

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2020.11.010

网络首发 [http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200229.1719.006.html\(2020-03-02\)](http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200229.1719.006.html(2020-03-02))

## 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\*

姚明木, 黄峥嵘, 宁金波<sup>△</sup>, 魏光大

(重庆大学附属三峡医院儿外科 404000)

**[摘要]** **目的** 探讨个体化 3D 打印手术引导模板辅助治疗发育性髋关节脱位的效果。**方法** 选取该院 2012 年 5 月至 2017 年 5 月收治的 88 例发育性髋关节脱位患儿为研究对象, 分为对照组与观察组, 每组 44 例。对照组给予常规治疗, 观察组通过 3D 打印技术制作成仿真模型及手术模板, 制订个体化的治疗方案。对比两组患儿形态学参数、围术期指标、影像学评定结果、肢体功能及日常生活能力。**结果** 两组患儿形态学参数中股骨颈干角、股骨前倾角、髋臼短轴、髋臼长轴、髋臼表面积相比均无明显差异( $P>0.05$ )。与对照组相比, 观察组患儿手术时间短、出血量少、辐射次数少, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 但住院费用无明显差异( $P>0.05$ )。与对照组相比, 观察组患儿 Mackay 与 Severin 评价的优良率无明显差异( $P>0.05$ )。与治疗前相比, 治疗后两组患儿 FMA 及 Barthel 均升高, 观察组变化更明显, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 利用个体化 3D 打印手术引导模板辅助治疗发育性髋关节脱位患儿的矫正效果明显, 围术期指标较好, 能够有效地改善肢体功能及日常生活能力。

**[关键词]** 个体化 3D 打印手术; 发育性髋关节脱位; 矫正**[中图法分类号]** R726.8**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2020)11-1762-04

## Effect of individualized 3D printed surgical guidance template in treatment of developmental dislocation of hip joint\*

YAO Mingmu, HUANG Zhengrong, NING Jinbo<sup>△</sup>, WEI Guangda

(Department of Pediatrics, Three Gorges Hospital Affiliated to Chongqing University, Chongqing 404000, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the effect of individualized 3D printing surgical guidance template in the treatment of developmental dislocation of hip joint. **Methods** A total of 88 children with developmental dislocation of hip joint treated in this hospital from May 2012 to May 2017 were selected as the research objects and divided into the control group and the observation group, with 44 cases in each group. The observation group used 3D printing technology to make a simulation model and surgery template, and developed individualized treatment plans. The morphological parameters, perioperative indicators, imaging evaluation results, limb function and daily living ability were compared in the two groups. **Results** There was no significant difference between the morphological parameters femoral neck stem angle, femoral rake angle, acetabular short axis, acetabular long axis, acetabular surface area between the two groups ( $P>0.05$ ). Compared with the control group, the observation group had shorter operation time, less bleeding and less radiation, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ), but no significant difference in hospital costs ( $P>0.05$ ). Compared with the control group, there was no significant difference in the optimal rate by Mackay and Severin evaluation ( $P>0.05$ ). Both FMA and Barthel scores of the two groups increased after treatment compared with before treatment, and the increase was more significant in the observation group with statistically significant difference ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Individualized 3D printed surgical guidance template can be used to assist the treatment of developmental dislocation of hip joint, which has significant correction effect and good perioperative indicators. Meanwhile, it can effectively promote the improvement of limb function and daily living ability.

**[Key words]** individualized 3D printing surgery; developmental dislocation of the hip joint; correct

\* 基金项目: 重庆市万州区科技项目(wzstc-z201702)。 作者简介: 姚明木(1975—), 副主任医师, 本科, 主要从事儿童畸形研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail: popining@qq.com。

3D 打印技术可以根据术者的需要打印不同的切面,能更好地观察特定区域的解剖特点,制订更加精准的个体化手术方案,并可以在 3D 打印模型上进行预定手术的模拟操作,增加手术的熟练度,能明显缩短手术所需的时间<sup>[1]</sup>。目前其在复杂的骨肿瘤切除、骨盆骨折、髋部发育异常及骨折、脊柱畸形及损伤、肢体畸形、骨缺损和假体制作等领域中均有应用<sup>[2]</sup>。但在小儿骨关节畸形截骨矫形领域尚缺乏相关的研究报告,本研究探讨个体化 3D 打印手术应用于发育性髋关节脱位患儿的矫正效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取本院 2012 年 5 月至 2017 年 5 月收治的 88 例发育性髋关节脱位患儿为研究对象,均行 X 线及 MRI 等影像学检查、临床症状诊断后确诊,排除合并心脑血管疾病、肝肾功能障碍、认知功能障碍、骨肿瘤性疾病等,将患儿分为对照组与观察组,每组 44 例。对照组男 24 例,女 20 例,年龄 3~10 岁,平均(6.78±1.35)岁;双侧 3 例,左侧 22 例,右侧 19 例;Tonnis 分类:Ⅰ度 2 例,Ⅱ度 5 例,Ⅲ度 9 例,Ⅳ度 28 例。观察组男 23 例,女 21 例,年龄 4~12 岁,平均(7.14±1.09)岁;双侧 4 例,左侧 20 例,右侧 20 例;Tonnis 分类:Ⅰ度 3 例,Ⅱ度 6 例,Ⅲ度 10 例,Ⅳ度 25 例。两组患儿一般资料比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。本研究经医院伦理委员会批准(2011KY033),患者及家属知情同意。

### 1.2 方法

对照组给予常规治疗。针对患儿的个体化病情制订相应的手术方案,接受三维 CT 成像,术前无须牵引治疗,患儿取平卧位,在实施全身麻醉后给予常规 Smith-Peterson 入路<sup>[3-4]</sup>。随后以此切开皮肤及皮下组织,注意对血管及股外侧皮神经的保护。将髂骨切开之后对内外板进行剥离至坐骨大切迹,使用大纱布进行压迫止血处理,在找到股直肌头之后于根部切断翻转以充分暴露出关节囊,将关节囊外脂肪进行剥离,行 T 型切开发节囊,清除脂肪后充分游离并松解关节囊内下部位,对髂腰肌肌腱部位切断,将髋臼横韧带切除。随后将肌膜切开并将肌层分开直达骨膜,将骨膜切开之后进行剥离,将股骨近端充分暴露,短缩、旋转或内翻截骨,使用加压 4 或 5 孔直钢板对截骨两端进行固定,在真臼内进行股骨头复位。对关节囊进行修整,关节囊进行紧密缝合,行髋臼成形术,于髂骨截骨部位放置由髂棘部位取下的三角骨块,使用可吸收棒或克氏针固定,对伤口进行冲洗,放置引流管,缝合伤口,外固定。

观察组通过 3D 打印技术制作成仿真模型及手术模板。(1)数据采集:患儿均接受股骨全长的扫描,电压 80 kVp,管电流 120 mA,层厚 5.0 mm,容积扫描数据经过工作站进行相应的薄层处理,层厚 0.625

mm,图像分辨率为 512×512,采用 DICOM 数据格式对收集到的资料进行保存。(2)模型重建:将收集到的 DICOM 格式的数据导入在 MMICS17.0 软件,经过阈值分割,区域增长且动态区域增长,利用 3D livewire,多层编辑、形态学操作等多种交叉的方式分割带有软骨的儿童髋关节模型,在软件中对相应的形态学参数给予测量,以数字化模型 STL 的格式保存<sup>[5]</sup>。(3)模型打印:将数字模型导入到 Magics17.0 软件中修复并打印出数据,手动设置参数,最后将切片导入到快速成型机中,环境条件控制在温度 26℃,湿度 20 度,工作条件为 450 W。对于成型的模型采用 95%的乙醇对树脂进行冲洗,并将支撑去除,对毛刺部位给予打磨处理,最后进行二次固化及检查。(4)手术方案设计:按照 3D 打印模型,在模型上对髋臼的长短轴及髋臼的容积情况进行测量,在模型上模拟不同的手术方案,最终确定最佳的手术方案,然后在软件中设计相应的截骨导板,以同样的方法输入快速成型机将其打印成型,最后以低温等离子封装灭菌用于手术。(5)临床应用:手术体位及入路操作同对照组,在进行股骨截骨治疗时,需要将灭菌的导板安放在股骨外侧的相应部位,经过导孔打入定位的导针,并在截骨的方向定位导针,在透视下对其准确性给予有效的验证与判断,沿着事先设计好的截骨平面进行截骨治疗,安装对角钢板<sup>[6]</sup>。

### 1.3 观察指标

对比两组患儿形态学参数、围术期指标、影像学评定结果、肢体功能及日常生活能力。(1)形态学参数:对比数字化模型与实物模型的形态学参数,包括股骨颈干角、股骨前倾角、髋臼短轴、髋臼长轴、髋臼容积、髋臼表面积。(2)围术期指标包括手术时间、出血量、辐射次数及住院费用。(3)影像学评定:对两组患儿进行为期 6 个月的随访,按 Mackay 与 Severin 评定标准对患儿康复的优良率进行评价<sup>[7-8]</sup>。(4)采用简式运动功能表(FMA)评价下肢运动功能<sup>[9]</sup>,总分 34 分,得分越高,说明下肢运动功能越好。(5)日常生活能力评级量表(Barthel)评价日常生活能力<sup>[10]</sup>,得分越高说明日常生活能力就越强。

### 1.4 统计学处理

采用 SPSS18.0 统计软件进行分析。计数资料以率表示,采用  $\chi^2$  检验;计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,采用  $t$  检验。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患儿形态学参数对比

数字化模型与实物模型形态学参数中股骨颈干角、股骨前倾角、髋臼短轴、髋臼长轴、髋臼容积、髋臼表面积相比均无明显差异( $P>0.05$ ),见表 1。

### 2.2 两组患儿围术期指标对比

与对照组相比,观察组患儿手术时间短、出血量少、辐射次数少,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),但住

院费用差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 2。

表 1 两组患儿形态学参数对比( $\bar{x}\pm s$ )

项目	对照组( $n=44$ )	观察组( $n=44$ )	$t$	$P$
股骨颈干角( $^{\circ}$ )	156.45 $\pm$ 10.32	159.88 $\pm$ 11.67	0.34	$>0.05$
股骨前倾角( $^{\circ}$ )	45.90 $\pm$ 7.23	44.31 $\pm$ 6.78	0.65	$>0.05$
髋臼短轴(mm)	39.71 $\pm$ 6.55	40.90 $\pm$ 7.13	1.02	$>0.05$
髋臼长轴(mm)	49.03 $\pm$ 1.56	48.99 $\pm$ 1.45	0.86	$>0.05$
髋臼容积( $\text{mm}^3$ )	6 578.31 $\pm$ 740.35	6 609.55 $\pm$ 657.41	0.94	$>0.05$
髋臼表面积( $\text{mm}^2$ )	1 945.31 $\pm$ 700.65	1 870.30 $\pm$ 678.66	1.25	$>0.05$

### 2.3 两组患儿影像学指标评价

与对照组相比,观察组患儿 Mackay 与 Severin 评价的优良率差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 3。

### 2.4 两组患儿下肢运动功能及日常生活能力对比

两组患儿治疗前的 FMA 及 Barthel 差异无统计

表 4 两组患儿下肢运动功能及日常生活能力对比( $\bar{x}\pm s$ ,分)

项目	对照组( $n=44$ )		$t$	$P$	观察组( $n=44$ )		$t$	$P$
	治疗前	治疗后			治疗前	治疗后		
FMA	11.56 $\pm$ 1.98	20.34 $\pm$ 2.12	3.43	$<0.05$	11.90 $\pm$ 2.03	26.99 $\pm$ 2.03	5.67	$<0.05$
Barthel	41.89 $\pm$ 5.30	61.22 $\pm$ 6.23	4.02	$<0.05$	40.55 $\pm$ 5.17	72.12 $\pm$ 6.34	6.11	$<0.05$

### 2.5 观察组患儿治疗前后的影像学表现

患儿髋臼指数增高,沈通氏线中断,正常股骨头骨化中心位置不佳,见图 1;头臼形态正常,CE 角大于  $25^{\circ}$ ,见图 2。

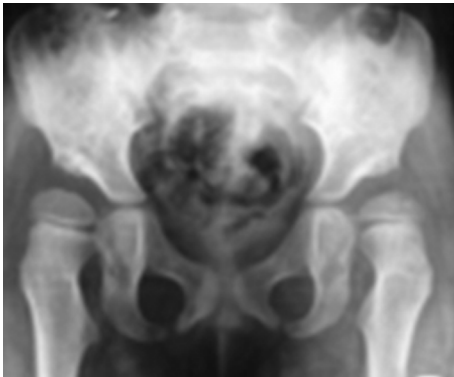


图 1 术前发育性髋关节脱位 CT 正位片



图 2 术后半年髋关节截骨愈合 CT 正位片

学意义( $P>0.05$ ),治疗后 FMA 及 Barthel 均升高,观察组变化更明显,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 4。

表 2 两组患儿围术期指标对比( $\bar{x}\pm s$ )

项目	对照组( $n=44$ )	观察组( $n=44$ )	$t$	$P$
手术时间(h)	3.45 $\pm$ 0.21	2.78 $\pm$ 0.18	1.02	$<0.05$
出血量(mL)	356.71 $\pm$ 60.44	284.31 $\pm$ 56.43	0.98	$<0.05$
辐射次数(次)	14.56 $\pm$ 2.03	5.67 $\pm$ 1.65	0.66	$<0.05$
住院费用(元)	27 864.34 $\pm$ 1 546.31	28 438.55 $\pm$ 1 604.28	0.45	$<0.05$

表 3 两组患儿优良率比较[ $n(\%)$ ]

项目	对照组( $n=44$ )	观察组( $n=44$ )	$\chi^2$	$P$
Mackay	42(95.45)	44(100.00)	1.23	$>0.05$
Severin	44(100.00)	43(97.73)	0.92	$>0.05$

### 3 讨论

发育性髋关节脱位是临床上一类发病率较高的骨科疾病,容易导致患儿在生长发育过程中失去其正常的发育能力及成型的能力<sup>[11]</sup>。结合病理学检查,发育性髋关节脱位通常能够表现出骨性缺损增大、软骨缺失、头臼比例失调、代偿性骨盆倾斜等症状,病情较为复杂,且存在着较大的手术难度。以往临床工作中在针对发育性髋关节脱位进行手术治疗时虽然能够获得较好的临床效果,但在术前需要借助 X 线及 CT 对患儿的病情进行观察与判断,此种操作方法仍然存在不足。而个体化 3D 打印手术不仅能够较好且准确地还原出患儿髋关节的病理形态结构,同时优化的设计导板还能够帮助确定手术导向而极大程度地缩短手术时间,减少术中出血量,为患儿日后的康复提供良好的基础<sup>[12]</sup>。另外,计算机辅助设计导板技术的应用有以下几点注意事项:(1)在设计时以患儿的骨骼系统作为基础,减少软骨及软组织对测量结果造成的不良影响,为选择良好且准确的解剖标志点提供良好的参考依据;(2)在对截骨平面进行设计时,不需要对截骨平面的精确度进行考虑,结合患儿的实际情况,对截骨平面的放置问题给予有效的判断<sup>[13-14]</sup>。

本研究结果显示,数字化模型与实物模型形态学参数中股骨颈干角、股骨前倾角、髋臼短轴、髋臼长轴、髋臼表面积相比均差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但二者之间仍然不能完全一致,分析出现此结果的原因可能与测量方法相关,数字模型的测量严格按照定义来完成,而实物的测量则是通过拍摄照片来完成,

因此存在一定的误差,但并不明显。与对照组相比,观察组患儿手术时间短、出血量少、辐射次数少( $P < 0.05$ ),但 Mackay 与 Severin 评价的优良率差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。利用个体化 3D 打印手术引导模板辅助治疗与常规治疗相比同样能够获得良好的疗效,同时由于此种操作方法需要提前规划较为完整的治疗方案,结合多个学科及部门的配合,使得医生能更好地规划时间,极大程度地提高了手术操作效率,减少对机体组织产生的不必要伤害,与以往报道基本一致<sup>[15]</sup>。另外,在随访期间发现,两组患儿治疗后与治疗前相比 FMA 及 Barthel 均升高,观察组更明显,说明个体化 3D 打印手术引导模板辅助治疗发育性髋关节脱位的矫正效果突出,具有明显的临床优势,预后效果更好,将 3D 打印技术应用到小儿截骨矫形手术,将使术前设计更准确,切口入路更合理;可以通过在模型上模拟手术,熟悉手术过程,用于术中导航;提高手术的可靠性、安全性,缩短手术时间。

综上所述,利用个体化 3D 打印手术引导模板辅助治疗发育性髋关节脱位的矫正效果明显,围术期指标较好,同时能够有效地改善肢体功能及日常生活能力。在本次试验中仍有不足之处,样本量较少,在收集数据方面可能存在缺陷等问题,在今后的研究中可进一步扩大样本量以获得更加精确的结果。

## 参考文献

- [1] LIU A I, XUE G H, SUN M, et al. 3D printing surgical implants at the clinic: a experimental study on anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Sci Rep*, 2016, 15(6):217-218.
- [2] TOMINAGA K, HABU M, TSURUSHIMA H, et al. CAD/CAM splint based on soft tissue 3D simulation for treatment of facial asymmetry [J]. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, 2016, 38(1):4-5.
- [3] 季丰琨, 李浩宇. 儿童髋关节发育不良的三维 CT 测量研究进展[J]. *中国体视学与图像分析*, 2015, 20(3):282-290.
- [4] 程亮亮, 赵德伟, 杨磊, 等. 3D 打印多孔钛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.
- [5] 姜海, 苗武胜, 吴革, 等. 计算机模拟在儿童发育性髋关节脱位 Salter 骨盆截骨术中的应用[J]. *临床小儿外科杂志*, 2016, 15(3):246-249.
- [6] 梁亮科, 禚天航. 个体化 3D 打印技术辅助空心加压螺钉治疗 Anderson II 型齿状突骨折的临床应用[J]. *中国医药导报*, 2017, 14(9):98-102.
- [7] WU X B, WANG J Q, ZHAO C P, et al. Printed three-dimensional anatomic templates for virtual preoperative planning before reconstruction of old pelvic injuries: initial results [J]. *Chin Med J(Engl)*, 2015, 218(4):477-482.
- [8] 燕华, 史强, 吴伟平, 等. 3D 打印技术在儿童髋关节脱位翻修术中的临床应用[J]. *中国数字医学*, 2015, 10(5):18-19, 22.
- [9] 刘珂, 刘晓潭, 侯毅. 3D 打印个体化髋臼填充技术在复杂髋关节翻修中的应用[J]. *中华实验外科杂志*, 2017, 34(3):522-523.
- [10] 王彭, 杜智军, 陆士蛟, 等. 3D 打印对儿童发育性髋关节脱位手术策略的应用价值探讨[J]. *临床小儿外科杂志*, 2018, 17(4):252-258.
- [11] CHEN H, WU D, YANG H, et al. Clinical use of 3D printing guide plate in posterior lumbar pedicle screw fixation[J]. *Med Sci Monit*, 2015, 18(21):3948-3954.
- [12] 徐鹏, 陈杰, 楼跃, 等. 3D 打印导航模板在大龄 DDH 患儿股骨近端内翻旋转短缩截骨术中的应用[J]. *中华小儿外科杂志*, 2017, 38(7):506-510.
- [13] KANEYAMA S, SUGAWARA T, SUMI M. Safe and accurate midcervical pedicle screw insertion procedure with the patient-specific screw guide template system[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015, 40(6):E341-348.
- [14] YE N, LONG H, ZHU S, et al. The accuracy of computer image-guided template for mandibular angle ostectomy[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2015, 39(1):117-123.
- [15] 夏志勇, 马康康, 李凯, 等. 3D 打印钛合金骨小梁金属臼杯、垫块在全髋关节置换翻修术中的应用[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 32(2):121-124.

(收稿日期:2019-12-20 修回日期:2020-02-25)