

3D 打印技术辅助髋臼成形术治疗脑瘫儿童髋关节脱位

王儒法¹, 徐鹏¹, 郑朋飞¹, 楼跃¹, 周晓光²

(1. 南京医科大学附属儿童医院骨科, 江苏 南京 210000; 2. 南京医科大学附属儿童医院新生儿医疗中心, 江苏南京 210000)

【摘要】 目的: 探讨通过 3D 打印技术明确髋臼发育不良类型选择最合适的髋臼成形术治疗脑瘫儿童髋关节脱位的适应证和临床疗效。**方法:** 自 2019 年 7 月至 2019 年 12 月, 采用 3D 打印技术辅助髋臼成形术治疗 7 例脑瘫儿童髋关节脱位, 其中男 3 例, 女 4 例; 年龄 3~8 岁; 左侧 3 例, 右侧 2 例, 双侧 2 例; 2 例髋关节半脱位, 5 例髋关节脱位。患儿术前均行骨盆-双股骨全长 CT 扫描。通过 3D 打印重建技术, 判断髋臼发育不良类型: 前侧 2 髋, 前外 2 髋, 外上 1 髋, 后侧 2 髋, 后外 1 髋, 无发育不良 1 髋(未做髋臼成形术)。对 8 髋分别进行 Pemberton, Dega 和 San Diego 手术模拟, 寻找最合适的手术方式并手术。比较术前和末次随访外移比例(migration percentage, MP), 髋臼指数(acetabular index, AI), 中心边缘角(center-edge angle, CEA), Shenton 线和粗大运动功能分级(gross motor function classification system, GMFCS)的变化, 并记录其并发症情况。**结果:** 术后患者伤口愈合良好, 无并发症发生。7 例患者获随访, 时间 18~24 个月。8 髋 I 期行软组织松解+股骨近端内翻去旋转短缩截骨+髋关节复位+髋臼成形术; 1 髋 I 期行软组织松解+股骨近端内翻去旋转短缩截骨+髋关节复位术。MP 由术前的 58%~100%降至末次随访时的 0~17.9%。AI 由术前的 25.0°~47.6°降至末次随访时的 11.1°~25.3°。CEA 由术前的 0°改善至末次随访时的 21.1°~48.5°。Shenton 线均由中断变为连续。其中 5 例 GMFCS 分级下降 1 级, 2 例无变化。**结论:** 脑瘫儿童髋关节脱位中髋臼发育不良的类型多样, 髋臼成形术适用范围也有差异, 借助 3D 打印技术计算机模拟手术可选择最合适的手术方式并判断治疗效果, 对脑瘫儿童髋关节脱位做到个体化、精准化治疗。

【关键词】 打印, 三维; 脑性瘫痪; 发育性髋关节发育不良; 髋臼成形术

中图分类号: R684.7

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.06.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Acetabular plasty assisted by 3D printing for the treatment of dislocation of hip joint in children with cerebral palsy
 WANG Ru-fa, XU Peng, ZHENG Peng-fei, LOU Yue, and ZHOU Xiao-guang*. *Neonatal Medical Center, Children's Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu, China

ABSTRACT Objective: To identify types of acetabular dysplasia, select the most suitable acetabular plasty, and analyze indications and efficacy of three types of acetabular plasty in treating dislocation of hip joint in children with cerebral palsy by 3D printing technology. **Methods:** From July 2019 to December 2019, 7 children with cerebral palsy with hip dislocation were treated with acetabular plasty assisted by 3D printing technology, including 3 males and 4 females, aged from 3 to 8 years old; 3 patients on the left side, 2 patients on the right side, and 2 patients on both sides. Subluxation of hip joint occurred in 2 patients and dislocation of hip joint occurred in 5 patients. Preoperative full-length CT scan of pelvis and femur was performed in all children. The types of acetabular dysplasia were determined by 3D printing reconstruction technology, and the results were presented as follows: 2 anterior hips, 2 anterior outer hips, 1 outer upper hip, 2 posterior hips, 1 posterior outer hip, and 1 hip without dysplasia (with no acetabular plasty). Pemberton, Dega and San Diego surgery simulations were performed on the 8 hips respectively to find the most suitable and the suitable operations were then conducted. Migration percentage (MP), acetabular index (AI) and center-edge angle (CEA), Shenton line, and gross motor function classification system (GMFCS) between preoperative and last follow-up were compared and complications were recorded. **Results:** The wound healed well after operation and no complication occurred. Seven patients were followed up for 18 to 24 months. The 8 hips were underwent soft tissue release for the first stage+proximal femoral varus and rotation reduction osteotomy+hip reduction+acetabular plasty; 1 hip was underwent soft tissue release for the first stage+proximal femoral varus removal and rotation reduction osteotomy +hip reduction. MP decreased from 58% to 100% preoperatively to 0 to 17.9% at the latest follow-up. AI decreased from 25.0° to 47.6°

通讯作者: 周晓光 E-mail: gzzhouxg@163.com

Corresponding author: ZHOU Xiao-guang E-mail: gzzhouxg@163.com

preoperatively to 11.1° to 25.3° at the latest follow-up. CEA increased from 0° preoperatively to 21.1° to 48.5° at the latest follow-up. Shenton's lines changed from interrupted ones to continuous ones. The GMFCS grade of 5 cases decreased by 1 grade, and 2 cases showed no change. **Conclusion:** There is diversity for the hip dislocation of hip in children with cerebral palsy of acetabular dysplasia present type. Accurate judgments could be made with the help of 3D printing reconstruction techniques. There are differences between scopes of applications for three kinds of acetabulum keratoplasty. 3D printing technology could be helpful to choose the most suitable operation method and estimate the treatment effect. Thus the individualized and accurate treatment for hip dislocation in children with cerebral palsy can be gained with 3D printing technology.

KEYWORDS Printing, three-dimensional; Cerebral palsy; Developmental dysplasia of the hip; Acetabuloplasty

髋关节半脱位和脱位是脑瘫儿童主要的畸形之一,发病率 3%~75%。髋关节半脱位和脱位是由多种因素引起,包括肌肉挛缩、股骨近端畸形和髋臼发育不良。内收和屈曲肌肉的挛缩会造成髋关节周围肌肉的失衡,进而造成髋臼和股骨近端的畸形,包括颈干角和前倾角增大,继发髋关节半脱位和脱位。髋关节半脱位和脱位会带来坐立困难,骨盆倾斜,脊柱侧弯和会阴部护理困难。因此,对于脑瘫髋关节半脱位或脱位,治疗病因和稳定复位的股骨头是必须的^[1-2]。国内外学者建议 I 期矫形治疗髋关节半脱位和脱位,包括软组织松解、髋关节复位及截骨术^[3-4]。对于肌肉固定挛缩,软组织松解是必须的^[1-2]。对于股骨近端颈干角和前倾角增大,是股骨近端内翻去旋转截骨术的适应证^[5]。但是,对于显著的髋臼发育不良,单纯的股骨截骨对髋臼的塑性是有限的,此时就需要骨盆截骨治疗髋臼畸形。脑瘫髋关节脱位的髋臼畸形不同于发育性髋关节,有自己的特点。髋臼呈浅碟状,所以应当选择改变髋臼容积或形状的手术方式,而不是选择改变髋臼方向的手术方式^[2]。目前改变髋臼容积或形状的手术方式主要包括 Pemberton, Dega 和 San Diego 截骨^[6-8]。此外,脑瘫髋关节脱位的髋臼发育不良不仅仅是后方,也包括前方,外侧和混合型^[3,9]。如何在这 3 种髋臼成形术中选择最合适的手术,一直是临床中面临的难题。近些年来,3D 打印技术发展迅速,主要是通过 CT 分割的骨组织,按真实比例来模拟患者特定的解剖模型^[8]。然后,在 3D 模型上虚拟手术。对于手术者学习和制定手术计划,优势明显。目前在儿童领域主要用于脊柱和髋关节矫形方面^[10-11],但用于脑瘫髋关节的报道不多。本研究回顾性分析自 2019 年 7 月至 2019 年 12 月,采用 3D 打印技术辅助髋臼成形术治疗的 7 例脑瘫儿童髋关节脱位患儿的临床资料,现报告如下。

1 临床资料

纳入标准:诊断为痉挛型脑瘫继发髋关节半脱位或脱位,Shenton 线中断,外移比例>40%,髋臼指数>25°;年龄在 2~12 岁,Y 软骨未闭合;采取 I 期联合软组织松解,髋关节复位,截骨术;观察影像学改

善情况及临床疗效。排除标准:发育性髋关节脱位;随访时间<1 年或临床影像资料不全者。

回顾分析自 2019 年 7 月至 2019 年 12 月采用 3D 打印技术辅助髋臼成形术治疗的脑瘫儿童髋关节脱位 7 例(9 髋),其中男 3 例(3 髋),女 4 例(6 髋);年龄 3~8 岁。左侧 3 例,右侧 2 例,双侧 2 例。2 例髋关节半脱位,5 例髋关节脱位。7 例患儿临床资料见表 1。

表 1 脑瘫髋脱位 7 例患儿临床资料
Tab.1 General clinical data of 7 children with hip dislocation of cerebral palsy

患者序号	年龄(岁)	性别	侧别	脱位类型	髋臼发育不良类型	髋臼成形术
1	3	女	左	全	前外	Pemberton
2	4	男	右	半	前侧	Pemberton
3	5	女	左	半	前外	Dega
			右	半	前侧	Dega
4	7	男	右	全	外上	Dega
5	6	男	左	全	后侧	San Diego
6	5	女	左	全	无	未
			右	全	后外	San Diego
7	8	女	左	全	后侧	San Diego

2 治疗方法

2.1 数据采集

7 例患儿术前均行双侧骨盆及股骨全长螺旋 CT 断层扫描。扫描参数:120 kV, 150 mAs, 获得断层图像像素矩阵为 512×512, 层厚 1 mm, 层距 0.5 mm。将 DICOM 格式的 CT 扫描数据导入医学影像控制软件 Mimics 17.0。

2.2 模型建立和影像学观察

在 Mimics 软件中,三维重建骨盆和股骨模型(选取病例 6,图 1a),运行 simulation 模块测量股骨颈干角、前倾角。1 例粗大运动功能分级^[12](gross motor function classification system, GMFCS) 3 级患儿颈干角设计 110°(1 髋)。3 例 GMFCS 4 级患儿和 3 例 GMFCS 5 级患儿颈干角均设计 100°(8 髋)。前

倾角均设计 15°。根据术前测量及颈干角设计角度进行对比,设计股骨内翻角度及去旋转角度。去除股骨模型遮挡,通过旋转 3D 模型全面观察髋臼发育不良的影像学特征并分型(图 1b,1c)。

2.3 模拟截骨

旋转 3D 骨模型,进行模型切割,模拟股骨近端内翻去旋转截骨,移动股骨头以复位,恢复 Shenton 线连续性(图 1d)。再依次模拟 Pemberton 截骨(图 1e,1f),Dega 截骨(图 1g,1h)和 San Diego 截骨(图 1i,1j)。Pemberton 截骨^[6,8]:起自髌前上棘和髌前下

棘之间,从前往后切断髌骨内板和外板(外板内板截骨位于同一水平,截骨长度相等),继续弧形向 Y 软骨坐骨支延伸,止点邻近 Y 软骨上方,位于坐骨切迹和髋臼后缘中间。截骨完成后,以 Y 软骨为铰链,将截骨远端向前外侧旋转,加强前外侧覆盖。观察髋臼和股骨头之间位置关系。Dega 截骨^[7-8]:起自髌前上棘和髌前下棘之间,从髌骨外板斜向髌骨内板切断髌骨(截骨水平外高内低,截骨长度外板长内板短),止点位于坐骨切迹前方 1 cm。截骨完成后,以坐骨切迹和髌骨内板后方为铰链,将截骨远端向外

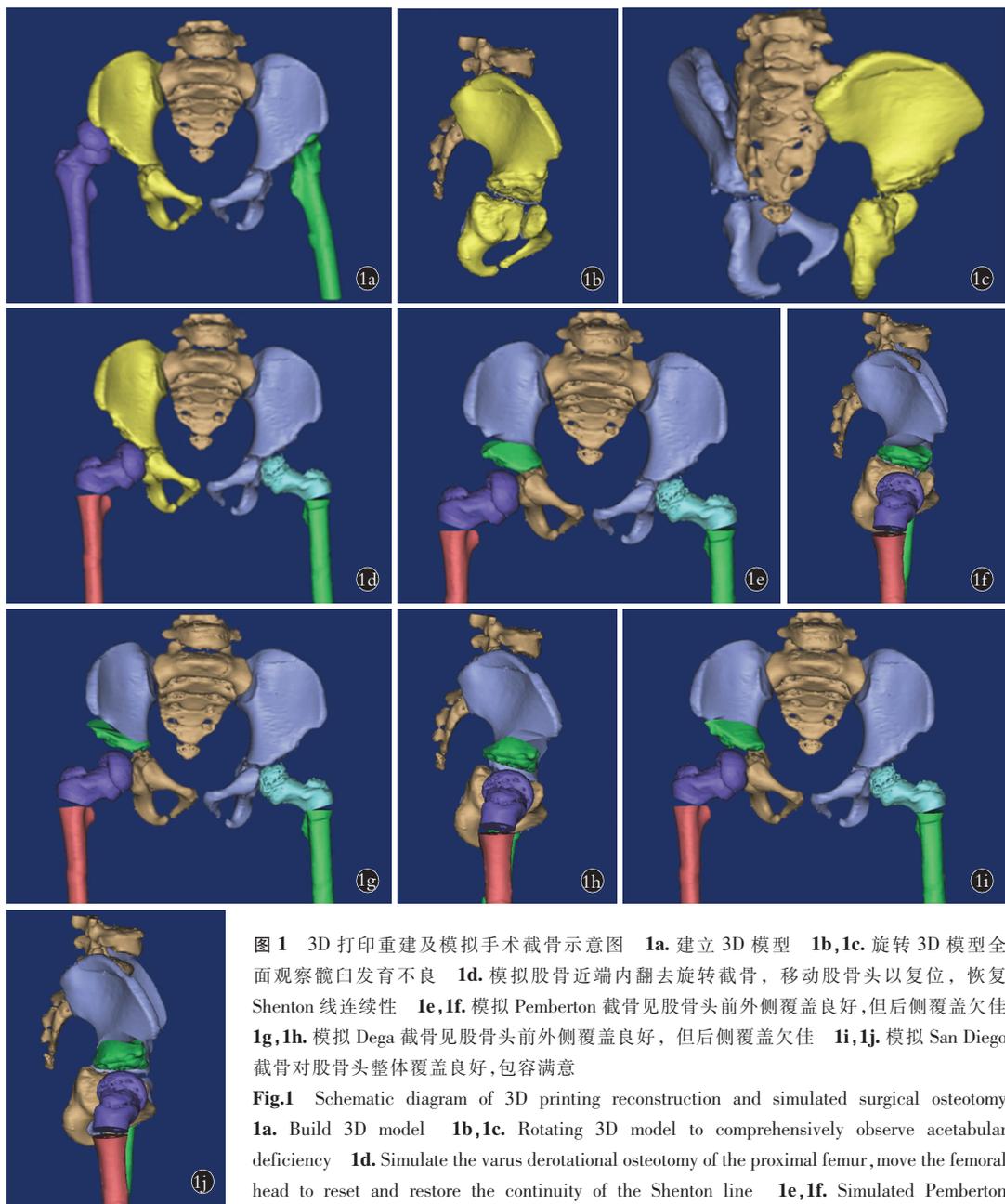


图 1 3D 打印重建及模拟手术截骨示意图 1a. 建立 3D 模型 1b,1c. 旋转 3D 模型全面观察髋臼发育不良 1d. 模拟股骨近端内翻去旋转截骨,移动股骨头以复位,恢复 Shenton 线连续性 1e,1f. 模拟 Pemberton 截骨见股骨头前外侧覆盖良好,但后侧覆盖欠佳 1g,1h. 模拟 Dega 截骨见股骨头前外侧覆盖良好,但后侧覆盖欠佳 1i,1j. 模拟 San Diego 截骨对股骨头整体覆盖良好,包容满意

Fig.1 Schematic diagram of 3D printing reconstruction and simulated surgical osteotomy 1a. Build 3D model 1b,1c. Rotating 3D model to comprehensively observe acetabular deficiency 1d. Simulate the varus derotational osteotomy of the proximal femur, move the femoral head to reset and restore the continuity of the Shenton line 1e,1f. Simulated Pemberton osteotomy showed femoral head was covered well on the anterior and lateral sides, but the posterior side was not well covered 1g,1h. Simulated Dega osteotomy showed femoral head was covered well on the anterior and lateral sides, but posterior side was not well covered 1i,1j. Simulated San Diego osteotomy showed a good coverage of femoral head and satisfactory accommodate

侧之间,从前往后切断髌骨内板和外板(外板内板截骨位于同一水平,截骨长度相等),继续弧形向 Y 软骨坐骨支延伸,止点邻近 Y 软骨上方,位于坐骨切迹和髋臼后缘中间。截骨完成后,以 Y 软骨为铰链,将截骨远端向前外侧旋转,加强前外侧覆盖。观察髋臼和股骨头之间位置关系。Dega 截骨^[7-8]:起自髌前上棘和髌前下棘之间,从髌骨外板斜向髌骨内板切断髌骨(截骨水平外高内低,截骨长度外板长内板短),止点位于坐骨切迹前方 1 cm。截骨完成后,以坐骨切迹和髌骨内板后方为铰链,将截骨远端向外

后侧旋转,加强前外侧覆盖。观察髋臼和股骨头之间位置关系。San Diego 截骨^[8]:起自髋臼外缘上方 1 cm 处,截断髂前下棘和坐骨切迹处髂骨外板和内板,在二者之间再横行截断髂骨外板,弧形向 Y 软骨内、后方截骨,截骨止点临近 Y 软骨上方数毫米。截骨完成后,以 Y 软骨为和髂骨内板旋转中心,将截骨远端向外侧旋转,加强前、外、后侧覆盖,观察髋臼和股骨头之间位置关系。不同髋臼成形术矫正不同类型髋臼发育不良,通过观察模拟手术效果,寻找哪种可获得股骨头最满意覆盖。

2.4 手术方法

全身麻醉,患儿臀部垫高约 30°。取髋内侧横切口,沿长轴切开内收肌筋膜,并对该肌腱进行完整的肌腱切断术。根据术中牵缩情况,决定内收短肌和髂腰肌的切断与否。取股骨外侧纵行切口,沿着股骨中部切开阔筋膜张肌及股外侧肌,根据 3D 模拟设计的股骨内翻角度及去旋转角度执行。短缩的程度根据股骨头复位后截骨端重叠的程度决定(轻轻牵引下肢)。固定采用 110°儿童髋部锁定钢板(paediatric hip plate, PHP)固定。截骨部分留做髋臼成形术后植入骨块。在进行骨盆手术前,必须确认在股骨截骨后,髋关节可完全复位。术中透视检查应确认 Shenton 线已完全恢复,股骨头紧贴髋臼内侧壁。如果达不到这个标准,应该进行关节切开复位术。根据 3D 模拟手术的结果,选择 Pemberton, Dega 和 San Diego 中的一种。病例 6 通过模拟手术(图 1e, 1f, 1g, 1h, 1i, 1j)不难发现, Pemberton 和 Dega 截骨对股骨头前外侧覆盖良好,但是对股骨头后方覆盖欠佳。San Diego 截骨对股骨头覆盖最满意,尤其是解决了后方覆盖。

2.5 术后处理

术后双髋及下肢“人”字形外固定支架固定 6 周。对于双侧手术患儿,两次手术间隔 6 个月。截骨愈合后取内固定。

3 结果

3.1 疗效评价方法

术后定期拍摄骨盆正位 X 线片,判断有无残留髋关节发育不良,再脱位。临床结果根据 GMFCS 分级^[12]进行评价:1 级,日常生活活动不受限,仅速度、平衡和协调能力有所下降;2 级,可以到户外行走,但有时需要辅助;3 级,需要辅助下行走;4 级,行走能力严重障碍,基本需要轮椅助行;5 级,所有运动功能严重障碍,无法自主控制。外移比例(migration percentage, MP):测量髋关节外移程度百分比(髋臼外缘以外的股骨头宽度/整个股骨头宽度)。对于脑瘫患儿,正常 MP<33%,髋关节半脱位 MP 33%~

89%,髋关节脱位 MP \geq 90%。髋臼指数(acetabular index, AI):X 线片上测量两 Y 型软骨连线和髋臼表面线的夹角,正常值<25°。中心边缘角(center-edge angle, CEA):髋臼外缘至股骨头中心点的连线与股骨头中心垂线的夹角,6~13 岁>20°。髋关节全脱位时,此角翻转。Shenton 线:正常闭孔上缘弧形线与股骨颈内侧弧形线相连在一个抛物线上,髋关节脱位是此线中断或消失。

3.2 治疗结果

7 例患儿均顺利完成手术,随访时间 18~24 个月。8 髋 I 期行软组织松解+股骨近端内翻去旋转短缩截骨+髋关节复位+髋臼成形术。1 髋 I 期行软组织松解+股骨近端内翻去旋转短缩截骨+髋关节复位术。5 例 GMFCS 分级下降 1 级,其中 2 例 5 级改善至 4 级,2 例 4 级改善至 3 级和 1 例 3 级改善至 2 级;另外 2 例 GMFCS 分级无变化。未出现皮肤及切口感染等手术并发症。见表 2。

本组经 3D 打印技术证实 9 髋中有 8 髋存在髋臼发育不良(前侧 2 髋,前外 2 髋,外上 1 髋,后侧 2 髋,后外 1 髋)。均通过髋臼成形术矫正,模拟手术。通过模拟发现, Pemberton 截骨适用于前外侧髋臼发育不良,尤其是前侧缺损为主病例;Dega 截骨适用于前外侧和外上侧髋臼发育不良,尤其是外侧缺损为主病例;San Diego 截骨适用于后外侧髋臼发育不良,尤其是后侧缺损为主病例。最终,2 髋采用 Pemberton 截骨,3 髋采用 Dega 截骨和 3 髋采用 San Diego 截骨。

MP 由术前的 58%~100%降至末次随访时的 0~17.9%。AI 由术前的 25.0°~47.6°降至末次随访时的 11.1°~25.3°。CEA 由术前 0°改善至末次随访时的 21.1°~48.5°。Shenton 线均由中断变为连续。其中 5 例 GMFCS 分级下降 1 级,2 例无变化。见表 2。典型病例见图 2。

4 讨论

4.1 脑瘫髋关节脱位髋臼发育不良的特点

脑瘫儿童出生时髋关节正常。内收肌、髂腰肌的痉挛和挛缩导致髋关节周围肌肉力量失衡,进而引发股骨和髋臼的骨性改变。骨性畸形包括股骨扭转或不伴外翻畸形、股骨头或髋臼的进行性畸形,这些改变最终导致髋关节半脱位或脱位。内收肌和髂腰肌的痉挛导致腿的屈曲和内收,髋关节的旋转中心由股骨头转移到股骨小转子,股骨近端逐渐脱位,造成髋臼侧壁的压力增加,这些力量改变了髋臼的形状,进而造成髋臼软骨的退化^[1-2]。脑瘫髋关节脱位的髋臼畸形不同于发育性髋关节脱位,有自己的特点:髋臼呈浅碟状,髋臼发育不良的位置很难确



图 2 患儿,女,5 岁,双侧痉挛性瘫,GMFCS 5 级(与图 1 为同一病例) 2a. 术前骨盆正位 X 线片显示双侧髋关节脱位 2b. 术后 1 d 骨盆正位 X 线片示左髋关节复位良好 2c. 术后 6 个月骨盆正位 X 线片示双髋关节复位良好 2d. 术后 24 个月骨盆正位 X 线片示髋关节稳定,覆盖满意

Fig.2 Female, 5 years old, bilateral spastic paralysis, grade 5 GMFC (the same case as in fig 1) 2a. Preoperative frontal pelvic X-ray showed bilateral hip dislocation 2b. Postoperative AP pelvic X-ray at 1 day showed good reduction of left hip joint 2c. Postoperative AP pelvic X-ray at 6 months showed good reduction of both hip joints 2d. Postoperative AP pelvic X-ray at 24 months showed hip joint was stable and covered satisfied

表 2 脑瘫髋脱位 7 例患儿随访结果

Tab.2 Follow-up results of 7 children with hip dislocation of cerebral palsy

患者序号	随访时间 (月)	MP(%)		AI(°)		CEA(°)		Shenton 线连续		GMFCS 分级	
		术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访
1	18	100	12.6	28.6	25.3	0	28.9	否	是	4	3
2	19	87.7	0	31.7	11.1	0	40.3	否	是	3	2
3	23	60	0	33.3	16.8	0	23.2	否	是	4	3
		58	0	35.0	17.3	0	22.1	否	是		
4	18	100	17.9	34.8	14.8	0	21.1	否	是	4	4
5	22	100	11.4	33.5	24.1	0	30.0	否	是	5	4
6	24	100	10.1	25.0	25.0	0	22.9	否	是	5	4
		100	0	38.6	20.2	0	48.5	否	是		
7	21	100	0	47.6	21.3	0	44.7	否	是	5	5

定^[2,9]。由于髋关节半脱位或脱位的方向与功能状态无关,所以仅根据髋关节挛缩的性质很难判断。Kim 等^[9]通过 CT 证实脑瘫髋脱位的髋臼缺损位于后方(37%),前方(29%),上方(15%)和混合型(19%)。3D 打印技术是近些年的热点,将数字化理论应用于实践当中^[10-11]。本研究 9 髋中有 8 髋存在髋臼发育不良(前侧 2 髋,前外 2 髋,外上 1 髋,后侧 2 髋,后外 1 髋)。相比文献报道,缺损类型多样化,证实 3D 打印技术较普通 CT 重建的优势所在,可以全方位,无死角观察髋臼发育情况。

4.2 髋臼成形术的选择

对于脑瘫髋关节半脱位或脱位, I 期行软组织松解及股骨内翻去旋转截骨是必须,也是相对统一的^[3-5,13]。但对于骨盆截骨的选择一直是临床中的难点之一。国内学者边臻等^[4]报道脑瘫髋脱位骨盆截

骨术式的选择依据患者年龄、髋臼病理改变及术者的习惯。笔者认为术者的习惯和技术水平因人而异,根据脑瘫髋臼缺陷的特点和年龄,选择手术方式。髋臼呈浅碟状,选择改变髋臼容积或形状的手术方式,主要包括 Pemberton, Dega 和 San Diego 髋臼成形术。此外,脑瘫髋关节脱位的髋臼发育不良不仅仅是后方,也包含前方、外侧和混合型。计算机辅助设计是 3D 打印技术中最主要的部分,对存在髋臼发育不良的 8 髋,分别进行 3 种术式的模拟。通过观察模拟手术效果,寻找哪种可获得最满意覆盖,精准化选择治疗方案。

4.3 髋臼成形术的适应证和疗效

目前, Pemberton, Dega 和 San Diego 是经典的 3 大髋臼成形术,国内外学者在此基础上提出了各种改良术式,试图通过一种手术方式获得不同的矫

形目的^[3,14]。本研究模拟截骨采用的是 3 种髋臼成形术的原版描述^[6-7],再结合计算机截骨的操作特点^[8]。下面总结一下每种截骨的要点和适应证。Pemberton 截骨:从前往后的单边双皮质弧形截骨,以 Y 软骨作为铰链,适用于前侧缺损和前外侧混合型。Dega 截骨:从后外斜向前内的单边双皮质斜形截骨,以坐骨切迹和髂骨内板后方剩余部分为铰链,适用于外上缺损和前外侧混合型。San Diego 截骨:从外向内的双边单皮质弧形截骨,以 Y 软骨为和髂骨内板为铰链,适用于后侧缺损和后外侧混合型。本研究采用髋臼成形术治疗脑瘫髋关节半脱位或脱位,术后股骨头复位,MP、AI 及 CEA 矫正至正常范围,Shenton 线由中断变为连续。GMFCS 分级改善比例 71.4% (5 例/7 例),髋关节复位后,除影像学指标改善以外,对粗大运动改善也有帮助。

4.4 3D 打印技术的意义

通过 3D 打印技术,首先,可以精确判断髋臼发育不良类型和程度。其次,髋臼发育不良的类型多样,手术方式多,通过计算机模拟技术可以对比每种手术矫正后覆盖效果,找出细微的差别。没有一种手术是“万能”手术,各有优势。若加强前侧覆盖,选择 Pemberton 截骨;若加强外侧覆盖,选择 Dega 截骨为主;若加强后侧覆盖,选择 San Diego 截骨为主。最后,利用计算机模拟技术,可以快速提高年轻医生对每种髋臼成形术的理解,缩短学习曲线,选择和制定最合适的手术方案,精准治疗脑瘫关节髋脱位。此外,术后及时有效康复治疗也很关键^[15]。

本研究存在一定的局限性,病例数较少,随访时间相对较短。3D 打印技术仅模拟骨性部分,对髋臼软骨未加考虑,后期拟结合 MRI,对髋臼软骨成分也进行重建。但是髋臼成形术治疗脑瘫髋关节脱位,在 3D 打印技术的辅助下,可以精确判断髋臼缺损类型,选择最佳的手术方式并直观的判断矫正效果。

参考文献

- [1] Hosseinzadeh P, Baldwin K, Minaie A, et al. Management of hip disorders in patients with cerebral palsy [J]. JBJS Rev, 2020, 8(3): e0148.
- [2] Spiegel DA, Flynn JM. Evaluation and treatment of hip dysplasia in cerebral palsy [J]. Orthop Clin North Am, 2006, 37(2): 185-vi.
- [3] Kim HT, Jang JH, Ahn JM, et al. Early results of one-stage correction for hip instability in cerebral palsy [J]. Clin Orthop Surg, 2012, 4(2): 139-148.
- [4] 边臻,郭源,徐刚,等. I 期软组织松懈、髋关节复位及截骨术治疗脑瘫髋脱位[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(23): 1454-1461.
- [5] BIAN Z, GUO Y, XU G, et al. One-stage treatment of hip dislocation with cerebral palsy via soft tissue release, hip reduction and osteotomy [J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2019, 39(23): 1454-1461. Chinese.
- [6] Park H, Abdel-Baki SW, Park KB, et al. Outcome of femoral varus derotational osteotomy for the spastic hip displacement: implication for the indication of concomitant pelvic osteotomy [J]. J Clin Med, 2020, 9(1): 256.
- [7] Pemberton PA. Pericapsular osteotomy of the ilium for the treatment of congenitally dislocated hips [J]. Clin Orthop Relat Res, 1974, (98): 41-54.
- [8] Grudziak JS, Ward WT. Dega osteotomy for the treatment of congenital dysplasia of the hip [J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83(6): 845-854.
- [9] Caffrey JP, Jeffords ME, Farnsworth CL, et al. Comparison of 3 pediatric pelvic osteotomies for acetabular dysplasia using patient-specific 3D-printed models [J]. J Pediatr Orthop, 2019, 39(3): e159-e164.
- [10] Kim HT, Wenger DR. Location of acetabular deficiency and associated hip dislocation in neuromuscular hip dysplasia: three-dimensional computed tomographic analysis [J]. J Pediatr Orthop, 1997, 17(2): 143-151.
- [11] Baraza N, Chapman C, Zakani S, et al. 3D-printed patient specific instrumentation in corrective osteotomy of the femur and pelvis: a review of the literature [J]. 3D Print Med, 2020, 6(1): 34.
- [12] Zheng P, Xu P, Yao Q, et al. 3D-printed navigation template in proximal femoral osteotomy for older children with developmental dysplasia of the hip [J]. Sci Rep, 2017, 7: 44993.
- [13] Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy [J]. Dev Med Child Neurol, 1997, 39(4): 214-223.
- [14] Shore BJ, Zurakowski D, Dufreny C, et al. Proximal femoral varus derotation osteotomy in children with cerebral palsy: the effect of age, gross motor function classification system level, and surgeon volume on surgical success [J]. J Bone Joint Surg Am, 2015, 97(24): 2024-2031.
- [15] Badrinath R, Bomar JD, Wenger DR, et al. Comparing the pemberton osteotomy and modified San Diego acetabuloplasty in developmental dysplasia of the hip [J]. J Child Orthop, 2019, 13(2): 172-179.
- [16] 徐杰,徐林,曾杰,等. 选择性脊神经后根切断术改善脑瘫患者下肢功能的研究进展 [J]. 中国骨伤, 2020, 33(5): 489-492.
- [17] XU J, XU L, ZENG J, et al. Advances on selective posterior rhizotomy for lower limb function in patients with cerebral palsy [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(5): 489-492. Chinese with abstract in English.

(收稿日期:2021-07-21 本文编辑:王玉蔓)