doi:10.11659/jjssx.12E020084

·临床研究·

基于 CT 数据的 3D 打印技术在儿童发育性髋关节脱位手术中的应用

陈 凯[1],何 玲[2],陈 欣[2] (1.重庆医科大学附属儿童医院骨科,重庆 400010;2.重庆医科大学附属儿童医院放射科,重庆 400010)

[摘 要] **目的** 探讨基于髋关节 CT 影像数据的 3D 打印技术在儿童发育性髋关节脱位(DDH)手术中的应用价值。**方法** 选取行手术治疗的 DDH 患儿 62 例,根据制定的手术方案分为 3D 打印组(30 例)和常规手术组(32 例)。3D 打印组术前根据患儿髋关节 CT 扫描数据进行 3D 模型打印,并制定手术方案、模拟手术操作,根据 3D 模型行 Pemberton 髋臼截骨联合股骨截骨术;常规手术组根据术前三维 CT 图像制定的手术方案进行 Pemberton 髋臼截骨联合股骨截骨术。记录并比较 2 组患者手术时间、髋臼指数矫正、沈通氏线是否连续、术中出血量等。**结果** 2 组手术时间、术中出血量比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。2 组髋关节髋臼指数矫正、术后沈通氏线连续比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 基于髋关节 CT 影像数据的 3D 打印技术辅助行 DDH 手术能显著缩短手术时间,减少术中出血量,提高手术成功率,改善预后,为患儿提供了更精准、个体化的诊疗方案。

[关键词] 3D 打印;发育性髋关节脱位;儿童;CT 三维重建;Pemberton 髋臼成形术;股骨截骨术

[中图分类号] R687.4 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-12-19

Application of 3D printing technology based on CT data in developmental dislocation of the hip for children

CHEN Kai[1], HE Ling[2], CHEN Xin[2] (1. Department of Orthopedics, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China; 2. Department of Radiology, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China)

Abstract: Objective To explore the application value of 3D printing technology based on hip CT data for children with developmental dislocation of hip (DDH). **Methods** A total of 62 children with DDH who received surgery were selected and divided into the 3D printing group (30 cases) and the general surgery group (32 cases) according to established surgical plan. For children in the 3D printing group, 3D models were printed based on hip CT scan data, and the surgical scheme was developed, surgical simulation was conducted before surgery, and Pemberton acetabular osteotomy combined with femoral osteotomy was performed based on the 3D models; children in the general surgery group were treated with Pemberton acetabular osteotomy combined with femoral osteotomy according to the surgical scheme developed before surgery based on the three-dimensional CT image. The operation time, corrected acetabular index, continuity of Shenton's line and intraoperative blood loss between the two groups were recorded and compared. **Results** There were statistically significant differences in the operation time and intraoperative blood loss between the two groups ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the corrected acetabular index or postoperative continuity of Shenton's line between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** The 3D printing technology based on hip CT image data assisted DDH can shorten the operation time, reduce the intraoperative blood loss, increase the success rate of surgery, improve the prognosis of children, which provides more accurate and individualized diagnosis and treatment scheme for children.

Keywords: 3D printing; developmental dysplasia of the hip; children; CT three-dimensional reconstruction; Pemberton acetabuloplasty; femoral osteotomy

发育性髋关节脱位(developmental dislocation of the hip, DDH)是常见的儿童肌肉骨骼系统疾病,其可以从单纯的髋臼腔扁平化发展为完全性股骨头脱位[1],发病率为 0.13% ~2.36%[2-3]。DDH 的治疗按年龄大小选择不同的治疗方式,对于 6 个月以下的患儿,可通过 Pavlik 吊带、支具固定治疗;6 ~18 个月的患儿临床首选闭合复位治疗;3 岁以上的患儿一般以手术治疗为主[4]。

3D 打印技术是精准的快速成型技术,其以数字模型为模板,使用黏合材料,通过逐层堆叠累积的方式制造出解剖模型、导航导板、假体、内植物等三维实体[5-6]。近年来,随着 3D 打印技术及打印材料的不断进步与升级,其已在口腔科、骨科广泛应用,有助于术前手术方案的制定及模拟操作,进一步完善精准、个体化的手术治疗[7-8]。虽然 3D 打印技术已应用于 Salter 骨盆截骨术辅助治疗儿童髋关节发育不良,但其在 Pemberton 髋臼截骨联合股骨截骨术中的应用效果尚不清楚。本研究利用 3D 打印技术辅助儿童 DDH 手术,旨在提高手术的精准度,为患儿提供更佳的诊疗方案。

[基金项目] 重庆市教委科学技术研究计划项目(KJQN202000440)

[通信作者] 陈 欣,E-mail:b2309@126.com

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析2016年1月至2019年12月重庆医科大学附属儿童医院骨科收治的62例DDH患儿的临床资料,所有患儿均行Pemberton髋臼截骨联合股骨截骨术,按照制定的手术方案分为3D打印组(30例)和常规手术组(32例)。3D打印组男8例,女22例;年龄3.2~7.2岁,平均(4.3±0.8)岁。常规手术组男9例,女23例;年龄3.0~7.1岁,平均(4.6±0.9)岁。2组患儿年龄、性别比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

纳入标准:年龄3~8岁;因Pavlik挽具、髋关节闭合复位人字形石膏固定治疗失败入院;髋关节脱位程度Tonnis分度Ⅲ°~Ⅳ°;需矫正的髋臼指数>10°。排除标准:病理性髋关节脱位;存在严重心肺功能不全、严重凝血功能障碍等手术禁忌证。

1.2 方法

3D打印组术前进行三维CT扫描,扫描范围:髂骨上缘至股骨上段。CT数据格式:DIOM、JPG转化为常用的STL格式。基于STL格式的CT数据进行3D模型打印。利用3D模型制定术前手术方案,模拟手术操作,根据股骨前倾角及颈干角、髋臼指数,直接在模型中标记出术中髂骨截骨位置、方向、形态、大小,股骨截骨的位置、长度等(图1),术中根据3D模型制定的方案行Pemberton髋臼截骨联合股骨截骨术。常规手术组术前行髋关节CT平扫加三维重建测定股骨前倾角、颈干角及髋臼指数,确定需要的髂骨截骨矫形的角度,股骨截骨的长度、旋转角度等,术中根据术前制定的方案行Pemberton髋臼截骨联合股骨截骨术。

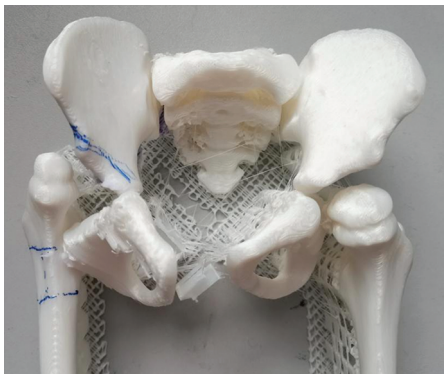


图1 髋关节3D打印模型及术前路径规划

1.3 观察指标

比较2组患者手术时间、术中出血量;根据患者术前及术后1个月X射线片,计算髋臼指数矫正值;记录患者术后沈通氏线是否连续,以判断手术是否成功。

1.4 统计学分析

采用SPSS 22.0软件进行数据统计。其中计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验;计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2组患者髋臼指数矫正、术后沈通氏线连续比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。3D打印组手术时间、术中出血量短/少于常规手术组,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表1。

表1 手术相关指标比较

组别	n	髋臼指数矫正/°	沈通氏线连续/例(%)	手术时间/min	术中出血量/mL
常规手术组	32	12.1±1.0	31(96.9)	164.0±20.3	171.3±21.2
3D打印组	30	12.7±0.7	30(100)	124.7±12.6	129.5±16.7
t/χ^2		2.04	0.95	9.22	8.59
P		0.057	0.329	<0.001	<0.001

3 讨论

DDH患儿早期主要表现为双侧皮纹不对称,容易被忽略,在生长发育过程中逐渐出现双下肢不等长、跛行、疼痛、髋关节活动受限等症状,对患儿运动产生一定影响[9]。若发现DDH时患儿年龄大于3岁,一般需要手术治疗。治疗DDH的常用手术方式包括Salter骨盆截骨术、三联截骨术、Pemberton髋臼成形术等,目的是复位髋臼同心圆,但手术操作均较为复杂[4,10]。从解剖学角度考虑,髋关节解剖层次比较复杂,有较为丰富的血供,患者髋关节脱位程度不同,临床手术难度也不完全相同,手术的截骨方式、形态可影响术中出血量、手术时间、手术成功率、治疗效果及预后等。Pemberton髋臼成形术及股骨截骨术中髂骨的截骨线是从髂前下棘稍上方向后下截断全层髂骨,其后侧止于Y形软骨;完全截骨后维持髋臼顶壁在正确位置,截骨部位插入楔形骨块。手术的难点是髂骨截骨位置、截骨方向、形态、大小及股骨截骨位置、长度、旋转角度等的选择,因此,良好的手术截骨设计、熟悉患者脱位情况及周围解剖,可以大大缩短手术时间,提高手术疗效[11]。

近年来,随着打印材料及精准度的提高,3D打印技术已广泛应用于临床[5,12-16]。常规的DDH手术依赖于手术医生的临床经验及应对能力,而3D打印的实体模型可在术前全面了解髋臼情况,使儿童DDH手术更具科学性。3D打印技术已应用于Salter骨盆截骨术辅助治疗儿童髋关节发育不良,可使手术更精确,

但其在 Pemberton 髋臼截骨联合股骨截骨术中报道少见。本研究根据 CT 数据打印 3D 模型,可等比例呈现脱位的髋臼情况及股骨的前倾角、颈干角,使术者在术前能全面、直观地了解病髋的情况;同时,利用打印的 3D 模型进行模拟手术,指导术中具体的髂骨截骨位置、形态、大小及股骨截骨的位置、长度、旋转角度等的选择,能够提高截骨精准度及髋臼复位率,减少手术的误差。本研究中,3D 打印组手术时间及术中出血量均短/少于常规手术组,提示 3D 打印能减少出血,减轻手术创伤,与李晓博[17]关于 3D 打印技术应用于儿童 DDH 的临床研究结果一致。张念军等[18]发现,术前应用 3D 打印技术辅助全髋关节置换个体化治疗成人髋关节发育不良可减少术中出血量,并缩短手术时间,本研究结果与之一致。本研究中,2 组患者术后沈通氏线连续率均较术前明显提高,但 2 组间无统计学差异。常规手术组和 3D 打印组髋臼指数矫正虽无明显统计学差异,但较术前均有改善,与文献报道结果一致[19]。说明 3D 打印技术可有效矫正沈通氏线的连续性,提高髋关节复位率。

综上,术前应用 3D 打印技术进行手术模拟,能有效缩短手术时间,减少术中出血量,同时提高手术成功率,改善预后,为儿童 DDH 手术治疗提供了更精准及个性化的治疗方案。

[参考文献]

[1] Agostiniani R, Atti G, Bonforte S, et al. Recommendations for early diagnosis of developmental dysplasia of the hip (DDH): working group intersociety consensus document[J]. Ital J Pediatr, 2020, 46(1): 150. doi: 10.1186/s13052-020-00908-2.

[2] 底垚宗,杨建平,王雯雯,等. 天津市发育性髋关节异常的早期筛查[J]. 中华骨科杂志,2011(5):463-468. doi:10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2011.05.009.

[3] 杨晓东,莫小联,冯 祥,等. 西藏日喀则地区发育性髋关节发育不良致病危险因素相关性研究[J]. 中华实用儿科临床杂志,2016,31(11):833-835. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2016.11.009.

[4] 张振东,罗殿中,张 洪. 改良关节囊成形术在大龄儿童及青少年发育性髋关节脱位患者保髋治疗中的应用[J]. 中华外科杂志,2017,55(6):476-480. doi:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.06.016.

[5] 董谢平,张大伟,漆启华,等. 3D 打印截骨导板辅助治疗踝关节内骨折畸形愈合[J]. 中华创伤骨科杂志,2017,19(6):511-517. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2017.06.010.

[6] 刘振康,肖 鹏,邱伟建,等. 3D 打印截骨导板辅助治疗胫骨骨折畸形愈合[J]. 中华创伤骨科杂志,2020(2):146-151. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2020.02.012.

[7] Yang L, Grottkau B, He Z, et al. Three dimensional printing technology and materials for treatment of elbow fractures[J]. Int Orthop, 2017, 41(11):2381-2387. doi:10.1007/s00264-017-3627-7.

[8] Louvrier A, Marty P, Barrabé A, et al. How useful is 3D printing in maxillofacial surgery[J]. J Stomatol Oral Maxillofac Surg, 2017, 118(4): 206-212. doi:10.1016/j.jormas.2017.07.002.

[9] 艾力·热黑,楚古丽克·巴吐尔,阿斯哈尔江·买买提依明. 可调节式人体位支架与蛙式石膏治疗小儿发育性髋关节脱位的远期恢复效果观察[J]. 中国医学装备,2019,16(10):82-85. doi:10.3969/J.ISSN.1672-8270.2019.10.023.

[10] 陈羽豪. 改良 Salter 骨盆截骨术治疗发育性髋关节发育不良的临床疗效[D]. 重庆:重庆医科大学,2020.

[11] 张百慧,黄瑾瑾,胡瑶琴,等. Salter 骨盆截骨联合股骨截骨术治疗发育性髋关节脱位后髋臼发育演变[J]. 浙江医学,2020,42(1):70-72. doi:10.12056/j.issn.1006-2785.2020.42.1.2019-2042.

[12] Patra S, Young V. A review of 3D printing techniques and the future in biofabrication of bioprinted tissue[J]. Cell Biochem Biophys, 2016, 74(2):93-98. doi:10.1007/s12013-016-0730-0.

[13] 黄国伟,沈 杰,韦 山,等. 3D 打印技术辅助跗骨窦入路治疗跟骨关节内骨折的疗效分析[J]. 中华骨与关节外科杂志,2020,13(9):767-771. doi:10.3969/j.issn.2095-9958.2020.09.13.

[14] 李 卡,李建民,杨志平,等. 3D 打印假体结合保留骨骺技术治疗儿童骨肉瘤 1 例报道[J]. 中华骨与关节外科杂志,2019,12(5):381-383. doi:10.3969/j.issn.2095-9958.2019.05.013.

[15] 程文俊,王俊文,焦 竞,等. 3D 打印钛合金骨小梁金属臼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. doi:10.3760/j.issn.1671-7600.2018.12.010.

[16] Martelli N, Serrano C, van den Brink H, et al. Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: a systematic review[J]. Surgery, 2016, 159(6):1485-1500. doi:10.1016/j.surg.2015.12.017.

[17] 李晓博. 3D 打印对儿童发育性髋关节脱位手术效果、辐射次数及 Mackay 评分的影响[J]. 临床医学研究与实践,2020,5(4):74-76. doi:10.19347/j.cnki.2096-1413.202004029.

[18] 张念军,刘效仿,周观明,等. 3D 打印辅助全髋关节置换个体化治疗成人发育性髋关节发育不良[J]. 中国组织工程研究,2021,25(12):1820-1825. doi:10.3969/j.issn.2095-4344.3770.

[19] 林廉洋,吴声忠,周开亮,等. 3D 打印联合造影技术在治疗 2~8 岁儿童发育性髋关节脱位治疗中的探索应用[J]. 贵州医药,2020,44(5):764-765.

(编辑:龙小芬)