

论著 · 临床研究

个性化 3D 打印钛合金填充块在复杂髋关节翻修术中应用的可行性及疗效*

张宪彧, 吴国保, 江建, 王宏菁, 孙志煌, 刘光炜

(上饶市人民医院, 江西 上饶 334000)

[摘要] 目的 分析在复杂髋关节翻修重建中采用个性化 3D 打印钛合金填充块的可行性。方法 选择 2021 年 3 月至 2023 年 1 月该院全髋关节置换术后需关节翻修的 40 例患者, 将其分为 3D 打印组与对照组, 各 20 例。3D 打印组给予个性化 3D 打印钛合金填充块技术进行翻修治疗, 对照组采用常规全髋关节翻修治疗, 比较 2 组手术时间、术中出血量、髋关节功能评分、并发症。结果 3D 打印组手术时间 $[(120.56 \pm 8.13) \text{ min}]$ 、术中出血量 $[(312.57 \pm 24.65) \text{ mL}]$ 低于对照组 $[(132.67 \pm 8.27) \text{ min}]$ 、 $[(342.64 \pm 25.47) \text{ mL}]$, 差异均有统计学意义($t=5.720, P<0.001; t=4.647, P<0.001$)。治疗后 3D 打印组髋关节功能评分 $[(87.69 \pm 6.35) \text{ 分}]$ 高于对照组 $[(72.56 \pm 6.27) \text{ 分}]$, 差异有统计学意义($t=9.286, P<0.001$); 并发症发生率(5.00%)低于对照组(20.00%), 差异有统计学意义($\chi^2=4.706, P=0.030$)。结论 个性化 3D 打印钛合金填充块在髋白侧严重骨缺损髋关节翻修术中的应用效果突出, 可节约手术时间, 术中出血较少, 患者术后髋关节功能改善明显, 减少相关并发症的发生。

[关键词] 复杂髋关节翻修重建; 个性化 3D 打印钛合金填充块; 髋关节功能

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2024.06.013

中图法分类号: R816.8

文章编号: 1009-5519(2024)06-0962-03

文献标识码: A

Feasibility and efficacy of personalized 3D printed titanium alloy filler in the complex hip joint revision surgery*

ZHANG Xianyu, WU Guobao, JIANG Jian, WANG Hongjing, SUN Zhihuang, LIU Guangwei
(Shangrao People's Hospital, Shangrao, Jiangxi 334000, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the feasibility of using personalized 3D printing titanium alloy filler blocks in the revision and reconstruction of complex hip joint. **Methods** From March 2021 to January 2023, a total of 40 patients who required joint revision after total hip arthroplasty in the hospital were included in the study and randomly divided into the 3D printing group and the control group, with 20 patients in each group. The 3D printing group was given personalized 3D printing titanium alloy filling block technology for revision treatment, and the control group was given routine total hip joint revision treatment. The operation time, intraoperative blood loss, hip joint function score and complications were compared between the two groups. **Results** The operation time $[(120.56 \pm 8.13) \text{ min}]$ and intraoperative blood loss $[(312.57 \pm 24.65) \text{ mL}]$ in the 3D printing group were lower than those in the control group $[(132.67 \pm 8.27) \text{ min}]$ and $[(342.64 \pm 25.47) \text{ mL}]$, and the differences were statistically significant ($t=5.720, P<0.001; t=4.647, P<0.001$). After treatment, the hip joint function score $[(87.69 \pm 6.35) \text{ points}]$ in the 3D printing group was higher than that in the control group $[(72.56 \pm 6.27) \text{ points}]$, and the difference was statistically significant ($t=9.286, P<0.001$); the incidence of complications (5.00%) was lower than that in the control group (20.00%), and the difference was statistically significant ($\chi^2=4.706, P=0.030$). **Conclusion** The application of personalized 3D printed titanium alloy filling blocks in hip joint revision surgery for severe acetabular bone defects is outstanding, which can save operation time, reduce intraoperative bleeding, significantly improve postoperative hip joint function, and reduce the occurrence of related complications.

[Key words] Complex hip joint revision and reconstruction; Personalized 3D printed titanium alloy filler blocks; Hip joint function

全髋关节置换术在骨科临床应用广泛, 但每年髋关节翻修手术的总量也在不断地上升^[1]。在髋关节

* 基金项目: 江西省卫生健康委员会科技计划项目(202212750)。

作者简介: 张宪彧(1980—), 硕士研究生, 主任医师, 主要从事关节与运动医学方面的研究。

翻修术中如何重建重度髌臼侧缺损是骨科医生一直关注的重点^[2]。传统钽金属填充块形状和尺寸较为固定,很多情况下无法与实际骨缺损尺寸匹配,需要进行打磨,从而增加了骨量的流失,不利于患者术后髌臼假体的稳定,而个性化 3D 打印钛合金填充块的应用则能弥补这方面的缺陷^[3-4]。本研究就个性化 3D 打印钛合金填充块在复杂髌关节翻修术中运用的可行性及效果进行研究,以期对复杂髌关节翻修重度髌臼骨缺损提供参考借鉴,可改善髌关节功能,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 一般资料 选取 2021 年 3 月至 2023 年 1 月就诊于本院行全髌关节置换术后需关节翻修的 40 例患者,将其随机分为 3D 打印组与对照组,各 20 例。对照组中男 12 例,女 8 例;年龄 55~75 岁,平均(67.75±6.47)岁;3D 打印组中男 11 例,女 9 例;年龄 56~75 岁,平均(67.86±6.73)岁。2 组患者基本资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究通过本院医学伦理委员会批准[审批件(2021)医研伦审第(043)号]。

1.1.2 纳入与排除标准 纳入标准:(1)经查体、髌关节正位 X 线片及超声检查符合翻修手术指征;(2)髌臼侧 Paprosky III 型髌臼骨缺损;(3)无手术禁忌及金属过敏者。排除标准:(1)髌关节活动性感染者;(2)骨盆不连续者;(3)影像学资料不全者;(4)严重骨质疏松症者;(5)免疫系统性疾病者;(6)患侧肢体肌力小于 4 级及患侧肢体偏瘫者。

1.2 方法

1.2.1 手术方法

1.2.1.1 3D 打印组 (1)个性化钛合金填充块的 3D 打印:①CT 扫描,术前进行平扫,将扫描数据储存上传至计算机;②在计算机上采用图像处理软件进行骨盆三维重建;③根据骨盆三维重建模型,构建三维模型,髌臼缺损以钛合金填充块填充;④打印出骨盆模型、填充块,在尼龙模型上进行手术模拟,根据髌臼杯的大小、位置,确认填充块的最终位置、大小及螺钉固定位置等;⑤根据手术模拟情况,对填充块三维模型进行修改,并完善内部结构参数、螺孔的设计,精确设计固定加强块的螺钉;⑥最终填充块设计为表面层厚 1.00 mm 的实心钛合金,将填充块模型数据导入到 3D 打印设备进行 3D 打印;⑦对填充块进行打磨抛光,并使用乙醇在超声波清洗机内反复清洗,消毒备用。(2)翻修手术方法:患者取手术体位,全身麻醉后,原手术切口逐层切开皮肤、皮下组织等,以显露髌关节,取出原人工假体。彻底清除髌臼内的病变组织并进行冰冻活检以排除感染可能。根据术前模拟手术选定的髌臼杯尺寸打磨髌臼,安装满意。将 3D 打印钛合金填充块植入髌臼骨缺损处,位置满意后用螺钉固定;安放髌臼假体,在填充块与髌臼假体缝隙间

灌入骨水泥,待骨水泥凝固后植入髌臼内衬。之后翻修股骨柄、植入股骨头,复位髌关节,无出血后逐层缝合。术后根据患者情况进行康复训练指导。

1.2.1.2 对照组翻修方法 手术前部分与 3D 打印组相同,将髌臼内的病变组织彻底清除及排除感染后,选定合适尺寸的钽金属填充块,根据钽金属填充块磨锉髌臼至合适大小,植入钽金属填充块并固定,选择合适的多孔金属涂层生物型髌臼杯压配固定,植入髌臼内衬。之后操作与 3D 打印组相同。

1.2.2 观察指标 (1)统计手术时间、术中出血量;(2)采用 Harris 髌关节评分量表(HHS)评估术后髌关节恢复,总分 100 分,得分越高,髌关节功能越好。(3)术后对患者随访 1 年,了解并统计并发症发生情况。

1.3 统计学处理 采用 SPSS20.0 软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行 t 检验;计数资料以率或构成比表示,行 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组手术相关指标比较 3D 打印组手术时间、术中出血量[(120.56±8.13)min、(312.57±24.65)mL]均低于对照组[(132.67±8.27)min、(342.64±25.47)mL],差异有统计学意义($t=5.720, P<0.001; t=4.647, P<0.001$)。

2.2 2 组髌关节功能恢复情况比较 治疗前,3D 打印组髌关节功能评分[(34.65±5.33)分]与对照组[(34.57±5.32)分]比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,3D 打印组髌关节功能评分[(87.69±6.35)分]高于对照组[(72.56±6.27)分],差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.3 2 组并发症发生情况比较 3D 打印组并发症发生率低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

表 1 2 组并发症发生情况比较[n(%)]

组别	n	髌关节移位	关节脱位	其他	发生率[n(%)]
对照组	20	2	1	1	4(20.00)
3D 打印组	20	1	0	0	1(5.00) ^a

注:与对照组比较, $\chi^2=4.706, ^aP=0.030$ 。

3 讨论

全髌关节置换术是骨科常见手术,主要用于对各种髌关节疾病进行治疗,而且手术后患者各项症状一般可得到缓解,髌关节功能可明显提升^[5-6]。近年来,在手术方式不断改进的背景下,相关手术器械制作越发精炼,髌关节假体也越发优化,这促使广大患者更易接受人工全髌关节置换术。不同于初次髌关节置换术,很多复杂髌关节手术患者由于髌臼缺损,致使假体安放难度较大,假体更易出现松动,极易出现感染,导致髌关节功能受损,影响翻修手术的实施效果。故而在此类患者治疗中,如何重建髌臼骨缺损是关节

外科医师面临的一大挑战。而且由于患者存在明显的个体差异,所以在髋关节翻修术中如何重建重度髋臼侧缺损也是骨科医生一直关注的重点^[7-8]。髋臼骨缺损重建的目标是在尽量保留患者原始骨量的基础上恢复髋关节正常旋转中心,通过骨长度获得髋臼假体的长期稳定性,对于 Paprosky III 型髋臼骨缺损,钽金属填充块与生物型髋臼杯在重度髋臼骨缺损重建中应用广泛,具有一定的效果^[9]。但由于患者髋臼骨缺损程度不一,传统钽金属填充块形状和尺寸较为固定,很多情况下无法与实际骨缺损尺寸匹配,需要进行打磨,从而增加了骨量的流失,但不利于患者术后髋臼假体的稳定,而个性化 3D 打印钛合金填充块的应用能弥补这方面的缺陷^[10]。

3D 打印技术最初是在工业领域内广泛应用,其是综合激光快速成型技术、三维 CT 技术和高分子材料技术构建而成的现代化工业制造技术。借助计算机辅助作用,通过 3D 打印,可精确采集并分析零件信息,结合设计要求,实施深层次的加工,获得三维重建模型,之后借助打印机和制造材料,构建出实体模型。在医学技术快速发展下,3D 打印技术在临床中的应用越发广泛,这可降低因个体差异引发的医疗事故发生风险,提高治疗安全性。而且 3D 打印简单,便于推广^[11-12]。个性化 3D 打印钛合金填充块设计理念是术前进行骨盆 CT 扫描,利用 CT 原始数据重建患者骨盆三维图像,根据髋臼骨缺损的解剖形态和位置设计出适合骨长入最佳孔隙结构和参数,且能完美匹配患者髋臼骨缺损部位、范围、程度等特征的个性化多孔钛合金加强块。利用选择性激光烧结或电子束熔融技术打印钛合金粉末制备个性化多孔钛合金加强块,完成后续的抛光、清洗和消毒等处理后植入患者体内,术中依靠术前模拟设计的螺钉大小、位点和方向将加强块固定在骨缺损的最佳位置,在保留原始骨量的同时有助于更好地恢复正常髋臼解剖形态和旋转中心位置^[13-14]。

本研究结果显示,3D 打印组手术时间、术中出血量均低于对照组,髋关节功能评分高于对照组,并发症发生率低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),表明个性化 3D 打印钛合金填充块在髋臼侧严重骨缺损髋关节翻修术中的应用效果显著。综上所述,将个性化 3D 打印钛合金填充块应用在髋臼侧严重骨缺损髋关节翻修术中,可促进患者髋关节功能的恢复,临床可行性高。

参考文献

[1] 张钟元,赵锦伟,黄相杰,等. 髋关节翻修术中 3D 打印金属骨小梁垫块重建髋臼的近期疗效[J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33(12): 1516-1520.

- [2] 陈育春,王新家,马学铭,等. 3D 打印技术在个体化髋臼翻修中的应用研究[J]. 汕头大学医学院学报, 2021, 34(2): 104-108.
- [3] LING T X, LI J L, ZHOU K, et al. The use of porous tantalum augments for the reconstruction of acetabular defect in primary total hip arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2018, 33(2): 453-459.
- [4] 付君,倪明,陈继营,等. 个性化 3D 打印多孔钛合金加强块重建重度髋臼骨缺损的有限元分析[J]. 骨科, 2018, 9(3): 221-228.
- [5] 刘永征,陈国平,朱文虎,等. 3D 打印技术在复杂髋部疾病全髋关节置换术中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(4): 346-349.
- [6] 马立峰,吴杰,郭艾,等. 3D 打印钛金属加强块重建全髋关节翻修术中髋臼骨缺损的近期临床疗效研究[J]. 国际外科学杂志, 2019, 46(3): 172-176.
- [7] 冯德宏,王凌,刘仪,等. 3D 打印技术全程辅助在髋臼侧严重骨缺损全髋关节翻修术中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(2): 126-129.
- [8] 杨彬. 3D 打印个体化髋臼假体技术在复杂髋关节翻修中的应用效果[J]. 中外医学研究, 2020, 18(1): 34-36.
- [9] 程文俊,王俊文,焦竞,等. 3D 打印钛合金骨小梁金属白杯在初次全髋关节置换术应用的临床和影像学评估: 5 年临床随访[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(12): 1066-1071.
- [10] 何忠,梁周,杨兵. 3D 打印辅助髋臼金属支架在老年髋臼骨缺损翻修中的应用[J]. 临床骨科杂志, 2021, 24(3): 409-412.
- [11] 季卫平,王波,何世杰,等. 3D 打印金属补块和髋臼杯在人工髋翻修中的应用[J]. 中国现代医生, 2021, 59(7): 89-94.
- [12] 程亮亮,赵德伟,杨磊,等. 3D 打印多孔钽金属髋臼加强块在成人 DDH 髋关节重建术中的应用[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(11): 650-657.
- [13] 李科伟,王爱国,王少华,等. 3D 打印髋臼组件在髋臼松动骨缺损翻修的应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(14): 1330-1332.
- [14] 颜炎,赵岩,傅繁誉,等. 术前计划中应用 3D 打印模型辅助全髋关节置换治疗髋关节疾病的系统评价与 meta 分析[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(21): 3423-3429.

(收稿日期:2023-07-28 修回日期:2023-12-30)