细胞瘤	288	1 100
8	男	15	II+III	尤文肉瘤	270	150
9	男	49	I+II	软组织肉瘤 I 级	420	800
10	男	52	II+III	多发性骨髓瘤	150	250
11	男	65	I+II	转移性膀胱尿路上皮癌	534	1 900
12	男	37	III+IV	横纹肌肉瘤	340	1 930

2.2 短期随访结果

随访时间平均 (7.2±4.0) 个月, 1 例患者术后 7 个月因肿瘤进展死亡, 1 例患者术后 1 年发生假体脱位, 经手术进行复位。至末次随访无再发感染者, 余 11 例患者均未出现下肢静脉血栓、假体松动、断裂、假体周围骨折等其他并发症。术后患者疼痛、髋关节功能较术前均有改善, 末次随访时, 疼痛 VAS 评分较术前显著减少 ($P<0.05$), 髋关节 Harris 评

分、MSTS 评分较术前显著增加 ($P<0.05$)。典型病例影像见图 1。

表 2. 12 例患者临床资料 (分, $\bar{x} \pm s$) 与比较
Table 2. Comparison of clinical data of the 12 patients (point, $\bar{x} \pm s$)

指标	术前	末次随访	P 值
VAS 评分	3.3±0.5	2.0±0.7	0.014
Harris 评分	46.7±5.4	64.8±7.3	0.003
MSTS 评分	11.0±4.8	16.3±2.9	<0.001

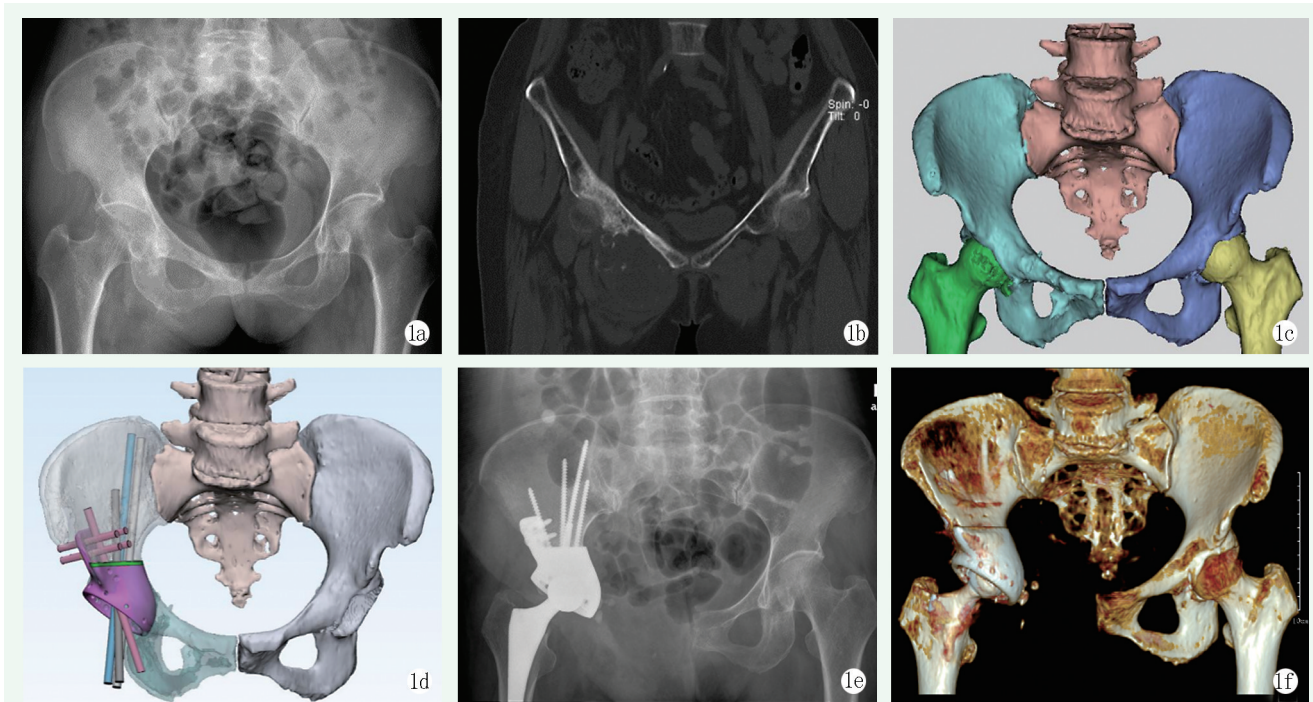


图 1. 患者女性, 68 岁, 软骨肉瘤 II 级, 行右骨盆 II、III 区肿瘤切除、3D 打印半骨盆假体重建术治疗。1a: 术前 X 线片示右侧坐骨、耻骨上支、髋臼周围骨质破坏; 1b: 术前 CT 冠状面可见肿瘤累及右侧骨盆 II、III 区; 1c: 术前三维重建骨盆模型; 1d: 设计截骨及重建假体样式; 1e: 术后 X 线片示重建假体位置良好; 1f: 术后 CT 三维重建见假体重建位置良好。

Figure 1. A 68-year-old female suffered from grade II pelvic chondrosarcoma, received surgery of right II and III zone of pelvic resection and 3D printed semi-pelvic reconstruction; 1a: Preoperative X ray showed chondrosarcoma involved the right ischiatic bone, superior ramus of pubis and periacetabular bone; 1b: Preoperative CT coronal view showed that the tumor involved the right pelvic region II and III; 1c: Preoperative three-dimensional reconstruction of pelvic model; 1d: Design osteotomy and prosthetic reconstruction; 1e: Postoperative X ray showed the reconstructed prosthesis in good position; 1f: Postoperative CT 3D reconstruction showed the prosthetic reconstruction in good position.

3 讨论

目前骨盆肿瘤的传统手术方式因以下局限难以达到理想的切除重建: (1) 通过二维图像有时难以对肿瘤边缘进行准确判断并完整切除; (2) 骨盆局部解剖结构复杂, 术中难以保证肿瘤切除的安全范围; (3) 截骨位置的选择对后续重建有直接关联, 而目前常规假体难以满足不同截骨位置的重建^[4]; (4) 涂层技术能够在一定程度上改善传统假体的骨整合能力, 但涂层与骨、与假体进行整合时条件较为苛刻^[5]。3D 打印技术的出现有效解决了上述问题, 其个体化、精准

化的设计规划为骨盆肿瘤的手术治疗提供了新的方向^[6]。

3D 打印的实体模型能让医师了解骨盆肿瘤的具体情况, 加深对复杂病例的认识, 利于做好术前规划, 制定截骨计划并允许在软件内进行截骨模拟, 针对截骨位置设计截骨导板可使术者在术中暴露时循序渐进, 避免过度暴露的同时减少如大血管破裂修补、神经损伤修补等意外情况的发生, 有效缩短手术时间, 减少感染风险, 也明显降低术中出血量^[7-9]。3D 打印技术允许在制作主体实心金属结构的同时对材料表面进行多孔结构的打印制作, 两种结构一体化程度高, 进一步增强了假体稳定性, 利于术后康复, 助于

延长假体使用寿命^[6, 10, 11]。

笔者所在团队结合相关研究经验,通过3D打印技术制作实体模型,设计截骨导板以减少术中不必要的组织暴露,结合手术切口位置设计假体的固定方式,在假体周缘预留软组织肌腱重建固定孔,依据正常侧髌臼位置设计假体髌臼位置,保证肢体长度的同时,重建软组织覆盖,降低脱位和肌力降低的发生率,同时在假体-骨接触面进行多孔结构打印,一体成型提供稳定重建。本研究中所有患者均未发生深静脉血栓、假体周围骨折等其他并发症。分析可能原因如下:(1)恢复假体周围软组织覆盖,减少假体周围空腔;(2)利用机械和药物预防血栓形成。但目前通过3D打印准备假体周期长,体内的假体-骨整合情况还有待长期随访研究。综合现有结果来看,3D打印半骨盆重建骨盆肿瘤切除后缺损可降低患者疼痛,并获得较好的功能恢复,短期治疗效果显著,是一种安全有效的重建方法。

参考文献

- [1] Rath B, Tingart M, Migliorini F, et al. Differentiated treatment strategies for bone metastases of the extremities [J]. *Der Orthopade*, 2019, 48 (9) : 752-759. DOI: 10.1007/s00132-019-03791-w.
- [2] Ji T, Yang Y, Tang X, et al. 3D-printed modular hemipelvic endoprosthetic reconstruction following periacetabular tumor resection: early results of 80 consecutive cases [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2020, 102 (17) : 1530-1541. DOI: 10.2106/JBJS.19.01437.
- [3] Khal A, Zucchini R, Sambri A, et al. Reconstruction of the pelvic ring in iliac or iliosacral resections: allograft or autograft [J]. *Musculoskelet Surg*, 2022, 106 (1) : 21-27. DOI: 10.1007/s12306-020-00666-8.
- [4] Hung CC, Li YT, Chou YC, et al. Conventional plate fixation method versus pre-operative virtual simulation and three-dimensional printing-assisted contoured plate fixation method in the treatment of anterior pelvic ring fracture [J]. *Int Orthop*, 2019, 43 (2) : 425-431. DOI: 10.1007/s00264-018-3963-2.
- [5] Erol B, Sofulu O, Sirin E, et al. Reconstruction after periacetabular tumor resection with Lumic® endoprosthesis: What are the mid-term results [J]. *J Surg Oncol*, 2021, 123 (2) : 532-543. DOI: 10.1002/jso.26318.
- [6] Park JW, Kang HG, Kim JH, et al. The application of 3D-printing technology in pelvic bone tumor surgery [J]. *J Orthop Sci*, 2021, 26 (2) : 276-283. DOI: 10.1016/j.jos.2020.03.004.
- [7] 张赫, 张泽林, 蔡振存. 3D打印在骨盆骨折的应用进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (6) : 520-523, 528. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.06.08.
Zhang H, Zhang ZL, Cai ZC. Progress on 3D printing used in surgical treatment of pelvic fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (6) : 520-523, 528. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.06.08.
- [8] Bagaria V, Chaudhary K. A paradigm shift in surgical planning and simulation using 3Dgraphy: Experience of first 50 surgeries done using 3D-printed biomodels [J]. *Injury*, 2017, 48 (11) : 2501-2508. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.058.
- [9] 辛晓林, 王顺利, 彭庆州. 3D打印导板辅助骨盆肿瘤切除重建 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (5) : 455-458. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.05.14.
Xin XL, Wang SL, Peng QZ. 3D printed guider assisted pelvic tumor resection and reconstruction [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (5) : 455-458. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.05.14.
- [10] Wang J, Min L, Lu M, et al. What are the complications of three-dimensionally printed, custom-made, integrative hemipelvic endoprostheses in patients with primary malignancies involving the acetabulum, and what is the function of these patients [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2020, 478 (11) : 2487-2501. DOI: 10.1097/CORR.0000000000001297.
- [11] 程维, 白长双, 郝立昌. 3D打印假体技术治疗四肢骨关节肿瘤 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (9) : 844-847. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.09.16.
Cheng W, Bai CS, Hao LC. Three-dimensional printed prostheses for treatment of osteoarticular tumors of limbs [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2017, 25 (9) : 844-847. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.09.16.

(收稿:2023-07-07 修回:2024-01-17)

(同行评议专家:王坤,蔡国锋,陈南)

(本文编辑:闫承杰)