

儿童颈椎后凸畸形的手术疗效分析

李承鑫¹, 田苡任², 刘 虎¹, 任 强², 祁新禹¹, 张学军¹

(1 首都医科大学附属北京儿童医院骨科 100045 北京市; 2 河北省儿童医院骨科 050000 石家庄市)

【摘要】目的:探讨和分析手术治疗儿童颈椎后凸畸形的术式和疗效。**方法:**回顾性分析 2014 年 1 月~2018 年 1 月北京儿童医院收治的 9 例儿童颈椎后凸畸形患者的临床资料, 其中男 5 例, 女 4 例; 年龄 11 个月~14 岁 (5.32±4.48 岁)。颈椎后凸病因: 神经纤维瘤病 2 例, 先天性 4 例, 医源性 1 例, 结核性 1 例, 成骨不全 1 例。8 例术前有颈部疼痛, 5 例合并神经功能损伤 (ASIA 分级 C 级 2 例, D 级 3 例)。2 例伴颈椎脱位, 2 例伴脊柱侧凸畸形。术前采用 Halo 头环牵引 2 例, 颅骨牵引 1 例, 悬吊牵引 1 例, 平衡悬吊牵引 2 例。5 例单纯行前路矫形手术 (神经纤维瘤病 2 例, 先天性 1 例, 医源性 1 例, 成骨不全 1 例); 4 例行前后路联合手术 (先天性 3 例, 结核性 1 例), 其中一、二期 (松解后牵引) 各 2 例。记录术中中和术后并发症, 在术前、术后和末次随访时的颈椎侧位 X 线片上测量后凸节段 Cobb 角, 计算矫正率。**结果:**患者均顺利完成手术, 术中无神经、血管及脏器损伤并发症。单纯前路手术患者后凸 Cobb 角度由术前 45°~85° (72°±16°) 矫正至术后 0°~30° (12.6°±14.1°), 矫正率 63%~100% [(83±19)%]; 前后路联合手术患者后凸 Cobb 角由术前 40°~85° (55°±20°) 矫正至术后 0°~30° (16.3°±12.5°), 矫正率 33%~100% [(64±28)%]。随访 3~6 年 (4±1 年), 融合节段均在术后 3 个月实现骨性融合, 末次随访时矫正率无丢失, 无内固定失效。4 例患儿末次随访出现邻近节段退变, 3 例患儿出现远端交界性后凸。末次随访时, 神经功能均为 E 级。**结论:**根据病因及患者个体情况选择合适的手术方式治疗儿童颈椎后凸畸取得较好的矫形效果, 由于儿童生长发育的不确定性, 远期发生邻近节段退变和远期交界性后凸的风险不容忽视。

【关键词】 颈椎后凸; 儿童; 手术治疗; 疗效

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.05.07

中图分类号: R682.1, R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2021)-05-0427-09

Surgical treatment of cervical kyphosis in children/LI Chengxin, TIAN Yiren, LIU Hu, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31(5): 427-434, 449

【Abstract】Objectives: To explore the method and curative effect of surgical treatment of cervical kyphosis in children. **Methods:** 9 patients with cervical kyphosis treated surgically in Beijing Children's Hospital from January 2014 to January 2018 were analyzed retrospectively. There were 5 males and 4 females, with an average age of 5.32±4.48 years ranging from 11 months to 14 years. The etiologies included: neurofibromatosis (2 patients), congenital malformation (4 patients), iatrogenic malformation (1 patients), tuberculosis malformation (1 patient), and osteogenesis imperfecta (1 patient). Neck pain was noted in 8, neurological impairment in 5 (ASIA grade: 2 cases of grade C and 3 of grade D), cervical dislocation in 2, and scoliosis in 2. Corrective surgery through anterior approach was performed in 5 cases, and combined anterior-posterior approach in 4 patients, with 2 cases in one-stage and 2 cases in two-stage (traction after release). Halo traction was carried out preoperatively in 2 cases, skull traction in 1 case, suspension traction in 1 case, and balanced suspension traction in 2 cases. The change of kyphosis curvature was measured by Cobb angle. Parameters including kyphosis levels, the apex of the curvature, the Cobb angle were measured on lateral radiographs of neutral position of each patient. The preoperative and postoperative changes of various parameters were compared. The correction rate was calculated and evaluated. **Results:** All patients underwent the operation successfully without complications of nerve, blood vessel and organ injury. For single anterior approach group, the average Cobb angle was 45°~85° (72°±16°) preoperation and corrected to 0°~30° (12.6°±14.1°) postoperation with a

基金项目: 河北省重点研发计划项目民生科技专项基金资助 (20377736D)

第一作者简介: 男 (1963-), 副主任医师, 医学博士, 研究方向: 儿童脊柱畸形

电话: (010) 59616412 E-mail: dr_li_chengxin3828@163.com

共同第一作者: 田苡任 E-mail: 275584116@qq.com

correction ratio of 63%–100%[(83±19)%]. In the group of combined anterior–posterior approach surgery, the average Cobb angle was 40°–85°(55°±20°) before surgery and 0°–30°(16.3°±12.5°) after surgery with a correction ratio of 33%–100%[(64±28)%]. All patients were followed up for 3–6 years(4±1 years), and bony fusion was achieved at 3 months after operation for all the fusion segments. There were no loss of correction and failure of internal fixation, 4 cases had adjacent segment degeneration and 3 cases had junctional kyphosis. At the last follow-up, nervous function had recovered to grade E. **Conclusions:** The appropriate surgical strategy customized for the individual conditions of different etiology and pathology can achieve good results in the treatment of cervical kyphosis for children. In the long run, there may be a relative higher risk of adjacent segment degeneration and distal junctional kyphosis in this immature population.

【Key words】 Cervical kyphosis; Children; Surgical treatment; Curative effect

【Author's address】 Department of Orthopaedics, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing, 100045, China

颈椎后凸畸形是由不同病因引起的颈椎正常生理前凸消失、进而形成角状或弧形后凸,从而导致颈椎正常序列破坏,并可引起局部神经刺激及脊髓损伤^[1]。先天性、医源性、退变性、创伤性、肿瘤性、特发性及感染性等因素^[2–4]均可引起颈椎后凸畸形,中重度颈椎后凸需手术治疗。目前对重度(Cobb 角≥40°)^[5]颈椎后凸畸形选择何种手术方法尚无明确指南。儿童颈椎椎体小,尚处于生长发育中,而且没有针对儿童解剖特点设计的内固定系统,因此手术疗效的不确定性更大。目前针对儿童颈椎后凸畸形研究的报道较少,尚未形成针对性的治疗指导策略。本研究对北京儿童医院 2014~2018 年收治的 9 例颈椎后凸畸形患儿的临床资料进行回顾性总结,旨在分析儿童颈椎后凸畸形的临床特点,探讨儿童颈椎后凸的手术治疗方法及疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2014 年 1 月~2018 年 1 月,北京儿童医院共手术治疗 9 例颈椎后凸畸形患者,主诉颈部外观畸形及颈肩部酸痛不适。9 例患者的一般资料见表 1。5 例出现不同程度神经功能损害,2 例合并颈椎脱位,2 例伴有脊柱侧凸。均由同一位医师主刀手术。

1.2 治疗方法

1.2.1 术前牵引 6 例患者术前进行了牵引,牵引方法见表 2。牵引过程中密切观察患儿四肢感觉及运动功能情况,随时调整牵引时间及力量。牵引起始重量为 2kg,逐渐增加重量(1kg/d),至体重的 1/7~1/10。定期复查床旁牵引下颈椎侧位 X 线

片,观察牵引后矫形效果,决定手术时间。6 例患者平均牵引时间 2 周(1~3 周)。

1.2.2 手术方法 5 例患者单纯行前路序贯椎体间扩张矫形手术。患者仰卧位,术中维持颅骨牵引,全身麻醉后,取颈前横或斜切口,常规显露后凸节段椎体。患者均采用椎间盘切除松解间隙,从后凸顶点间隙开始向头尾两端依次操作,采用 Caspar 撑开钳等撑开椎间隙,完整切除椎间盘,充分松解,根据畸形节段及后突角度选择适当的椎间隙试模,送入椎间隙,C 型臂 X 线机观察矫形充分,置入同型号的充填了自体髂骨屑的椎间融合器。后凸较重脊髓受压者,次全切除 1~2 个椎体,修整上下终板,适度撑开,椎体间支撑取自体髂骨块或充填自体髂骨屑的钛网。根据预矫形效果,预弯钛板,将头尾端螺钉锁紧,通过螺钉的提拉作用将椎体进一步复位至接近生理曲度。4 例患者行前后路联合手术,其中 2 例行一期前后路联合手术(1 例结核性颈椎后凸,先行前路截骨松解,再行前路松解矫形固定融合,然后后路进一步矫形固定融合;1 例先天性颈椎后凸,寰枢椎后方发育畸形,先前路椎体次全切除,植骨融合矫形,后路支撑融合内固定治疗)。另外 2 例患儿年龄较小,其中 1 例伴有脱位,一期后路内固定部分矫形融合,2 周后二期行前路椎体次全切除自体髂骨块植骨融合矫形钛板内固定。具体情况见表 2。

1.2.3 术后处理 前路术后常规放置负压引流 48~72h,去除引流管后患儿可下床活动,头颈胸支具固定 2~6 个月。

1.3 术后随访及临床评价

术后 3 个月、6 个月、1 年及之后每年随访一次,均行颈椎正侧位、过伸过屈位 X 线片检查,测

量术后即刻及末次随访时的 Cobb 角, 计算畸形角 $\times 100\%$ 。记录固定节段、融合情况及患儿神经功能恢复情况。

表 1 9 例患者术前一般资料

Table 1 Preoperative demographic, imaging, and functional data

序号 Case	性别 Gender	手术时年龄(岁) Age at surgery (yr)	累及椎体节段 Vertebral segments involved	后凸角度($^{\circ}$) Cervical kyphosis	顶椎位置 Apex	VAS评分(分) VAS score	后凸病因 Pathogeny	ASIA脊髓损伤分级 ASIA grade
1	男 Male	11	C3-C5	45	C4	5	医源性 Iatrogenic deformity	D
2	男 Male	11/12	C4-C7	40	C5-C6	3	先天性 Congenital deformity	C
3	女 Female	5	C4-C7	85	C5-C6	6	结核性 Tuberculous kyphosis	E
4	男 Male	2	C1-C3	45	C2	4	先天性 Congenital deformity	C
5	女 Female	2	C2-C4	70	C3	4	成骨不全 Osteogenesis imperfecta	D
6	男 Male	6	C2-C4	50	C3	3	先天性 Congenital deformity	E
7	男 Male	2	C2-C5	80	C4	3	先天性 Congenital deformity	D
8	女 Female	14	C3-C6	85	C4-C5	7	神经纤维瘤病 Neurofibromatosis	E
9	女 Female	5	C2-C5	80	C4	5	神经纤维瘤病 Neurofibromatosis	E

表 2 9 例患者术前牵引、手术入路、手术方式和融合节段

Table 2 Preoperative traction, surgical approach, surgical methods and fusion segments of the 9 cases

序号 Case No.	术前牵引 Preoperative traction	手术入路 Surgical approach	手术方式 Surgical procedures	融合节段数 Fusion segment
1	无 No	前路 Anterior approach	C3-5 ACDF+ASID 钛板内固定术 ACDF+ASID C3-C5	3
2	颅骨弓牵引 Skull traction	前后路联合手术 Anteroposterior approach	一期后路 C2-T2 椎弓根螺钉固定矫形二期 C4-T1 椎体次全切除自体髂骨块植骨融合 C3-T2 椎体钛板内固定 One stage posterior C2-T2 pedicle screw fixation, Two stage anterior ACCF C3-T2	6
3	无 No	一期前后路联合入路 One stage anteroposterior ap-approach	后路 C3-T4 椎弓根螺钉固定前路 C5-T1 椎体次全切除自体髂骨融合 C4-T2 钛板内固定 Posterior C3-T4 pedicle screw fixation, anterior ACCF C4-T2	9
4	Halo 头环牵引 Halo traction	前后路联合手术 Anteroposterior approach	一期后路 C0-C4 枕颈固定二期前路 C3 椎体次全切除自体髂骨植骨融合 C2-C4 钛板内固定 One stage posterior C0-C4 occipitocervical fixation and second stage anterior ACCF C2-C4	4
5	悬吊牵引 Suspension traction	前路 Anterior approach	前路 C3 椎体次全切钛笼植入、C2-C4 钛板内固定 ACCF C2-C4	3
6	无 No	一期前后联合入路 Anteroposterior approach	前路 C3 椎体次全切除自体髂骨植骨融合 C2-4 钛板内固定后路 C0-C4 枕颈固定术 ACCF C2-C4, posterior C0-C4 occipitocervical fixation	4
7	Halo 头环牵引 Halo traction	前路 Anterior approach	C2-5 ACDF+ASID 钛板内固定术 ACDF+ASID C2-C5	4
8	平衡悬吊牵引 Balanced suspension traction	前路 Anterior approach	C3-6 ACDF+ASID 钛板内固定术 ACDF+ASID C3-C6	4
9	平衡悬吊牵引 Balanced suspension traction	前路 Anterior approach	C2-5 ACDF+ASID 钛板内固定术 ACDF+ASID C2-C5	4

注:ACDF, 颈椎前路间盘切除减压植骨融合术;ASID, 前路序贯椎体间扩张矫形术;ACCF, 颈椎前路椎体次全体切除减压植骨融合术

Note: ACDF, anterior cervical discectomy and fusion; ASID, anterior sequential interbody dilation; ACCF, anterior cervical corpectomy decompression and fusion

2 结果

6例术前牵引患儿中,2例行 Halo 头环牵引的患者均为先天性发育不良颈椎后凸伴脱位的患儿,预矫正率达到 27%;悬吊牵引 1 例,为成骨不全患儿,预矫正率 43%;颅骨牵引弓牵引 1 例,预矫正率 50%;平衡悬吊牵引(颅骨牵引+悬吊牵引)2 例,预矫正率 62%。9 例患儿均顺利完成手术,术中无神经、血管及脏器损伤并发症。术后及随访结果见表 3。单纯前路手术患者后凸 Cobb 角度由术前 $45^{\circ}\sim 85^{\circ}(72^{\circ}\pm 16^{\circ})$ 矫正至术后 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}(12.6^{\circ}\pm 14.1^{\circ})$,矫正率 63%~100%[(83±19)%],平均融合节段为 3.6 节;前后路联合手术患者后凸 Cobb 角由术前 $40^{\circ}\sim 85^{\circ}$ (平均 $55^{\circ}\pm 20^{\circ}$) 矫正至术后 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}(16.3^{\circ}\pm 12.5^{\circ})$,矫正率 33%~100%[(64±28)%],平均融合节段为 6.3 个(表 3)。随访 3~6 年(4 ± 1 年),融合节段均在术后 3 个月实现骨性融合,末次随访时矫正率无明显丢失,无内固定失效。4 例患儿末次随访出现邻近节段退变(图 1),3 例患儿出现远端交界性后凸(图 2)。末次随访时,神经功能均为 E 级。

3 讨论

儿童颈椎后凸畸形的病因以先天性、神经纤维瘤病性及结核性为主,特发性少见。Iwasaki 等^[4]报告了 4 例青少年特发性颈椎后凸畸形,除了外伤及手术史、全身松弛症、神经肌肉疾病、

先天性疾病、Larsen 综合征和骨发育不良等疾病。本组中未发现特发性颈椎后凸畸形病例。儿童颈椎后凸畸形主要症状除颈部畸形、疼痛及颈椎活动受限以外,神经功能损害并不少见。保守治疗(如头环背心及头颈胸支具等)效果往往较差,患者不易耐受。由于后凸畸形,椎体终板骨骺长期受压而生长抑制,导致畸形进展,需要手术干预。手术并发症包括伤口感染、C5 神经麻痹和近端、远端交界性后凸畸形、置入物移位、吞咽困难、声音嘶哑、肺栓塞等^[6-8]。手术前需要在颈椎正侧位和动力位 X 线平片上评估颈椎柔韧性;CT 和 MRI 检查有助于确定脊髓受压情况及椎体前缘骨性融合和后方关节突僵硬融合情况,以决定是否需行松解后再行术前牵引及手术类型的选择^[9,10]。儿童颈椎后凸畸形中前方骨性融合较少,一般直接牵引就可获得较好的预矫正效果。牵引可松解挛缩的韧带及肌肉,使颈椎后凸得到部分矫正,同时能提高脊髓对矫正的耐受性,降低手术风险。但 Helenius 等^[6]认为术前牵引与矫正效果及降低手术并发症风险没有必然联系。国内学者报道^[11-13]术前牵引可获得超过 30%的矫正率。张立等^[14]对于 4 例颈椎后凸患者采用平衡悬吊牵引,获得平均 68%的矫正率,且无并发症。沈晓龙等^[15]采用颅骨牵引的方法,认为预矫正率达 40%时行前路矫正手术,可获得良好效果。但是国外也有采用 Halo-vest 牵引出现椎动脉损伤或神经功能障碍

表 3 9 例患者术后及随访结果

Table 3 Results and complications postoperatively and at the final follow-up

序号 Case No.	随访时间 (年) Follow up time(yr)	末次随访时 VAS 评分 VAS score at final follow-up	术后 Postoperative		末次随访 Final follow-up		并发症 Complications
			Cobb角(°) Cobb angle	矫正率(%) Correction ratio	Cobb角(°) Cobb angle	矫正率(%) Correction ratio	
1	5	2	0	100	12	73	近端及远端邻近节段退变 Proximal and distal ASD
2	6	1	15	63	15	63	无 No
3	5	2	0	100	0	100	无 No
4	4	3	30	33	40	11	远端交界性后凸 Distal junctional kyphosis
5	4	2	25	64	25	64	远端邻近节段退变 Distal adjacent segment degeneration
6	3	1	20	60	15	70	远端交界性后凸 Distal junctional kyphosis
7	3	2	30	63	30	63	远端交界性后凸 Distal junctional kyphosis
8	3	3	0	100	0	100	近端邻近节段退变 Proximal adjacent segment degeneration
9	3	2	8	90	5	94	远端邻近节段退变 Distal adjacent segment degeneration

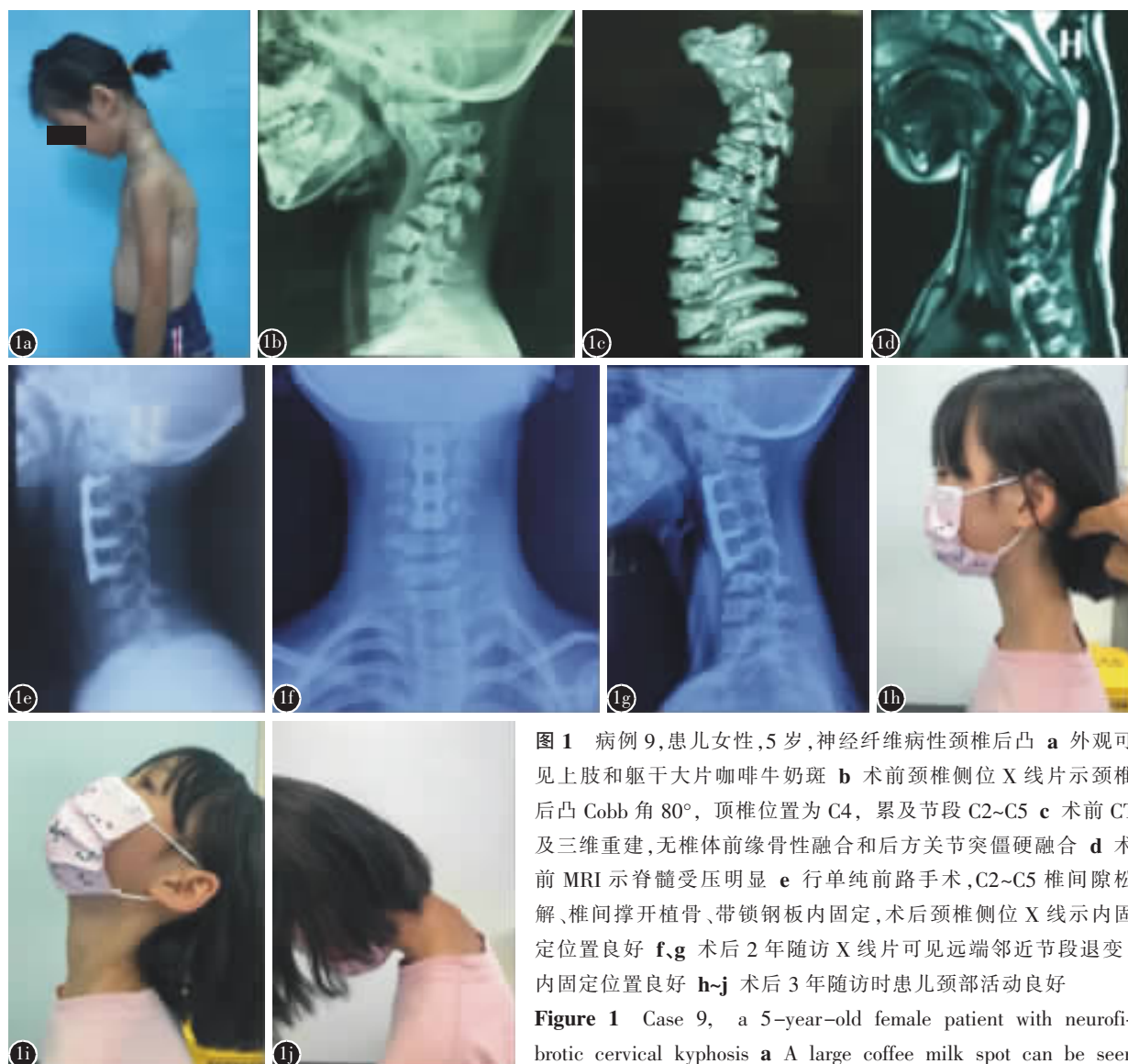


图 1 病例 9, 患儿女性, 5 岁, 神经纤维病性颈椎后凸 **a** 外观可见上肢和躯干大片咖啡牛奶斑 **b** 术前颈椎侧位 X 线片示颈椎后凸 Cobb 角 80°, 顶椎位置为 C4, 累及节段 C2~C5 **c** 术前 CT 及三维重建, 无椎体前缘骨性融合和后方关节突僵硬融合 **d** 术前 MRI 示脊髓受压明显 **e** 行单纯前路手术, C2~C5 椎间隙松解、椎间撑开植骨、带锁钢板内固定, 术后颈椎侧位 X 线片示内固定位置良好 **f、g** 术后 2 年随访 X 线片可见远端邻近节段退变, 内固定位置良好 **h~j** 术后 3 年随访时患儿颈部活动良好

Figure 1 Case 9, a 5-year-old female patient with neurofibrotic cervical kyphosis **a** A large coffee milk spot can be seen on appearance **b** The preoperative cervical lateral X-ray film showed cervical kyphosis Cobb angle of 80°, the apex was C4, involving C2~C5 **c** CT scan showed that no bony fusion of anterior vertebral body and rigid fusion of posterior articular process **d** MRI showed that the spinal cord was compressed obviously **e** Single anterior surgery, C2~C5 intervertebral space release, intervertebral distraction bone graft, locking plate internal fixation, postoperative cervical lateral X-ray showed that the internal fixation position was good **f, g** After 2 years follow-up, X-ray showed that distal adjacent segment degeneration **h~j** At the last follow-up, the children had no discomfort symptoms and had good activities

加重的报道。Goffin 等^[16]报道 1 例神经纤维瘤病性颈椎后凸的患者, 采用颅骨牵引后导致神经功能恶化。所以术前牵引时要密切观察患者的生命体征及神经功能的变化情况。本组 2 例行 Halo 头环牵引的患者均为先天性发育不良颈椎后凸伴脱位的患儿, 预矫正率达到 27%, 患儿年龄较小, 考虑使用头环固定(8 钉)较颅骨牵引弓固定牢固, 也考虑术后可能继续使用头环背心固定。悬吊牵引

1 例, 为成骨不全患儿, 预矫正率达到 43%, 术前较僵硬, 牵引 3 周后行椎体次全切除矫正治疗。颅骨牵引弓牵引 1 例, 预矫正率达到 50%, 用于后凸僵硬、椎体发育较差者, 术中牵引下操作, 便于术中行椎间矫正融合。2 例患儿进行了平衡悬吊牵引(颅骨牵引+悬吊牵引), 预矫正率达到 62%, 预矫正效果良好, 单纯行前路椎间矫正融合。由于本组中颈椎后凸畸形的病因不同, 年龄及发育状况



图 2 病例 6, 患儿男性, 6 岁, 先天性颈椎后凸畸形 **a** 术前颈椎侧位 X 线片示颈椎后凸 Cobb 角 50° , 顶椎位置为 C3, 累及节段 C2-C4 **b** 术前 MRI 示脊髓轻度受压 **c-e** 术前通过 CT 3D 打印颈椎模型可见寰椎发育畸形, 颈椎后方附件发育不良 **f-h** 一期前后路联合手术, 先行前路 C3 椎体次全切除自体髂骨撑开植骨颈前钛板矫形, 再行后路枕骨-C4 植骨融合钉板固定, 术后颈椎正侧位 X 线示内固定位置良好 **i-m** 术后 2 年患儿颈部活动良好 **n** 术后 2 年随访, X 线片可见远端交界性后凸, 内固定位置良好

Figure 2 Case 6, a 6-year-old male, congenital cervical kyphosis **a** preoperative lateral X-ray showed that the Cobb angle was 50° , the apex was C3, involving C2-C4 **b** Pre-operative MRI showed mild spinal cord compression **c-e** The CT 3D printed cervical spine model showed that the atlas was deformed and the posterior appendage of the cervical spine was dysplasia **f-h** In the first stage, anterior and posterior combined operation was performed. Anterior cervical C3 corpectomy decompression and autogenous iliac bone fusion and C2-C4 titanium plate internal fixation were performed combining with posterior C0-C4 occipitocervical fixation. The positive and lateral X-ray showed a good internal fixation position **i-m** The children had no discomfort symptoms and had good activities after 2 years follow-up **n** After 2 years follow-up, X-ray showed distal junction kyphosis

相差较大,所以各种牵引方式之间并没有进行比较。但我们认为,术前牵引可以降低手术风险,是一种安全有效的方法。

颈椎后凸手术的主要目的是改善脊柱的排列和平衡,减轻脊髓和神经根的压迫,达到良好的融合,减少颈部疼痛^[17]。目前对于颈椎后凸畸形的手术方式包括前路、后路及前后路联合三种,选择的原则存在较大争议。在治疗计划中起关键作用的因素包括脊髓压迫的情况、畸形的柔韧性、初次手术情况、畸形的位置以及存在的前后融合情况^[18]。

沈晓龙等^[7,19]认为大部分柔软的颈椎后凸可以通过单纯前路手术矫形,即便是严重的畸形,从而避免后路手术的并发症。钟沃权等^[19]认为重度颈椎后凸畸形(Cobb 角 40°~90°)无明确后方骨性融合,可采用单纯前路矫形。本组 5 例患者行单纯前路手术,矫正率达 83%。因为前路椎间盘切除可获得明显松解效果,加上仰卧位颈后支撑及椎体间逐级撑开融合器置入^[20],以及预弯钛板提拉复位技术,可有效矫正后凸甚至恢复生理前凸。融合节段通常为端椎到端椎,对于神经纤维瘤病及其他发育不良畸形,融合节段可适当延长。本组病例平均融合节段为 3.6 个。前路手术时间短,创伤小,矫形及融合效果与前后路手术相当。本组单纯行前路手术患者均实现融合,矫形效果无丢失。但在末次随访时有 4 例患儿出现邻近节段退变(ASD),1 例远端交界性后凸(DJK)。Park 等^[21]指出前路钢板接近邻近椎间盘间隙<5mm 是邻近节段骨化进展(ALOD)的关键危险因素。Kim 等^[22]也指出术中要尽量减小前路钢板和邻近椎间盘的距离,并将颈椎对线调整到最佳状态,这样有利于避免 ASD。年龄越小,颈椎发育越差,后凸畸形中椎间撑开及椎体螺钉固定提拉矫正后凸的力度越差,残余弯度越大。本组中 1 例 2 岁的先天性颈椎后凸患儿,术前 Halo 支具牵引效果差,导致神经损害加重,不得不早干预,施行了单纯前路椎间撑开矫形固定融合手术,术后发生远端交界性后凸。其原因除上述诸因素外,可能还与融合范围不足有关。本组其他单纯前路手术患者年龄较大,椎间隙松解撑开矫形效果满意。我们认为单纯前路手术适用于椎体发育较好,可以施行椎间松解矫形,不合并脱位及椎管狭窄,椎体骨质可承受椎间撑开力及螺钉固定提拉力量的颈椎后凸患儿。

张宏其等^[11]认为经过规范的术前牵引,后路

松解植骨钉棒系统内固定治疗效果满意,其报道的后路矫正率约在 50%左右。Abumi 等^[23]报告了对 17 例柔韧型颈椎后凸畸形患者采用单纯后路椎弓根螺钉固定术矫正,取得了满意效果。Helenius 等^[6]对 22 例神经纤维瘤合并颈椎后凸畸形患者进行治疗,单纯后路手术矫形率 58%,并主张应至少融合 6 个节段以防止术后发生交界性后凸,其报道的后路手术交界性后凸和 C5 神经根麻痹的发生率较高,建议器械应跨越所有发育异常和后凸段,防止交界性后凸问题。也有学者^[24]认为对于严重颈椎后凸畸形患者,需延长内固定节段,建议固定范围从 C2~C7,必要时固定到上胸椎,以提高疗效、减少并发症。我们认为,儿童尤其是幼儿阶段,中下段颈椎后路椎弓根及侧块螺钉固定可能性及强度均具备不确定性,对后凸畸形矫形过程中的施力难以提供帮助,故我们未选择单纯经后路后凸矫形手术。颈椎后凸畸形患者前方结构多因椎体缺如、楔变、椎间隙变窄导致后方结构被相对拉长,后路手术破坏颈椎的张力带结构,远期有加重后凸及交界性后凸的可能性。另外,考虑在儿童阶段,后凸畸形导致的后方小关节融合的可能较小,术前 CT 扫描结果也得到了验证,因此对单纯前路矫形效果影响不大,因而也不常规做后方松解,以保持其稳定性,也增加手术的安全性。本组病例中没有单纯行后路松解而实施后路手术者,通过术前牵引,预矫形均可达到单纯前路手术要求。

方加虎等^[12]认为对于严重僵硬型后凸畸形患者,首先行颈椎后路截骨及前路松解,术后持续颅骨牵引,二期再行前路植骨融合内固定手术,是较佳的选择。张立等^[9]认为对于 Cobb 角>90°的严重后凸畸形,前后方结构均有明显骨性融合的患者,适宜前后联合入路手术矫正。Yoshihara 等^[25]认为采用前后手术顺序对于颈椎后凸的畸形矫正是有利的。Abumi 等^[23]报告 13 例采用前后路联合手术治疗的僵硬型颈椎后凸畸形患者,颈椎后凸角度由术前平均 30.8°,自顾不矫正到末次随访时的 0.5°,所有患者均实现骨性融合,有 2 例出现椎弓根螺钉器械相关的短暂神经根并发症。而对于神经纤维瘤病性颈椎后凸畸形,Ma 等^[26]治疗了 8 例神经纤维瘤病性颈椎后凸患儿,7 例采用前后路联合手术,后凸畸形明显改善。本组病例中有 2 例患儿采用了一期前后路联合手术,1 例为陈旧性结

核性颈椎后凸,后凸畸形僵硬,采用后-前-后入路,即先后路减压松解,然后前路松解矫形融合,最后后路内固定融合。1 例先天性颈椎后凸,患儿寰枢椎后方发育畸形,枕颈不稳定,无法单纯施行后路固定矫形,采用前-后路联合入路,即先前路椎体次全切除,植骨融合撑开矫形,后路融合内固定。2 例接受二期前后路手术患儿均系年龄较小,担心无法承受联合入路的打击,遂行一期后路内固定矫形,二期行前路椎体次全切除自体髂骨植骨融合内固定治疗。本组中有 3 例前后路手术患儿均为先天性颈椎后凸畸形,存在颈椎后方附件发育不良,单一入路不能提供稳定支撑,矫形固定效果恐不理想。作者认为前后路联合手术,固定更牢固,减少了内固定器械失效,假关节形成的机会,但是也相应增加了手术风险。前后路联合手术适用于畸形僵硬(如结核),严重发育不良,骨质比较差的幼儿及合并脱位或椎管狭窄者,可先行后路小关节松解,再进行前路椎间或椎体次全切矫形固定融合,再行后路固定融合。本组中 4 例进行的前后路联合手术,由于后方附件发育差,加之年龄小骨质差,后路单纯椎弓根螺钉内固定术以提供稳定性辅助前路内固定效果为主,从而降低矫正率丢失及假关节形成的几率,并没有同时进行截骨矫形。

本组病例中术后发生 DJK 及 ASD 的情况较为突出。儿童颈椎椎体较小,由于缺乏针对儿童颈椎结构设计的前路内固定板,采用成人板常常接近端椎上下边缘,影响刺激邻近椎间盘,容易导致 ASD。DJK 是颈椎后凸畸形远期发生的问题,主要与融合范围不足相关,亦或与术后残余后凸角度较大及术后康复锻炼不足有关。基于对术后颈椎远期发育及功能影响的考虑,融合节段方面我们同样遵循端椎到端椎的原则,平均融合 3.6 个椎体,但是随着患儿的生长发育应当关注术后发生 DJK 的倾向。患儿年龄越小,椎体发育及骨质越差,出现并发症的不确定性越大。本研究对于儿童的生长发育远期并发症仍有待观察。术前牵引有利于改善畸形的柔韧性,减少术后残余后凸。根据儿童不同病因颈椎后凸畸形的疾病自然发展史及是否合并严重脊髓压迫,决定手术干预的时机和手术策略。对于部分患儿出现的邻近节段退变问题,目前尚无症状,仍需继续随访观察。

因此,考虑到儿童尤其幼儿颈椎发育特点,对

于椎体发育及骨质较好的后凸畸形,单纯前路矫形融合或将是首选的安全有效方法。但因为病例数较少,病因各异,年龄跨度较大,研究倾向于对个案的针对性治疗得出的初步经验体会,病例间治疗效果的可比性不强,所以难以形成较为系统的成熟结论,还需进一步总结更多病例或开展多中心研究。

4 参考文献

1. 贾连顺. 浅谈颈椎后凸畸形基本概念与诊断学基础[J]. 脊柱外科杂志, 2010, 8(2): 126-128.
2. Sin AH, Acharya R, Smith DR, et al. Adopting 540-degree fusion to correct cervical kyphosis[J]. Surg Neurol, 2004, 61(6): 515-522.
3. Han K, Lu C, Li J, et al. Surgical treatment of cervical kyphosis[J]. Eur Spine J, 2011, 20(4): 523-536.
4. Iwasaki M, Yamamoto T, Miyauchi A, et al. Cervical kyphosis predictive factors for progression of kyphosis and myelopathy [J]. Spine, 2002, 27(13): 1419-1425.
5. 张立, 孙宇, 张凤山, 等. 颈椎牵引预矫形结合手术矫形治疗重度颈椎后凸畸形[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(8): 698-704.
6. Helenius IJ, Sponseller PD, Mackenzie W, et al. Outcomes of spinal fusion for cervical kyphosis in children with neurofibromatosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2016, 98(21): e95.
7. Shen XL, Wu HQ, Shi CG, et al. Preoperative and intraoperative skull traction combined with anterior-only cervical operation in the treatment of severe cervical kyphosis (>50 Degrees)[J]. World Neurosurgery, 2019, 130: e915-e925.
8. Kawabata S, Watanabe K, Hosogane N, et al. Surgical correction of severe cervical kyphosis in patients with neurofibromatosis type 1[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 18(3): 274-279.
9. Savage JW, Schroeder GD, Hsu WK, et al. Cervical deformity: pre-operative evaluation and surgical treatment options [J]. Semin Spine Surg, 2014, 26(3): 172-179.
10. Ames CP, Smith JS, Scheer JK, et al. A standardized nomenclature for cervical spine soft-tissue release and osteotomy for deformity correction: clinical article[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(3): 269-278.
11. 张宏其, 袁丹, 刘少华, 等. 重度僵硬型非角状颈椎后凸畸形的手术治疗[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(4): 266-269.
12. 方加虎, 贾连顺, 周许辉, 等. 颈椎僵硬型后凸畸形的临床评估和手术入路选择[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18(13): 1057-1060.
13. 刘立岷, 宋跃明, 刘浩, 等. 枕颌牵引前路撑开植骨融合治疗小儿鹅颈畸形[J]. 脊柱外科杂志, 2008, 6(6): 321-324.
14. 张立, 孙宇, 李锋, 等. 悬吊牵引预矫形手术融合内固定治疗青少年颈椎严重角状后凸畸形 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(3): 206-211.

(下转第 449 页)

- cal clinic: incidence and association with the choice of operative versus nonoperative management [J]. *J Neurosurg Spine*, 2008, 9(4): 326–331.
18. Fu KMG, Rhagavan P, Shaffrey CI, et al. Prevalence, severity, and impact of foraminal and canal stenosis among adults with degenerative scoliosis [J]. *Neurosurgery*, 2011, 69(6): 1181–1187.
 19. Glassman SD, Alegre G, Carreon L, et al. Perioperative complications of lumbar instrumentation and fusion in patients with diabetes mellitus[J]. *Spine J*, 2003, 3(6): 496–501.
 20. Deyo RA, Hickam D, Duckart JP, et al. Complications after surgery for lumbar stenosis in a veteran population[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(19): 1695–1702.
 21. Cho W, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Comparison of spinal deformity surgery in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus(NIDDM) versus controls[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2012, 37(16): E978–984.
 22. Zhang XN, Sun XY, Hai Y, et al. Incidence and risk factors for multiple medical complications in adult degenerative scoliosis long-level fusion [J]. *J Clin Neurosci*, 2018, 54: 14–19.
 23. Puvanesarajah V, Rao SS, Hassanzadeh H, et al. Determinants of perioperative transfusion risk in patients with adult spinal deformity[J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 28(4): 429–435.
 24. Wong J, Beheiry HE, Rampersaud YR, et al. Tranexamic acid reduces perioperative blood loss in adult patients having spinal fusion surgery[J]. *Anesth Analg*, 2008, 107(5): 1479–1486.
 25. Devin CJ, Chotai S, McGirt MJ, et al. Intrawound vancomycin decreases the risk of surgical site infection after posterior spine surgery: a multicenter analysis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(1): 65–71.
 26. Khan NR, Thompson CJ, DeCuyper M, et al. A meta-analysis of spinal surgical site infection and vancomycin powder[J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 21(6): 974–983.
 27. Burton DC, Sethi RK, Wright AK, et al. The role of potentially modifiable factors in a standard work protocol to decrease complications in adult spinal deformity surgery: a systematic review[J]. *Spine Deform*, 2019, 7(5): 669–683.
 28. Purvis TE, Goodwin CR, Molina CA, et al. Percentage change in hemoglobin level and morbidity in spine surgery patients[J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 28(3): 345–351.
 29. Sanz CC, Pereira A. Age of blood and survival after massive transfusion[J]. *Transfus Clin Biol*, 2017, 24(4): 449–453.
 30. Apisarnthanarak A, Jones M, Waterman BM, et al. Risk factors for spinal surgical-site infections in a community hospital: a case-control study [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2003, 24(1): 31–36.

(收稿日期:2020-12-13 修回日期:2021-04-22)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 彭向峰)

(上接第 434 页)

15. 沈晓龙, 吴卉乔, 胡之浩, 等. 颈椎前路手术治疗重度颈椎后凸畸形的效果分析[J]. *中华外科杂志*, 2017, 55(3): 166–171.
16. Goffin J, Grob D. Spondyloptosis of the cervical spine in neurofibromatosis: a case report[J]. *Spine*, 1999, 24(6): 587–590.
17. Gadia A, Shah K, Nene A. Cervical kyphosis [J]. *Asian Spine*, 2019, 13(1): 163–172.
18. Tan LA, Riew KD, Traynelis VC. Cervical spine deformity—part 2: management algorithm and anterior techniques [J]. *Neurosurgery*, 2017, 81(4): 561–567.
19. 钟沃权, 姜亮, 孙宇, 等. 单纯前路与前后联合入路矫形手术治疗重度颈椎后凸畸形[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(3): 235–240.
20. Lau D, Ziewacz JE, Le H, et al. A controlled anterior sequential interbody dilation technique for correction of cervical kyphosis [J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(3): 263–273.
21. Park JB, Cho YS, Riew KD. Development of adjacent-level ossification in patients with an anterior cervical plate[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(3): 558–563.
22. Kim HJ, Kelly MP, Ely CG, et al. The risk of adjacent-level ossification development after surgery in the cervical spine :are there factors that affect the risk? a systematic review[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2012, 37(22 Suppl): S65–74.
23. Abumi K, Shono Y, Taneichi H, et al. Correction of cervical kyphosis using pedicle screw fixation systems[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1999, 24(22): 2389–2396.
24. 李方财, 陈其听, 陈维善. 严重僵硬型颈椎后凸畸形的手术入路选择[J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35(4): 368–373.
25. Yoshihara H, Abumi K, Ito M, et al. Severe fixed cervical kyphosis treated with circumferential osteotomy and pedicle screw fixation using an anterior-posterior-anterior surgical sequence[J]. *World Neurosurg*, 2013, 80(5): 654.e17–21.
26. Ma J, Wu Z, Yang X, et al. Surgical treatment of severe cervical dystrophic kyphosis due to neurofibromatosis type 1: a review of 8 cases[J]. *J Neurosurg Spine*, 2011, 14(1): 93–98.

(收稿日期:2020-07-13 末次修回日期:2021-01-04)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)