

## 3D打印技术在髋关节置换术中的应用

邹康, 罗炜

郴州市第一人民医院骨外科, 湖南 郴州 423001

**【摘要】目的:**探讨3D打印技术在髋关节置换术中的应用。**方法:**对130例行髋关节置换术患者的临床资料进行回顾性分析,按照手术方法不同分为传统手术组( $n=70$ )和3D打印组( $n=60$ ),比较两组手术情况、影像学指标、手术前后髋关节功能评分、下肢力线、并发症发生率。**结果:**3D打印组术中出血量少于传统手术组,手术时间、下床时间及住院时间均短于传统手术组( $P<0.05$ );3D打印组臼杯外展角偏差、前倾角偏差、髋关节旋转中心的垂直距离及水平距离偏差均小于传统手术组( $P<0.05$ );3D打印组术后3个月髋关节功能Harris评分高于传统手术组( $P<0.05$ );3D打印组术后3个月下肢力线低于传统手术组( $P<0.05$ );两组并发症发生率比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论:**3D打印技术辅助髋关节置换术的效果与传统手术相当,但其能够减少术中出血量,缩短手术时间、下床时间及住院时间,提升术后髋关节的稳定性,改善下肢力线。

**【关键词】**3D打印技术;髋关节置换术;髋关节功能;外展角;前倾角

**【中图分类号】**R318;R687

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2021)04-0436-05

## Application of 3D printing technology in hip replacement

ZOU Kang, LUO Wei

Department of Orthopedic Surgery, Chenzhou First People's Hospital, Chenzhou 423001, China

**Abstract: Objective** To explore the application of 3D printing technology in hip replacement. **Methods** The clinical data of 130 patients who underwent hip replacement were retrospectively analyzed. According to different surgical approaches, the patients were divided into traditional surgery group ( $n=70$ ) and 3D printing group ( $n=60$ ). The evaluation indexes of surgery, imaging indexes, scores of hip function before and after surgery, force line of lower limbs and incidence of complications were compared between two groups. **Results** The intraoperative blood loss in 3D printing group was less than that in traditional surgery group, and moreover, the operation time, leaving bed time and hospitalization time were shorter than those in traditional surgery group ( $P<0.05$ ). The deviations of acetabular cup abduction angle and anteversion angle as well as the vertical and horizontal distance deviations of hip rotation center in 3D printing group were smaller than those in traditional surgery group ( $P<0.05$ ). At 3 months after surgery, compared with traditional surgery group, 3D printing group had a higher Harris score of hip function ( $P<0.05$ ) and a lower force line of lower limbs ( $P<0.05$ ); and no significant difference was found in the incidence of complications between two groups ( $P>0.05$ ). **Conclusion** The effects of 3D printing technology and traditional surgery are comparable on assisting hip replacement. However, the former can reduce intraoperative blood loss, shorten operation time, leaving bed time and hospitalization time, improve stability of postoperative hip joint, and improve force line of lower limbs.

**Keywords:** 3D printing technology; hip replacement; hip function; abduction angle; anteversion angle

### 前言

髋关节置换术是临床治疗复杂性髋部疾病的主要方法,术前依据X射线、CT等影像学方法对髋关节疾病进行观察并作出诊断<sup>[1-2]</sup>。传统的髋关节置换术存在局限性,无法准确预测病变及周围的解剖结构,

提升了手术难度<sup>[3]</sup>。3D打印技术通过打印患者个体化的骨骼模型,实现三维立体直观角度观察患者骨质情况,能够观察到以往辅助检查忽视的解剖细节,具有其独特优势<sup>[4-5]</sup>。本研究探讨3D打印技术在髋关节置换术中的应用。

### 1 资料与方法

#### 1.1 一般资料

对郴州市第一人民医院2018年5月~2020年4月间130例行髋关节置换术患者的临床资料进行回顾

**【收稿日期】**2020-08-16

**【基金项目】**湖南省自然科学基金(2018XJ58)

**【作者简介】**邹康,副主任医师,研究方向:骨关节及运动损伤, E-mail: as62160025@qq.com

性分析,按照手术方法不同分为传统手术组( $n=70$ )和3D打印组( $n=60$ )。传统手术组:男性38例,女性32例;年龄50~74岁,平均( $59.69\pm5.02$ )岁;体质量指数:19~27 kg/m<sup>2</sup>,平均( $23.01\pm1.19$ ) kg/m<sup>2</sup>;病灶位置:均为单侧,右侧36例,左侧34例;疾病类型:发育性髋关节发育不良34例(CroweIII型21例,CroweIV型13例),类风湿性髋关节炎20例,髋关节骨性关节炎16例。3D打印组:男性37例,女性23例;年龄50~75岁,平均( $55.26\pm4.48$ )岁;体质量指数:19~26 kg/m<sup>2</sup>,平均( $22.87\pm1.24$ ) kg/m<sup>2</sup>;病灶位置:均为单侧,右侧32例,左侧28例;疾病类型:发育性髋关节发育不良26例(CroweIII型16例,CroweIV型10例),类风湿性髋关节炎18例,髋关节骨性关节炎16例。两组基线资料比较无统计学差异( $P>0.05$ )。本研究所有手术均由同一主刀医师带领的团队完成,排除不同医生手术经验问题导致结果的偏差。

1.2 纳入标准和排除标准

纳入标准:(1)髋关节疼痛伴明显功能障碍;(2)经影像学检查显示髋关节存在畸形;(3)无髋部手术史;(4)无手术禁忌证;(5)患者签署知情同意书。排除标准:(1)髋关节及邻近部位存在感染、烧伤、皮肤严重破损者;(2)合并免疫功能障碍、凝血功能障碍、严重精神性疾病者;(3)手术耐受性差者;(4)肾、肝、心等多器官严重障碍者;(5)临床资料不全者。

1.3 方法

患者均采用全麻插管麻醉,并使用小剂量右美托咪定减轻术后烦躁躁妄表现,手术切皮前0.5 h常规给予预防性使用抗生素五水头孢唑林钠2.0 g静脉滴注,术前静脉滴注氨甲环酸1.0 g,减少术中出血。

传统手术组:患者取侧卧位,行全身麻醉或硬膜

外麻醉,以外侧入路,逐层切开皮肤、筋膜,并对臀大肌进行劈开处理,使关节囊后部充分暴露,通过屈曲及内收等方式松懈筋膜,将股骨颈脱出,随后斩断,将股骨头取出,进行截骨,暴露真臼,并清理其中的骨赘及软组织。根据手术情况开始造臼,假体需要经过不断测试,最后置于真臼。将股骨头假体放置于骨髓腔内,对髓臼进行复位,并留置引流管,闭合切口。

3D打印组:手术前使用64层螺旋CT扫描髋关节,将图像上传至计算机重建平台,通过软件重建髋关节,构建3D模型。打印材料选择聚乳酸,通过3D打印机得到两侧髋关节模型,对比健侧髋关节模型,对患侧髓臼损伤情况进行评估,并制作相应的髓臼盖,如图1~3。在模型上对手术方案进行模拟,确定最佳手术方案。随后进行手术,患者取侧卧位,行全身麻醉或硬膜外麻醉,以外侧入路,逐层切开皮肤、筋膜,并对臀大肌进行劈开处理,使关节囊后部充分暴露,通过屈曲及内收等方式松懈筋膜,将股骨颈脱出,随后斩断,将股骨头取出,进行截骨。根据术前髓臼损伤情况,选择自体髂骨块植骨,将术前制作的髓臼盖固定植骨块,对髓臼缺损进行修复,打磨髓臼,放置假体。将股骨头假体放置于骨髓腔内,对髓臼进行复位,通过X线机观察复位情况,确定无误后对创面进行清洗止血,并留置引流管,闭合切口。

术后预防性应用抗生素1~2 d,术后8 h开放引流管,改为负压引流,每天引流量不超过50 mL,拔除引流管。术后予镇痛泵持续镇痛处理,术后8 h使用低分子肝素钙抗凝预防血栓。术后肢体要摆放在外展15°中立位,健侧仍在原位置并在膝下垫枕以减少不适感,指导患者进行勾脚股四头肌功能锻炼。



图1 健侧髓臼测量

Fig.1 Measurement of acetabulum at unaffected side



图2 前面观

Fig.2 Front view



图3 整体观

Fig.3 Overall view

1.4 观察指标

1.4.1 手术情况 比较两组术中出血量、手术时间、下床时间、住院时间等指标。

1.4.2 影像学指标 手术前后使用X线机照射患侧髋

关节,计算外展角偏差、前倾角偏差、髋关节旋转中心的水平距离及垂直距离偏差。

1.4.3 治疗前后髋关节功能及下肢力线 比较两组手术前、手术后3个月髋关节功能及下肢力线。髋关节

功能采用 Harris 评分<sup>[6]</sup>评估,该评分包括活动度、疼痛、运动功能、屈曲度,满分 100 分,得分越高髋关节功能恢复越好。下肢力线角度为股骨和胫骨机械轴之间的夹角。

**1.4.4 并发症发生率** 随访 1 年,记录并比较两组臼衬磨损、感染、关节脱位、无菌性松动等并发症发生情况。

**1.5 统计学方法**

采用 SPSS19.0 统计学软件分析数据,符合正态

分布的计量资料以均数±标准差表示,行 *t* 检验;计数资料以例(%)表示,行  $\chi^2$  检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术情况比较

3D 打印组术中出血量少于传统手术组,手术时间、下床时间、住院时间短于传统手术组(*P*<0.05),见表 1。

表1 两组手术情况比较( $\bar{x} \pm s$ )  
Tab.1 Comparison of evaluation indexes of surgery between two groups (Mean±SD)

组别	<i>n</i>	术中出血量/mL	手术时间/min	下床时间/d	住院时间/d
3D 打印组	60	315.29±30.67	62.89±9.15	2.46±0.66	13.17±3.68
传统手术组	70	360.84±33.95	83.47±13.24	3.58±1.02	16.54±4.39
<i>t</i> 值		7.971	10.140	7.295	4.697
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 两组影像学指标比较

3D 打印组术后臼杯外展角偏差、前倾角偏差、髋

关节旋转中心的水平距离及垂直距离偏差均小于传统手术组(*P*<0.05),见表 2。

表2 两组影像学指标比较( $\bar{x} \pm s$ )  
Tab.2 Comparison of imaging indexes between two groups (Mean±SD)

组别	<i>n</i>	髋关节旋转中心偏差/mm		臼杯外展角偏差/°	臼杯前倾角偏差/°
		水平距离	垂直距离		
3D 打印组	60	6.02±1.12	9.63±2.04	2.01±0.37	2.72±0.88
传统手术组	70	8.34±1.41	13.78±3.36	4.63±0.81	4.90±1.52
<i>t</i> 值		10.266	8.338	23.067	9.789
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000	0.000

2.3 两组手术前后 Harris 评分和下肢力线比较

两组手术前下肢力线和髋关节活动度相比较,差异无统计学意义(*P*>0.05)。两组术后 3 个月 Harris

评分较术前升高,且 3D 打印组高于传统手术组(*P*<0.05)。两组术后 3 个月下肢力线较术前降低,且 3D 打印组低于传统手术组(*P*<0.05),见表 3。

表3 两组手术前后下肢力线和髋关节活动度比较( $\bar{x} \pm s$ )  
Tab.3 Comparison of force line of lower limbs and range of motion of hip before and after surgery between two groups (Mean±SD)

组别	<i>n</i>	Harris 评分/分		下肢力线/°	
		术前	术后 3 个月	术前	术后 3 个月
3D 打印组	60	50.82±8.49	70.59±7.95*	7.29±1.43	2.71±0.68*
传统手术组	70	48.47±8.63	63.04±8.28*	7.36±1.48	3.97±1.02*
<i>t</i> 值		1.559	5.279	0.273	8.141
<i>P</i> 值		0.121	0.000	0.785	0.000

\*:与本组术前比较,*P*<0.05



2.4 两组并发症发生率比较

见表4。

两组并发症发生率比较无统计学差异( $P>0.05$ ),

表4 两组并发症发生率比较[例(%)]

Tab.4 Comparison of incidence of complications between two groups [cases (%)]

组别	<i>n</i>	臼衬磨损	感染	关节脱位	无菌性松动	总发生率
3D打印组	60	0(0.00)	0(0.00)	1(1.67)	1(1.67)	2(3.33)
传统手术组	70	1(1.43)	3(4.29)	2(2.86)	1(1.43)	7(10.00)
$\chi^2$ 值	-	-	-	-	-	2.301
<i>P</i> 值	-	-	-	-	-	0.129

3 讨论

髋关节置换术是临床治疗髋骨关节炎、发育性髋关节发育不良、髋关节畸形、股骨头坏死等严重髋关节病变的有效而可靠的治疗方法<sup>[7]</sup>。近年来3D打印技术发展迅速,具有精准化、标准化、具体化的特点<sup>[8]</sup>。3D打印技术通过打印模型、模拟手术可以最大程度地优化手术方案,提升团队的协作能力,降低传统手术质量中对术者能力与经验的依赖程度,减少手术风险<sup>[9-10]</sup>。

本研究中3D打印组术中出血量少于传统手术组,手术时间、下床时间、住院时间短于传统手术组,提示3D打印技术应用于髋关节置换术能够减少术中出血量,缩短手术时间、下床时间及住院时间。分析原因:在传统髋关节置换术中,术前依靠影像学结果无法准确得出人工假体的参数,导致术中要进行多次匹配,使术中出血量增加、手术时间延长。长时间暴露手术切口也会使关节内感染的风险升高,不利于患者术后恢复,导致下床时间及住院时间延后。相比于传统手术,3D打印技术在术前就制造了关节个体化生物模型,有利于术者和生物模型进行物理交互,准确掌握患者骨关节病变的空间解剖结构。此外,3D打印技术在术前便可计算人工假体参数,避免术中进行多次假体匹配,这都有利于减少术中出血量、避免手术时间过长。3D打印技术也优化了术中操作,术中仅需显露预安放假体结构,等待骨性结构与假体紧密贴符,避免了术中多次透视,仅需在术后进行透视验证即可,也有利于缩短手术时间。

髋关节发育不良患者的髋关节长时间处于脱位状态,导致软组织及骨赘封闭髋关节真臼,进而形成假臼<sup>[11]</sup>。此外,在手术过程中出血会模糊手术视野,加之股骨颈高位脱位遮挡,不易确定真臼<sup>[12]</sup>。这些因素均会影响假体外展角、前倾角、髋关节旋转中心的确定。适当的外展角可以避免髋内收时的撞击,提升髋关节稳定性,减少脱位发生。适当的前倾角

可以扩大髋关节置换术后的活动范围,同时也可以降低假体脱位的风险<sup>[13]</sup>。因此,确保假体外展角、前倾角、髋关节旋转中心的精确性对提升术后髋关节的稳定性具有重要作用。临床研究发现3D打印技术可以提升扫描、建模和制作模型的精确性,有利于维持术后髋关节稳定<sup>[14]</sup>。3D打印组臼杯外展角偏差、前倾角偏差、髋关节旋转中心的水平距离及垂直距离偏差均小于传统手术组,表明3D打印技术辅助髋关节置换术可以提升臼杯外展角、前倾角、髋关节旋转中心的精确性,有利于提升关节稳定性,这可能是因为3D打印技术通过模拟手术能够帮助医生判断假体植入的最优位置,确定外展角、前倾角及髋关节旋转中心。

Harris评分是临床评价髋关节功能常用的指标之一,主要包括日常生活功能、疼痛等方面,能评估髋关节置换及保髋情况<sup>[15]</sup>。本研究中3D打印组术后3个月Harris评分高于传统手术组,下肢力线低于传统手术组,表明3D打印技术能够加速术后早期髋关节功能恢复,这可能是因为3D打印技术能提前根据患者自身解剖特点三维重建髋关节模型,并能反复进行虚拟手术演练,有利于提高手术方案设计质量,促进髋关节恢复、纠正下肢力线。除了髋关节功能恢复外,患者术后并发症发生率也是临床研究的重点。随访1年,两组并发症发生率比较无显著性差异,说明3D打印技术并不会增加并发症发生率。

综上所述,3D打印技术辅助髋关节置换术的效果与传统手术相当,但其能够减少术中出血量,缩短手术时间、下床时间及住院时间,提升术后髋关节的稳定性,改善下肢力线,值得临床推广使用。

【参考文献】

[1] 方贵明, 黄明, 高明杰, 等. 保留股方肌在人工髋关节置换术中的临床应用[J]. 蚌埠医学院学报, 2018, 43(8): 1039-1041.  
FANG G M, HUANG M, GAO M J, et al. Clinical application of retaining quadratus femoris in artificial hip replacement[J]. Journal of Bengbu Medical College, 2018, 43(8): 1039-1041.

- [2] 姚明木, 黄峥嵘, 宁金波, 等. 个体化3D打印手术引导模板辅助治疗发育性髋关节脱位的效果分析[J]. 重庆医学, 2020, 49(11): 1762-1765.  
YAO M M, HUANG Z R, NING J B, et al. Effect of individualized 3D printed surgical guidance template in treatment of developmental dislocation of hip joint[J]. Chongqing Medicine, 2020, 49(11): 1762-1765.
- [3] 郭宇, 冯德宏, 王凌, 等. 3D打印技术在髋关节置换中的应用及价值[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(12): 1962-1968.  
GUO Y, FENG D H, WANG L, et al. Application and progress of three-dimensional printing technology in hip arthroplasty [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2020, 24(12): 1962-1968.
- [4] TRAUNER K B. The emerging role of 3D printing in arthroplasty and orthopedics[J]. J Arthroplasty, 2018, 33(8): 2352-2354.
- [5] 王德伟, 赵英伟. 3D打印技术在骨盆骨折诊疗中应用进展[J]. 创伤外科杂志, 2018, 20(1): 77-80.  
WANG D W, ZHAO Y W. Application progress of 3D printing in the diagnosis and therapy of pelvic fracture[J]. Journal of Traumatic Surgery, 2018, 20(1): 77-80.
- [6] 邓介超, 丛云海, 朱治国, 等. 3D打印在治疗复杂胫骨平台骨折制定术前计划中的应用价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2018, 17(21): 2336-2339.  
DENG J C, CONG Y H, ZHU Z G, et al. Application of 3D printing in the preoperative planning for complex tibial plateau fractures[J]. Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2018, 17(21): 2336-2339.
- [7] SMITH J O, FRAMPTON C M, HOOPER G J, et al. The impact of patient and surgical factors on the rate of postoperative infection after total hip arthroplasty-A New Zealand joint registry study [J]. J Arthroplasty, 2018, 33(6): 1884-1890.
- [8] CHEN Y Y, LIN K H, HUANG H K, et al. The beneficial application of preoperative 3D printing for surgical stabilization of rib fractures [J]. PLoS One, 2018, 13(10): e0204652.
- [9] 田可为, 陈柯. 3D打印技术在全髋关节置换术治疗髋臼骨折并发股骨头缺血性坏死和创伤性关节炎中的应用[J]. 中医正骨, 2017, 29(3): 42-44.  
TIAN K W, CHEN K. Application of 3D printing technology in total hip replacement in the treatment of acetabular fracture complicated with ischemic necrosis of femoral head and traumatic arthritis[J]. The Journal of Traditional Chinese Orthopedics and Traumatology, 2017, 29(3): 42-44.
- [10] ZHANG Y, ZHANG L L, SUN R B, et al. A new 3D printed titanium metal trabecular bone reconstruction system for early osteonecrosis of the femoral head[J]. Medicine, 2018, 97(26): e11088.
- [11] 李炳钻, 宫伟, 王建嗣, 等. 造影透视在幼儿发育性髋关节脱位闭合复位支具固定治疗中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(4): 337-339.  
LI B Z, GONG W, WANG J S, et al. Application of arthrography combined with fluoroscopy in closed reduction and brace external fixation for developmental dysplasia of hip[J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2018, 33(4): 337-339.
- [12] 杨清, 杨毅, 杨柳, 等. 3D打印技术用于人工全髋关节置换术治疗成人DDH的临床应用[J]. 实用骨科杂志, 2017, 23(8): 693-697.  
YANG Q, YANG Y, YANG L, et al. Clinical application of 3D printing technique in the treatment of developmental dysplasia of the hip in total hip arthroplasty[J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2017, 23(8): 693-697.
- [13] 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.  
YAN Y, ZHAO Y, FU F Y, et al. Systematic evaluation and Meta-analysis of total hip arthroplasty with three-dimensional printing model in preoperative planning [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2020, 24(21): 3423-3429.
- [14] KAVALERSKILY G M, MURYLEV V Y, RUKIN Y A, et al. Three-dimensional models in planning of revision hip arthroplasty with complex acetabular defects[J]. Indian J Orthop, 2018, 52(6): 625-630.
- [15] 周进, 姚庆强, 胡军, 等. 3D打印快速原型辅助全髋关节置换术在治疗成人发育性髋关节发育不良中的应用[J]. 中国数字医学, 2017, 12(2): 36-38.  
ZHOU J, YAO Q Q, HU J, et al. Application of 3D printing rapid prototyping assisted total hip arthroplasty in the treatment of adult developmental dysplasia of hip joint [J]. China Digital Medicine, 2017, 12(2): 36-38.

(编辑:黄开颜)