

· 临床研究 ·

开放获取

3D 打印辅助桥接组合固定 THA 股骨假体周围骨折[△]

左伟, 肖飞, 黄玉成, 焦竞, 王俊文, 程文俊*

(武汉市第四医院骨科, 湖北武汉 430000)

摘要: [目的] 评价 3D 打印辅助桥接组合固定 Vancouver B1 和 C 型股骨假体周围骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2016 年 3 月—2022 年 5 月 3D 打印辅助桥接组合固定 Vancouver B1 型和 C 型 27 例股骨假体周围骨折患者的临床资料, 评价临床及影像结果。[结果] 27 例患者中, Vancouver B1 型骨折 15 例, Vancouver C 型 12 例。两组手术时间 [(107.3±18.7) min vs (119.2±19.3) min, $P=0.713$] 和术中出血量 [(385.3±114.1) mL vs (420.8±160.2) mL, $P=0.381$] 的差异均无统计学意义。随访期间无伤口感染、内固定松动、骨折不愈合或畸形愈合等并发症发生。两组患者骨折愈合时间 [(3.8±1.3) 个月 vs (4.2±1.6) 个月, $P=0.258$]、伤前 Harris 评分 [(86.3±3.5) vs (86.9±3.3), $P=0.903$] 和翻修内固定后 12 个月 Harris 评分 [(84.3±3.4) vs (85.2±3.1), $P=0.785$] 的差异均无统计学意义。[结论] 3D 打印辅助桥接组合固定 THA 术后 Vancouver B1 和 C 型股骨假体周围骨折, 近、中期临床效果良好, 两个骨折类型的治疗效果无显著差异。

关键词: 股骨假体周围骨折, 桥接组合固定, 3D 打印, Vancouver 分型

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 09-0834-04

3D printing assisted bridge combination fixation for periprosthetic fractures of proximal femur // ZUO Wei, XIAO Fei, HUANG Yu-cheng, JIAO Jing, WANG Jun-wen, CHENG Wen-jun. Department of Orthopedics, The Fourth Hospital of Wuhan City, Wuhan, Hubei 430000, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical efficacy of 3D printing-assisted bridging combination fixation of Vancouver type B1 and C periprosthetic fractures of the femur. [Methods] A retrospective study was conducted on 27 patients who had Vancouver type B1 and type C periprosthetic fractures fixed by 3D printing assisted bridging combination fixation from March 2016 to May 2022. The clinical and imaging documents were evaluated. [Results] Of the 27 patients, there were 15 cases of Vancouver type B1 fractures and 12 cases of Vancouver type C fractures. There were no significant differences in operation time [(107.3±18.7) min vs (119.2±19.3) min, $P=0.713$] and intraoperative bleeding [(385.3±114.1) mL vs (420.8±160.2) mL, $P=0.381$] between the two groups. No complications such as wound infection, loose internal fixation, fracture nonunion or malunion occurred in anyone of them during follow-up. There were no significant differences in fracture healing time [(3.8±1.3) months vs (4.2±1.6) months, $P=0.258$], Harris score before injury [(86.3±3.5) vs (86.9±3.3), $P=0.903$] and Harris score 12 months after revision [(84.3±3.4) vs (85.2±3.1), $P=0.785$] between the two types of the fractures. [Conclusion] 3D printing-assisted bridging combination fixation of Vancouver type B1 and C periprosthetic fractures of the femur after THA achieves satisfactory short-medium term clinical consequence, and there is no significant difference in the treatment outcome between the two fracture types.

Key words: periprosthetic fracture of femur, bridge combination fixation, 3D printing, Vancouver typing

股骨假体周围骨折是全髋关节置换 (total hip arthroplasty, THA) 术后常见的并发症之一^[1], 目前多采用 Vancouver 分型^[2], 其中 Vancouver B1 型和 C 型是常见的骨折类型^[3], 现多采用钢板内固定治疗, 临床上也取得了满意的效果^[4-6]。但由于股骨形态存在个体差异, 每例患者骨折部位和骨折形式不同, 术中需要根据患者的具体情况制定个性化的手术方案和选

择合适的内固定材料^[7, 8]。

桥接组合固定 (bridge combined fixation) 为股骨假体周围骨折的治疗提供了新选择, 术前按比例打印骨折复位后的股骨模型, 体外模拟所需桥接系统的预弯形状、钉棒长度、置钉位置及方向等参数, 使手术操作更为简单。本院近年来开展桥接组合固定结合 3D 打印治疗 THA 术后 Vancouver B1 型和 C 型股骨

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100791

[△]基金项目:湖北省卫生健康委科研资助项目(编号:WJ2023M133)

作者简介:左伟, 副主任医师, 博士, 研究方向:关节外科, (电话)027-83353521, (电子信箱) weizuo@163.com

* 通信作者:程文俊, (电话)027-83353621, (电子信箱) medi-cwj@126.com

假体周围骨折，取得了满意效果，报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析 2016 年 3 月—2022 年 5 月本院 THA 术后股骨假体周围骨折行桥接组合固定结合 3D 打印治疗患者的临床资料，患者术前均经 X 线检查，术中再次确认，诊断为单纯股骨假体周围 Vancouver B1 和 C 型骨折，患者伤前术侧髋关节功能良好，临床资料完整，术后获得至少 1 年以上随访。共 27 例病例纳入本研究，其中男 7 例，女 20 例，年龄 61~84 岁，平均 (69.6±6.3) 岁。患者均为初次 THA 术后，骨折发生时间在术后 2~12 年，平均 (6.4±2.3) 年。Vancouver B1 型骨折 15 例，C 型 12 例，损伤至手术时间为 4~9 d，平均 (5.7±1.1) d。本研究获得医院伦理委员批准（伦理批号：KY2023-107-01），所有患者均知情同意。

1.2 手术方法

患者入院后行患侧肢体股骨全长 CT 扫描+三维重建，将数据导入 3D 打印软件进行数据处理，打印出模拟骨折复位后的股骨模型 (1:1)。采用桥接组合固定（天津威曼生物材料有限公司，中国）进行术前模拟，并选择塑形术中所用桥接组合固定的连接棒、连接块、螺钉、折弯工具等，送供应室消毒备用。

B1 型骨折采用髋关节后外侧切口，直视下暴露骨折断端。将骨折复位，根据术前设计和术中骨折复位后情况，裁剪合适长度的连接棒，根据股骨近端形态进行折弯，安装滑动连接块，假体远端采用双皮质螺钉固定，股骨近端采用单皮质或双皮质螺钉固定，必要时股骨近端辅以钛缆环扎固定。

C 型骨折首选闭合复位，闭合复位困难者采取股骨外侧切口，直视下复位骨折。参考骨折部位，选择合适长度的连接棒，安装好固定连接模块，模块分布于骨折远近端，近端一般可置于股骨大粗隆。根据术前打印的股骨模型，折弯连接棒以更好地贴服股骨。在股骨远近端另做手术切口，从一侧切口插入安装好固定连接模块后的连接棒，依据术前规划，C 形臂 X 线机透视下确认骨折复位及内固定位置满意，根据需要可以在置钉位置另做小切口，拧入锁定螺钉。

术毕，术区彻底止血，切口冲洗后放置引流管，逐层关切口。术后常规低分子肝素抗凝、术后 48 h 内静脉输注抗生素预防感染，术后 1 周根据术中骨折情况即开始指导患者下地非负重功能锻炼，术后 4 周

开始扶拐部分负重，术后 3~6 个月根据复查时骨折愈合情况指导患者完全负重行走。

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、切口愈合、术后早期并发症。记录伤前及术后 12 个月髋关节功能 Harris 评分。复查时行 X 线片检查，评估骨折愈合和内置物稳定情况。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布，行独立样本 *t* 检验，对两组病例的相关指标进行差异检验，计数资料则采用 χ^2 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 临床结果

所有患者均顺利手术，两组患者临床资料比较见表 1，两组手术时间、术中失血量的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。所有患者伤口均一期愈合，1 例 Vancouver C 型骨折患者术后 5 d 发现患肢肿胀，经超声检查提示有下肢静脉血栓形成，经低分子肝素治疗后，下肢静脉血栓消除。患者开始下地行走时间为 7~14 d，平均 (10.2±2.1) d。

27 例患者均获得随访，随访时间 15~58 个月，平均 (32.8±10.2) 个月。完全负重时间为 3~7 个月，平均 (3.9±1.7) 个月。两组患者伤前和翻修固定术后 12 个月的 Harris 评分差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。

2.2 影像评估

随访期间行 X 线片检查，均无内固定松动、骨折不愈合或畸形愈合等并发症发生。骨折均得到良好愈合，其中 Vancouver B1 型骨折平均愈合时间为 3.8 个月，略短于 C 型骨折的 4.2 个月，但差异无统计学意义 (*P*>0.05)。典型影像见图 1。

表 1. 两组患者临床资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较
Table1. Comparison of clinical data between two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

指标	Vancouver B1 型 骨折 (n=15)	Vancouver C 型 骨折 (n=12)	<i>P</i> 值
手术时长 (min)	107.3±18.7	119.2±19.3	0.713
术中出血量 (mL)	385.3±114.1	420.8±160.2	0.381
骨折愈合时间 (月)	3.8±1.3	4.2±1.6	0.258
伤前 Harris 评分 (分)	86.3±3.5	86.9±3.3	0.903
术后 12 个月 Harris 评分 (分)	84.3±3.4	85.2±3.1	0.785

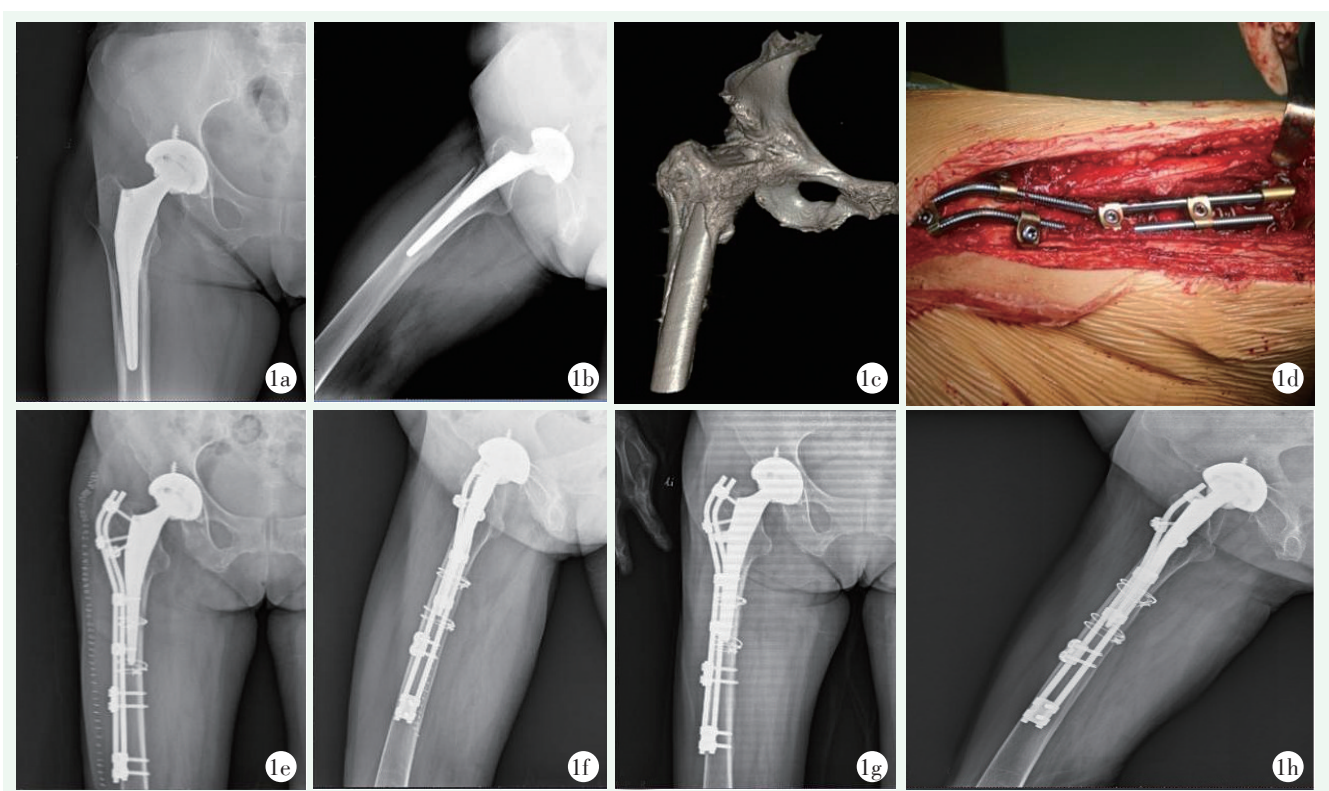


图 1. 患者女性, 64 岁, 右髋关节置换术后 4 年股骨假体周围骨折。1a~1c: 翻修固定术前髋关节影像显示 Vancouver B1 型股骨假体周围骨折, 假体无明显松动; 1d: 术中安装好桥接内固定后大体外观; 1e, 1f: 术后 1 周 X 线片示骨折复位良好, 桥接内固定位置满意; 1g, 1h: 术后 5 个月 X 线片显示骨折愈合良好, 内固定在位。

Figure 1. A 64-year-old female suffered from a fall 4 years after the right THA. 1a~1c: Hip images before revision fixation revealed Vancouver type B1 femoral prosthesis peripheral fracture without significant loosening; 1d: Gross appearance after intraoperative installation of bridging internal fixation; 1e, 1f: X-rays 1 week after revision operation showed good fracture reduction with the bridging internal fixation implants in proper position; 1g, 1h: X rays 5 months after the revision showed good fracture healing with internal fixation implants in place.

3 讨论

THA 术后股骨假体稳定性的骨折类型如 Vancouver B1 型和 C 型, 目前多建议手术治疗, 骨折切开复位内固定是治疗此类骨折的首选方法^[9]。尽管目前接骨板技术在临床上取得了满意效果, 但患者股骨近端骨骼外形差异较大, 商品化的接骨板不能很好地匹配, 术中往往需要对接骨板进行折弯, 这势必降低了内固定的稳定性, 增加了接骨板断裂的风险; 同时由于有假体柄的存在, 也影响到了螺钉的置入^[10]。

桥接组合式内固定系统为近年来新发展起来的一种内固定系统, 现已得到广泛应用^[11, 12], 也有学者对其与钢板固定股骨假体周围骨折的生物力学进行了研究, 显示了桥接内固定的优越性^[13]。在治疗 THA 术后股骨假体周围骨折时, 将患者骨折后的 3D 数据导入 3D 打印软件进行数据处理, 以 1:1 比例打印骨折复位后的股骨模型。根据模型预先确定连接棒的

长度, 根据股骨形态进行连接棒塑形, 并初步规划连接模块及螺钉的位置和角度, 从而实现三维立体固定的效果。

本研究中所纳入的 27 例患者, 年龄最大 84 岁, 部分患者有不同程度的骨质疏松, 但采用桥接组合式内固定系统后, 术中及术后住院期间无明显手术相关并发症发生, 随访期间骨折均获得良好愈合。术后 12 个月时, 髋关节功能已恢复至此次伤前状态。这与目前国内学者的研究结果类似^[14, 15], 相比较, 本研究引入了 3D 打印技术, 这使得作者可以模拟术前规划, 优化手术方案, 有效节约手术时间, 并且塑形后的桥接系统更贴合股骨形态。

本研究不足之处: 本研究为回顾性研究, 未设立对照组, 实验结果未能良好体现出桥接组合式内固定系统治疗 THA 术后股骨假体周围骨折的优越性。另外, 本研究纳入的临床病例较少, 随访时间有限, 缺乏远期疗效研究。

综上所述, 桥接内固定系统结合 3D 打印治疗

THA 术后 Vancouver B1 型和 C 型股骨假体周围骨折, 术前可以调整并优化手术设计, 缩短手术时间, 减少术中损伤, 近、中期效果明确, 值得临床应用与推广。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 左伟: 酝酿和设计实验、起草文章、获取研究经费; 肖飞: 分析解释数据; 黄玉成: 采集数据、统计分析; 焦竞: 实施研究; 王俊文: 指导实验研究; 程文俊: 文章审阅

参考文献

- [1] Patsiogiannis N, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Periprosthetic hip fractures: an update into their management and clinical outcomes [J]. EFORT Open Rev, 2021, 6 (1): 75–92. DOI: 10.1302/2058–5241.6.200050.
- [2] Brady OH, Garbuz DS, Masri BA, et al. The reliability of validity of the Vancouver classification of femoral fractures after hip replacement [J]. J Arthroplasty, 2000, 15 (1): 59–62. DOI: 10.1016/S0883–5403(00)91181–1.
- [3] Abdel MP, Houdek MT, Watts CD, et al. Epidemiology of periprosthetic femoral fractures in 5417 revision total hip arthroplasties: a 40–year experience [J]. Bone Joint J, 2016, 98–B (4): 468–474. DOI: 10.1302/0301–620X.98B4.37203.
- [4] Bryant GK, Morshed S, Agel J, et al. Isolated locked compression plating for Vancouver Type B1 periprosthetic femoral fractures [J]. Injury, 2009, 40 (11): 1180–1186. DOI: 10.1016/j.injury.2009.02.017.
- [5] Xue H, Tu Y, Cai M, et al. Locking compression plate and cerclage band for type B1 periprosthetic femoral fractures preliminary results at average 30–month follow–up [J]. J Arthroplasty, 2011, 26 (3): 467–471. DOI: 10.1016/j.arth.2010.03.031.
- [6] Chatziagorou G, Lindahl H, Kärrholm J. Lower reoperation rate with locking plates compared with conventional plates in Vancouver type C periprosthetic femoral fractures: a register study of 639 cases in Sweden [J]. Injury, 2019, 50 (12): 2292–2300. DOI: 10.1016/j.injury.2019.10.029.
- [7] 郑殿宾, 李典, 沈鹏, 等. Vanconver B1 型股骨假体周围骨折的个性化治疗 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (24): 2209–2212. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2020.24.01.
Zheng DB, Li D, Shen P, et al. Individualized surgical treatment for Vancouver type B1 periprosthetic femoral fracture [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (24): 2209–2212. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2020.24.01.
- [8] Kösters C, Toom D, Metzlaß S, et al. Peri– and interprosthetic femoral fractures—current concepts and new developments for internal fixation [J]. J Clin Med, 2022, 11 (5): 1371. DOI: 10.3390/jcm11051371.
- [9] Kim YH, Mansukhani SA, Kim JS, et al. Use of locking plate and strut onlay allografts for periprosthetic fracture around well–fixed femoral components [J]. J Arthroplasty, 2017, 32 (1): 166–170. DOI: 10.1016/j.arth.2016.05.064.
- [10] Fleischman AN, Chen AF. Periprosthetic fractures around the femoral stem: overcoming challenges and avoiding pitfalls [J]. Ann Transl Med, 2015, 3 (16): 234. DOI: 10.3978/j.issn.2305–5839.2015.09.32.
- [11] 任义军, 严立, 胡锐, 等. 桥接组合式内固定系统治疗合并感染的股骨骨折 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18 (11): 956–960. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671–7600.2016.11.007.
Ren YJ, Yan L, Hu R, et al. Bridging compound internal fixation system for treatment of femoral fractures with postoperative infection [J]. Chinese Journal of Orthopaedic Trauma, 2016, 18 (11): 956–960. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671–7600.2016.11.007.
- [12] 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. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2017.22.15.
Wang W, Zuo GL, Wang F, et al. 3D printed guide and special–shaped bridge combined fixation system for treatment of complex femoral fracture [J]. Orthopedic Journal of China, 2017, 25 (22): 2086–2090. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2017.22.15.
- [13] 王文, 龙运涛, 左贵来, 等. 桥接组合式内固定系统与钢板固定股骨假体周围 Vancouver B1 型骨折的生物力学研究 [J]. 中华骨科杂志, 2022, 42 (1): 47–53. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113–20210506–00340.
Wang W, Long YT, Zuo GL, et al. Biomechanical comparison of Ortho–Bridge system and plate fixation system for femoral periprosthetic type Vancouver B1 fracture [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2022, 42 (1): 47–53. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113–20210506–00340.
- [14] 王明政, 郑兆君, 张伟, 等. 桥接组合式内固定系统治疗 Vancouver B1 型股骨假体周围骨折 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2020, 22 (9): 804–807. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530–20200331–00221.
Wang MZ, Zheng ZJ, Zhang W, et al. Bridge internal fixation system for periprosthetic femoral fracture of Vancouver type B1 [J]. Chinese Journal of Orthopaedics Trauma, 2020, 22 (9): 804–807. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530–20200331–00221.
- [15] 王英彪, 曾展鹏, 郑伟杰. 桥接组合式内固定系统在人工髋关节股骨假体周围骨折中的应用 [J]. 海南医学, 2021, 32 (15): 2001–2003. DOI: 10.3969/j.issn.1003–6350.2021.15.026.
Wang YB, Zeng ZP, Zheng WJ. Application of bridge combined internal fixation system in the treatment of periprosthetic femoral fracture [J]. Hainan Medical Journal, 2021, 32 (15): 2001–2003. DOI: 10.3969/j.issn.1003–6350.2021.15.026.

(收稿: 2023–11–02 修回: 2024–09–29)

(同行评议专家: 尹东, 苏郁, 彭鲲, 孙志博)

(本文编辑: 郭秀婷)