

· 专题 · 儿童颈椎畸形的治疗 ·

儿童颈椎后凸畸形治疗的挑战和经验：
一项 16 例患者的单中心回顾性总结

全文二维码

张瀚文 姚子明 郭东 刘昊楠 李承鑫 张学军

首都医科大学附属北京儿童医院骨科, 北京 100045

通信作者: 张学军, Email: zhang-x-j04@163.com

【摘要】 目的 总结儿童颈椎后凸畸形的临床特点和手术疗效, 提高诊疗效果。 **方法** 回顾性分析 2013 年 1 月至 2023 年 1 月于首都医科大学附属北京儿童医院骨科接受手术治疗的儿童颈椎后凸畸形患者临床资料, 总结致畸原因、影像学特征、手术方法、疗效和预后。根据临床资料收集时间, 将所有患儿术前、术后和末次随访时颈椎后凸角、后凸矫正率和美国脊髓损伤学会分级进行分组对比。 **结果** 本研究共纳入颈椎后凸畸形患儿 16 例, 男 7 例、女 9 例; 年龄 (8.2 ± 4.7) 岁。致畸原因: 先天性 9 例、I 型神经纤维瘤病 3 例、结核性 2 例、医源性 1 例和外伤性 1 例。16 例颈椎后凸畸形患儿均顺利完成手术, 术中无一例血管神经和周围脏器损伤, 围手术期无一例严重并发症。9 例行单纯前路手术, 主要术式为前路颈椎间盘切除减压植骨融合术/前路颈椎椎体次全切除植骨融合术 + 前路序贯椎间扩张矫形术; 6 例行前后路联合手术 (其中 1 例采用分期手术); 1 例行单纯后路手术 (半椎体切除 + 椎弓根钉棒固定融合)。术前颈椎后凸角为 $47.0^\circ (43.0, 55.5)^\circ$, 术后颈椎后凸角为 $6.5^\circ (0, 15.8)^\circ$, 末次随访时颈椎后凸角为 $9.5^\circ (6.5, 13.3)^\circ$, 术后和末次随访时的颈椎后凸角均较术前明显改善 ($Z = -4.836$, $P < 0.001$; $Z = -4.829$, $P < 0.001$), 但术后和末次随访时的颈椎后凸角差异无统计学意义 ($Z = -1.593$, $P = 0.111$)。术后随访 3 个月, 患儿均内固定到位且术区骨性融合; 随访期间, 6 例出现远端交界性后凸, 3 例出现临近节段退变。末次随访时所有患儿美国脊髓损伤学会分级评级均为 E 级, 较术前明显好转 ($Z = 14.545$, $P < 0.001$)。 **结论** 儿童颈椎后凸畸形临床罕见, 根据病因和局部畸形情况个体化设计治疗方案可取得较好预后, 但需警惕远期邻近节段退变和远端交界性后凸等问题。

【关键词】 脊柱后凸; 先天畸形; 外科手术; 儿童**基金项目:** 中央高水平医院临床科研业务费资助 (2022-PUMCH-D-004)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202307020-004

Challenges and experiences of managing cervical kyphosis in children: a single-centre retrospective summary of 16 cases

Zhang Hanwen, Yao Ziming, Guo Dong, Liu Haonan, Li Chengxin, Zhang Xuejun

Department of Orthopedics, Affiliated Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100045, China

Corresponding author: Zhang Xuejun, Email: zhang-x-j04@163.com

【Abstract】 Objective To explore the clinical characteristics and surgical efficacies of children with cervical kyphosis (CK) and improve its therapeutic efficiency. **Methods** The relevant clinical data were retrospectively reviewed for 16 CK children operated from January 2013 to January 2023. The causes of deformity, imaging characteristics, surgical approaches and outcomes were summarized. **Results** There were 7 boys and 9 girls with a mean age of (8.2 ± 4.7) (11/12 - 15.75) year. The underlying causes were congenital ($n = 9$), NF-1 ($n = 3$), tuberculosis ($n = 2$), medical ($n = 1$) and traumatic ($n = 1$). All procedures were successfully completed without no serious perioperative complications. The procedures included simple anterior surgery of ACDF/ACCF + ASDI ($n = 9$), combined 1-stage antero-posterior surgery ($n = 6$) and simple posterior hemilaminectomy plus pedicle fixation & fusion ($n = 1$). Mean preoperative CK was $47.0 (43.0 \pm 55.5)^\circ$, mean postoperative kyphosis $6.5 (0, 15.8)^\circ$ and mean kyphosis $9.5 (6.5, 13.3)^\circ$ at the last follow-up. During 3-month follow-ups, bony fusion was achieved after internal fixation in operative area. Postoperative and final fol-

low-up posterior convexity was significantly better than preoperative ($Z = -4.836, P < 0.001$; $Z = -4.829, P < 0.001$) and there was no significant loss of correction ($Z = -1.593, P = 0.111$). During follow-ups, there were distal junctional kyphosis (DJK, $n = 6$) and adjacent segment disease (ASD, $n = 3$). All of them attained ASIA grade E at the final follow-up. **Conclusions** CK in children is a rare clinical entity with decent outcomes when treatment is individualized according to its cause and local deformity. However, cautions should be taken against the development of ASD and DJK.

【Key words】 Kyphosis; Congenital Abnormalities; Surgical Procedures, Operative; Child

Fund program: Clinical Research Fund of the Central High-level Hospital (2022-PUMCH-D-004)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202307020-004

颈椎后凸畸形是指由于各种原因导致的颈椎生理前凸消失、角状或弧形后凸形成^[1-2]。该病临床少见,成人多为退行性病变所致,儿童颈椎后凸畸形以先天性、医源性和感染性居多^[3-7]。异常的颈椎力线随儿童生长发育不断进展,可导致颈部外观畸形、疼痛和功能障碍等,严重者还会压迫脊髓和神经根,造成肢体运动感觉障碍、截瘫甚至死亡等不可挽回的后果^[4,8]。为最大程度保存神经功能、矫正畸形并改善预后,重度(局部后凸角 $\geq 40^\circ$)颈椎后凸畸形患儿常需尽早接受手术治疗^[9-10]。但颈椎手术侵入性强、风险高、难度大,儿童患者颈椎椎体发育差、可选内固定器械少,因此其治疗通常较为困难、复杂,且充满风险和挑战^[9,11]。我们收集了颈椎后凸畸形患儿临床资料,对其病例特点、手术策略和疗效进行分析。

资料与方法

一、研究对象

本研究为回顾性研究,纳入 2013 年 1 月至 2023 年 1 月于首都医科大学附属北京儿童医院骨科接受手术治疗的颈椎后凸畸形患儿共 16 例,男 7 例、女 9 例;年龄(8.2 ± 4.7)岁。16 例均存在颈部疼痛和外观畸形,8 例存在不同程度的美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)分级改变^[12]。16 例颈椎后凸畸形患儿基线信息详见表 1。本研究经首都医科大学附属北京儿童医院医学伦理委员会批准([2023]-E-093-R)。患儿家属均知情同意并签署知情同意书。

二、治疗方法

(一)术前牵引

表 1 16 例颈椎后凸畸形患儿基线信息

Table 1 Baseline profiles of 16 children with cervical kyphosis

病例编号	性别	年龄(岁)	累及节段	后凸角($^\circ$)	顶椎	病因	ASIA 分级
1	女	14.0	第 3 颈椎至第 5 颈椎	42	第 4 颈椎	NF1	E
2	男	2.1	第 2 颈椎至第 5 颈椎	58	第 3 颈椎	先天性	C
3	女	5.6	第 2 颈椎至第 5 颈椎	78	第 4 颈椎	NF1	D
4	男	2.0	第 1 颈椎至第 4 颈椎	45	第 2 颈椎	先天性	C
5	男	8.7	第 2 颈椎至第 6 颈椎	46	第 4 颈椎	先天性	D
6	女	10.7	第 3 颈椎至第 4 胸椎	50	第 7 颈椎	NF1	C
7	女	10.8	第 5 颈椎至第 3 胸椎	48	第 7 颈椎	先天性	E
8	男	12.6	第 6 颈椎至第 2 胸椎	58	第 7 颈椎	先天性	E
9	男	11.4	第 3 颈椎至第 5 颈椎	43	第 3 颈椎	医源性	C
10	女	9.4	第 3 颈椎至第 4 胸椎	70	第 6 颈椎	结核性	E
11	男	6.0	第 2 颈椎至第 4 颈椎	50	第 3 颈椎	先天性	C
12	女	3.8	第 4 颈椎至第 7 颈椎	43	第 6 颈椎	结核性	D
13	女	15.8	第 3 颈椎至第 6 颈椎	53	第 4 颈椎	先天性	D
14	男	13.3	第 2 颈椎至第 4 颈椎	42	第 3 颈椎	外伤性	E
15	女	4.3	第 1 颈椎至第 4 颈椎	40	第 5 颈椎	先天性	E
16	女	0.9	第 3 颈椎至第 7 颈椎	46	第 5 颈椎	先天性	C

注 NF1: I 型神经纤维瘤病; ASIA: 美国脊髓损伤协会

9 例后凸角 $\geq 45^\circ$ 的患儿入院后接受了牵引治疗,主要牵引方式包括 Halo 重力牵引(4 例)、牵引弓重力牵引(2 例)、平衡悬吊牵引(2 例)和枕颌带牵引(1 例)。开始牵引时以 2 kg 为初始重量,逐渐增至最大牵引重量(约患儿体重的 15%),每日牵引时间 ≥ 12 h。每隔 7 d 于牵引下行颈椎侧位 X 线检查观察牵引效果,达牵引平台期(后凸角改善 $\leq 5^\circ$)后考虑进行下一步手术治疗,术前牵引时间 14 (8, 21) d。如牵引期间患儿出现肢体感觉或运动障碍,则及时调整牵引重量和时间。

(二) 手术治疗

16 例颈椎后凸畸形患儿中,9 例行单纯前路手术,主要术式为前路颈椎间盘切除减压植骨融合术(anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)和前路序贯椎间扩张矫形术(anterior sequential interbody dilation, ASDI),即仰卧位取颈前外侧(气管和胸锁乳突肌间隙)入路,由后凸顶点向头尾两端用 Caspar 钳依次撑开椎间隙并完整切除椎间盘进行充分松解,根据后凸角和畸形范围选择合适的椎间融合器予自体髂骨填充后植入椎间隙,随后用钛板固

定。若后凸畸形较严重则采取前路颈椎椎体次全切除减压植骨融合术(anterior cervical corpectomy decompression and fusion, ACCF)进行松解和减压,即次全切除畸形严重椎体,采取自体髂骨块或自体髂骨填充钛笼作为前中柱支撑^[13];5 例行一期前后路联合手术(2 例结核患儿因需清除结核病灶行后路病灶清除松解减压 + 前路 ACDF/ACCF + ASID; 2 例因椎体和椎板存在自发融合行后路顶椎减压钉棒固定 + 前路 ACCF, 1 例因合并寰枢椎不稳行前路 ACCF + ASID + 后路颈枕融合);1 例行单纯后路手术(病例 8 因第 7 颈椎半椎体行后路半椎体切除 + 短节段椎弓根钉棒固定);1 例行分期前后路联合手术(因年龄较小、椎体发育较差、无合适内固定系统,一期行后路减压 + 枕骨至第 4 颈椎颈枕融合,二期行前路 ACCF + 钛板固定)。16 例颈椎后凸畸形患儿手术资料详见表 2。

三、术后随访和评价指标

1. 术后随访 术后 3 d 复查颈椎正侧位 X 线片了解内固定和矫形情况;术后 3 个月、6 个月、1 年复查颈椎正侧位和动力位 X 线片。

表 2 16 例颈椎后凸畸形患儿手术资料
Table 2 Surgical data of 16 children with cervical kyphosis

病例编号	术中牵引	入路	术式	融合节段数量(个)	手术时间(min)	出血量(mL)
1	未用	前	第 3 颈椎至第 5 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	3	324	160
2	牵引弓 3 kg	前	第 3 颈椎至第 4 颈椎 ACCF + ASID + 钛板固定	4	350	100
3	未用	前	第 2 颈椎至第 5 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	4	265	300
4	Mayfield 头架	一期后 二期前	一期后路减压 + 枕骨至第 4 颈椎颈枕固定 二期前路第 3 颈椎 ACCF + 第 2 颈椎至第 4 颈椎钛板固定	4	335/461	160/335
5	未用	前	第 2 颈椎至第 6 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	6	463	50
6	Mayfield 头架	前后联合	后路顶椎减压 + 第 3 颈椎至第 4 颈椎钉棒固定 前路第 5 颈椎至第 1 胸椎 ACCF + 第 4 颈椎至第 2 胸椎钛板固定	9	468	3 000
7	牵引弓 5 kg	前后联合	后路顶椎减压 + 第 5 颈椎至第 3 胸椎钉棒固定 前路第 6 颈椎至第 1 胸椎 ACCF + 第 5 颈椎至第 2 胸椎钛板固定	8	790	1 000
8	牵引弓 2 kg	后	后路第 7 颈椎半椎体切除 + 钉棒固定	3	205	300
9	未用	前	第 3 颈椎至第 5 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	3	240	20
10	Mayfield 头架	前后联合	后路第 3 颈椎至第 4 胸椎椎弓根钉置入 + 病灶清除截骨减压 前路第 5 颈椎至第 1 胸椎 ACCF + 第 4 颈椎至第 2 胸椎钛板固定 后路钉棒固定	8	705	400
11	牵引弓 3 kg	前后联合	前路第 2 颈椎至第 4 颈椎 ACCF + ASID + 钛板固定 后路枕骨至第 4 颈椎颈枕融合	4	451	150
12	未用	前后联合	后路病灶清除截骨减压 前路第 4 颈椎至第 7 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	4	235	30
13	未用	前	第 4 颈椎至第 7 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	4	265	20
14	未用	前	第 2 颈椎至第 4 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	3	375	20
15	牵引弓 2 kg	前	第 1 颈椎至第 4 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	4	160	20
16	未用	前	第 3 颈椎至第 7 颈椎 ACDF + ASID + 钛板固定	5	330	200

注 ACDF:前路颈椎椎间盘切除减压植骨融合术; ASID:前路序贯椎间扩张矫形术; ACCF:前路颈椎椎体次全切除植骨融合术

2. 评价指标 收集患者围手术期各项指标,记录基线信息、手术资料和随访情况。主要评价指标:术前、术后、末次随访时颈椎后凸角和矫正率 $[(\text{即时后凸角} - \text{术前后凸角}) / \text{术前后凸角} \times 100\%]$;次要评价指标:美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)分级。

四、统计学处理

应用 SAS 9.4 进行数据处理。应用 Kolmogorov-Smirnov 法对计量资料进行正态性检验,服从正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示;不服从正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney 检验。计数资料采用频数、率或构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

患儿均顺利完成手术,术中无血管神经和周围脏器损伤,围手术期无严重并发症。住院时间(23.4 ± 7.5)d,随访时间(57.8 ± 19.6)个月,随访结果详见表 3。16 例颈椎后凸畸形患儿术前颈椎后凸角为 47.0° ($43.0, 55.5$) $^\circ$,术后中位后凸角为 6.5° ($0, 15.8$) $^\circ$,末次随访时中位后凸角为 9.5° ($6.5, 13.3$) $^\circ$,其中术后和末次随访时的颈椎后凸角均较术前均明显改善($Z = -4.836, P < 0.001$;

$Z = -4.829, P < 0.001$),但术后和末次随访时的颈椎后凸角差异无统计学意义($Z = -1.593, P = 0.111$)。术后随访 3 个月,患儿均内固定在位且术区骨性融合。随访期间,6 例出现远端交界性后凸(distal junctional kyphosis, DJK),3 例出现临近节段退变(adjacent segment disease, ASD)。末次随访时所有患儿 ASIA 评级均为 E 级,较术前明显好转($Z = 14.545, P < 0.001$)。典型病例见图 1 至图 5。

讨 论

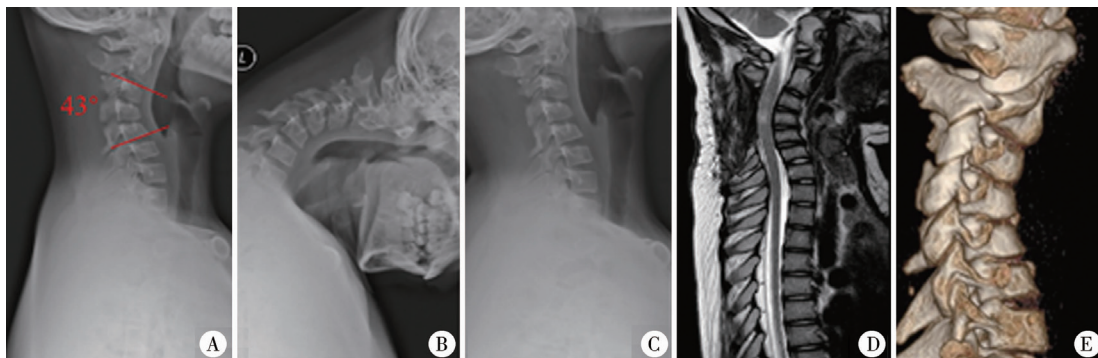
儿童颈椎后凸畸形临床少见,主要为先天性、医源性或感染性等原因所致的颈椎生理曲度消失和后凸形成,常出现外观畸形、颈部疼痛和活动受限等,严重者可合并神经功能障碍,甚至危及生命^[7,14]。该畸形会使颈椎软骨终板受压,抑制椎体骨骺生长,且后凸角度常随身体发育不断进展,因此一经发现,患儿应尽早接受治疗^[15]。有文献指出,部分轻度颈椎后凸畸形患儿可通过保守治疗(Halo-Vest 或头颈胸支具)和规律随访达到控制畸形进展的目的,但多数患儿就诊时已出现颈椎前柱短缩、后柱延长、骨性和软组织性结构发生明显改变等情况,保守治疗效果有限,常需手术干预^[16]。手术治疗的总体原则是通过良好的固定和坚强的融合改善颈椎序列和矢状位平衡、减轻颈部疼痛和

表 3 16 例颈椎后凸畸形患儿随访情况

Table 3 Follow-up of 16 children with cervical kyphosis

病例 编号	随访时间 (月)	住院时间 (d)	术后			末次随访			矫正率丢失 (%)	并发症
			颈椎后凸角($^\circ$)	矫正率(%)	ASIA 分数	颈椎后凸角($^\circ$)	矫正率(%)	ASIA 分数		
1	38	22	8	81	E	8	81	E	0	ASD
2	47	28	30	48	D	34	41	E	14	无
3	35	24	9	88	E	11	86	E	3	DJK
4	47	24	28	38	D	36	20	E	47	DJK
5	58	17	7	85	E	11	76	E	10	无
6	46	35	18	64	D	14	72	E	-13	DJK
7	59	38	0	100	E	9	81	E	19	ASD
8	25	16	7	88	E	10	83	E	6	无
9	87	22	2	95	D	9	79	E	17	DJK
10	65	21	0	100	E	0	100	E	0	无
11	39	36	6	88	D	10	80	E	9	DJK
12	66	16	0	100	E	0	100	E	0	无
13	71	16	0	100	D	4	92	E	8	无
14	72	17	0	100	E	6	86	E	14	无
15	75	16	4	90	E	9	78	E	14	ASD
16	95	27	23	50	D	26	43	E	13	DJK

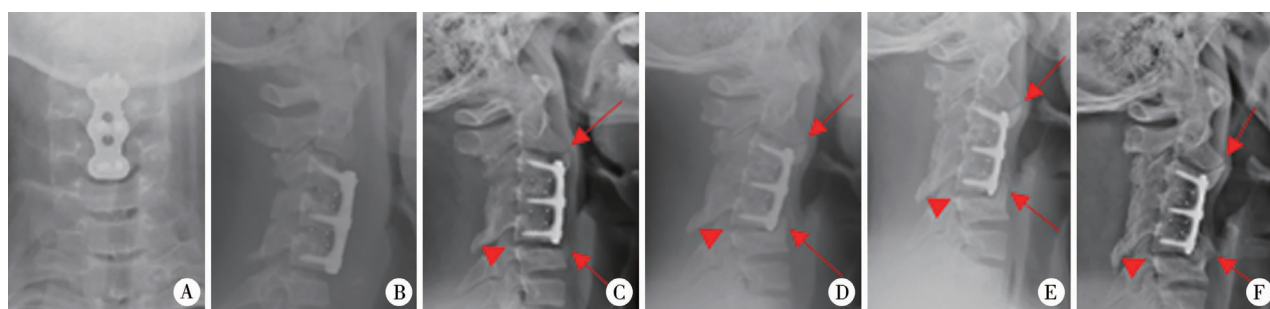
注 ASIA:美国脊髓损伤协会分级; ASD:邻近节段退变; DJK:远端交界性后凸



注 A:术前X线片可见颈椎后凸畸形,累及节段第3颈椎至第5颈椎,顶椎为第4颈椎,后凸角约43°; B、C:术前动力位X线片显示后凸尚柔韧; D:术前MRI可见脊髓受压,且局部少量高信号,查体美国脊髓损伤协会分级为C级; E:术前CT三维重建未见明显三柱骨性融合

图1 医源性颈椎后凸畸形患儿术前颈椎影像学图像

Fig.1 Preoperative cervical radiographs in children with medically-derived cervical kyphosis



注 A、B:手术方式为单纯前路颈椎间盘切除减压植骨融合术+钛板固定,术后颈椎正侧位X线片见内固定位置良好; C-E:随访期间出现远端交界性后凸(红色三角)和远近端邻近节段退变(红色箭头),逐渐加重; F:末次随访X线片可见DJK(红色三角)和远近端ASD(红色箭头),手术节段已骨性融合

图2 医源性颈椎后凸畸形患儿术后随访颈椎影像学图像

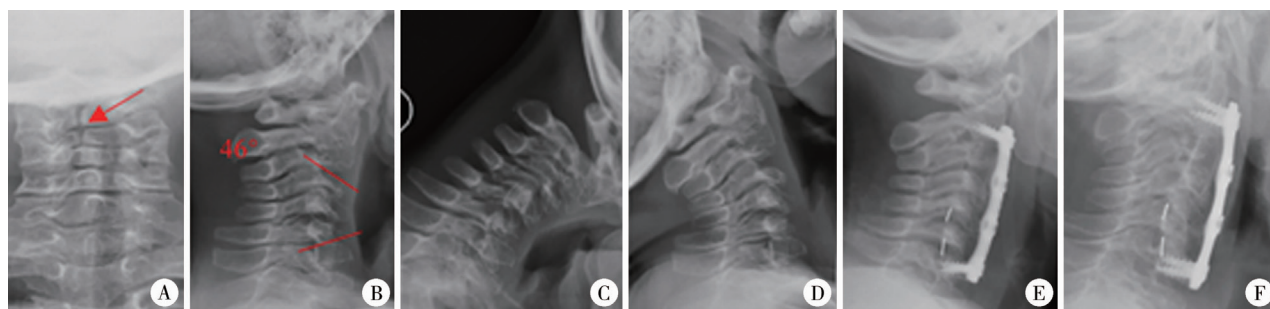
Fig.2 Postoperative follow-up cervical radiographs in children with medically-derived cervical kyphosis



注 A:术前X线片可见颈椎后凸畸形,累及节段第2颈椎至第5颈椎,顶椎为第4颈椎,后凸角约78°; B、C:术前动力位X线片显示后凸僵硬; D:术前CT三维重建可见椎体呈典型NF1病理改变; E、F:手术方式为单纯前路颈椎间盘切除减压植骨融合术+钛板固定,术后颈椎正侧位X线片见内固定位置良好; G、H:随访X线片可见远端交界性后凸(红色三角),手术节段已骨性融合; NF1: I型神经纤维瘤病

图3 NF-1性颈椎后凸畸形患儿术前及术后随访颈椎影像学图像

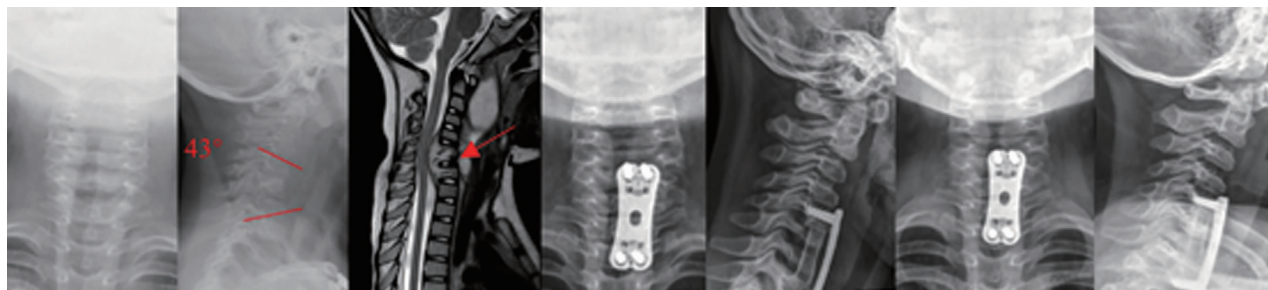
Fig.3 Preoperative and postoperative follow-up cervical radiographs in children with NF-1 cervical kyphosis



注 A、B:术前X线片可见颈椎后凸畸形,椎板未融合(红色箭头),累及节段第2颈椎至第6颈椎,顶椎为第4颈椎,后凸角约46°; C、D:术前动力位X线片显示后凸尚柔韧; E、F:手术方式为前路颈椎间盘切除减压植骨融合术+钛板固定,术后颈椎正侧位X线片见内固定位置良好

图4 先天性颈椎后凸畸形患儿术前及术后随访颈椎影像学图像

Fig.4 Preoperative and postoperative follow-up cervical radiographs in children with congenital cervical kyphosis



注 A、B:术前 X 线片可见颈椎后凸畸形,局部脓肿形成,累及节段第 4 颈椎至第 7 颈椎,顶椎为第 6 颈椎,后凸角约 43°; C:术前核磁显示局部脓肿、椎体破坏和脊髓受压(红色箭头); D、E:手术方式为后路病灶清除截骨减压+前路颈椎间盘切除减压植骨融合术+钛板固定,术后颈椎正侧位 X 线片见内固定位置良好; F、G:末次随访未见远端交界性后凸及邻近节段退变出现,手术节段已骨性融合

图 5 结核性颈椎后凸畸形患儿术前及术后颈椎影像学图像

Fig. 5 Preoperative and postoperative follow-up cervical radiographs in children with tuberculous cervical kyphotic deformity

脊髓神经压迫。但颈椎后凸患儿畸形程度、累及范围和临床表现均存在较大差异,因此目前学术界对其治疗选择存在较大争议。

儿童颈椎后凸畸形的治疗极具挑战,是脊柱外科的难点。随着学术界对颈椎矢状面平衡理解的加深,儿童颈椎后凸畸形的治疗常需“因材施教”,即根据病因、程度和功能决定治疗方案。术前牵引是颈椎后凸畸形治疗方案的重要组成部分,牵引可将挛缩的韧带和肌肉初步松解,于矫正部分后凸的同时提高脊髓顺应性,降低手术矫形损伤脊髓的风险,但部分学者认为术前牵引并不能改善矫形效果或降低手术并发症的发生率^[3,17-18]。本研究患儿术前颈椎影像学检查显示,椎体前缘和后方关节突均未出现骨性融合,此类患者一般不经松解直接牵引即可获得良好的预矫形效果。且本研究中接受牵引的患儿颈椎后凸角更大,而手术时间与未牵引患儿类似,虽然由于纳入总病例数较少、病因多样、年龄层次差异大、机体生长发育情况不同导致混杂因素较多,但我们仍认为术前牵引可一定程度减少手术风险、减少麻醉时间并降低手术难度,是一种安全有效的预矫形方法。值得注意的是,牵引可能导致椎动脉损伤或神经功能恶化,所以在牵引过程中需严密监测患儿生命体征和感觉、运动功能,必要时减轻牵引重量、缩短牵引时间或解除牵引^[19]。

截至目前,治疗儿童颈椎后凸畸形的术式主要包括单纯前路 ACDF/ACCF + ASID、单纯后路顶椎减压固定或上述两种术式结合,但实际临床上选择和存在较大争议^[20-22]。多数研究认为,单纯前路手术可矫正大部分无后方骨性融合的柔韧颈椎后凸畸形,前路手术时间短、损伤小且矫形融合效果确切,可有效避免附加后路手术可能出现的并发症^[23]。本研究中有 9 例患儿采取单纯前路 ACDF/ACCF + ASID + 钛板固定,通过仰卧位支撑颈部后

伸、切除椎间盘松解椎间隙、序贯撑开植入椎间融合器和钛板锁定提拉复位等技术可有效矫正其颈椎后凸,平均矫正率达 82%,且末次随访时矫形效果无明显丢失。除此以外,儿童颈椎后凸患者多存在前中柱结构楔变或缺失,后柱结构相对拉长,而后入路需破坏后方复合体结构,远期存在加重 DJK 的可能。因此我们建议对椎体发育尚可、可行 ASID 且后柱无明显骨性融合的患儿行单纯前路手术治疗。单纯后路手术治疗颈椎后凸临床报道较少,少数研究发现,经术前牵引或相对柔韧的颈椎后凸畸形患儿通过单纯后路手术可获得 50%~58% 的矫形效果,且融合节段较单纯前路手术更多,第 5 颈椎神经根麻痹和 DJK 的发生率也较高^[24-26]。除此以外,儿童颈椎后路手术椎弓根和侧块螺钉置钉难度大、稳定性较差且矫形施力危险大,本研究中 1 例患儿因第 7 颈椎半椎体致颈胸交界部后凸行单纯后路手术,而后路半椎体切除短节段固定,疗效确切,因此我们认为在颈椎后凸畸形柔韧度类似的情况下,单纯后路手术并非首选^[27-28]。前后路联合手术一般适用于严重僵硬的颈椎后凸畸形患者,本研究中 6 例患儿采取了前后路联合手术,此类患儿一般后柱结构存在骨性融合或发育不良,单一入路无法提供满意矫形和稳定支撑,而前后联合入路手术固定更牢靠,还减少了内固定失效和假关节形成的可能^[23,29]。通过后路松解减压、融合固定和前路矫形融合一般均可以获得较好的矫形效果、外观改善和神经功能恢复^[30]。但前后路联合手术也造成了麻醉时间延长、手术操作复杂和并发症发生率提高等,因此如果患儿年龄过小,可能无法耐受同期联合入路的手术打击,可分期进行前路和后路手术(一期后路松解矫形固定,二期 ACCF + 融合固定),同样矫形良好,还可降低同期前后路手术并发症的发生风险^[31]。

颈椎后凸畸形矫形手术患者远期发生 DJK 和 ASD 不容忽视^[32-33]。有研究指出发生 DJK 常与融合范围不足、残余角度较大和康复锻炼缺失相关^[34]。本研究 16 例患儿融合节段多选择端椎到端椎的标准,但其中 6 例在随访期间发生了 DJK(先天性 3 例、NF1 2 例、医源性 1 例)。发生 DJK 的患儿年龄均较小,且多处于生长发育高峰期前或早期。患儿年龄越小,椎体发育和骨质越差,机体剩余发育时间越长,远期发生 DJK 的可能性也越大^[35]。因此对小年龄颈椎后凸患儿,适当通过术前牵引改善后凸柔韧度,并在选择融合节段时向远端多延长一个节段,可能可以减轻远期 DJK 的发生风险,但治疗效果仍需随访中进一步观察。其次,3 例患儿发生了 ASD(先天性 2 例、NF1 1 例)。ASD 多出现于内固定器械过长,持续刺激临近节段椎间盘或椎骨附近小关节的脊柱手术后患者。究其原因考虑目前临床上并无专为儿童设计的颈椎前路手术内固定系统,临床上行儿童颈椎畸形手术多采用成人钛板,大龄儿童应用成人小号钛板尚可,但小龄患儿应用过长钛板会在植入后长期刺激临近椎间盘和椎骨附近小关节,导致上下节段退变,因此督促各厂商进行儿童颈椎前路手术内固定系统的开发也很重要^[36-37]。部分患儿虽出现 DJK 或 ASD,但无明显症状,可仅随访观察,但病因对儿童颈椎后凸畸形的发生发展起到决定性作用,如出现严重脊髓压迫症状,则需考虑翻修手术干预时机和策略。

本研究虽然基本达到了预期研究目的,但仍存在一定不足:首先,本研究样本量较小,需要进一步开展多中心研究;其次,本研究中 16 例患儿的手术均由 2 名高年资医生分别完成,患者对医生的选择和医生对手术技术的偏好可能对研究结果存在一定影响。

综上,儿童颈椎后凸畸形临床罕见,需要根据病因和局部畸形情况个体化设计治疗方案,单纯前路手术对于椎体发育尚可且骨质较好的患儿安全有效,应作为首选术式;对于畸形严重、存在后柱或椎体融合以及骨质发育较差者,应考虑前后路联合或分期手术。全面的颈椎畸形评估和平衡分析、制定详细的手术计划并细致执行,可有效阻止畸形进展并提高患儿生存质量,但需警惕远期可能发生的 ASD 和 DJK 等问题。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张瀚文、姚子明负责研究的设计、实施和起草文章;张瀚文、刘昊楠、李承鑫进行病例数据收集及分析;郭东、李承鑫、张学军负责研究设计与酝酿,并对文章知识性内容进行审阅

参 考 文 献

- [1] Menezes AH, Traynelis VC. Pediatric cervical kyphosis in the MRI era (1984–2008) with long-term follow up; literature review[J]. Childs Nerv Syst, 2022, 38(2): 361–377. DOI: 10.1007/s00381-021-05409-z.
- [2] Abelin-Genevois K. Sagittal balance of the spine[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2021, 107(1S): 102769. DOI: 10.1016/j.otsr.2020.102769.
- [3] 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. DOI: 10.2106/JBJS.16.00096.
- [4] Pargas C, Franzone JM, Rogers KJ, et al. Cervical kyphosis: a predominant feature of patients with osteogenesis imperfecta type 5[J]. Bone Rep, 2020, 13: 100735. DOI: 10.1016/j.bonr.2020.100735.
- [5] Fang H, Liu PF, Ge C, et al. Anterior cervical corpectomy decompression and fusion for cervical kyphosis in a girl with Ehlers-Danlos syndrome: a case report[J]. World J Clin Cases, 2019, 7(4): 532–537. DOI: 10.12998/wjcc. v7. i4. 532.
- [6] Zeng H, Shen XJ, Luo CK, et al. 360-Degree cervical spinal arthrodesis for treatment of pediatric cervical spinal tuberculosis with kyphosis[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17: 175. DOI: 10.1186/s12891-016-1034-7.
- [7] Deutsch H, Haid RW, Rodts GE, et al. Postlaminectomy cervical deformity[J]. Neurosurg Focus, 2003, 15(3): E5. DOI: 10.3171/foc.2003.15.3.5.
- [8] Vigneswaran K, Sribnick EA, Reisner A, et al. Correction of progressive severe cervical kyphosis in a 21-month-old patient with NF1: surgical technique and review of literature[J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2018, 15(1): 46–53. DOI: 10.1093/ons/oxp219.
- [9] Francis WR Jr, Noble DP. Treatment of cervical kyphosis in children[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1988, 13(8): 883–887. DOI: 10.1097/00007632-198808000-00001.
- [10] Chen X, Sun Y, Zhang FS, et al. Surgical treatment of severe congenital cervical kyphosis[J]. Natl Med J China, 2019, 99(29): 2270–2275. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.29.005.
- [11] Iwasaki M, Yamamoto T, Miyauchi A, et al. Cervical kyphosis: predictive factors for progression of kyphosis and myelopathy[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(13): 1419–1425. DOI: 10.1097/00007632-200207010-00009.
- [12] Farley FA, Hensinger RN, Herzenberg JE. Cervical spinal cord injury in children[J]. J Spinal Disord, 1992, 5(4): 410–416. DOI: 10.1097/00002517-199212000-00005.
- [13] Shah KC, Gadia A, Pawar U, et al. Cervical gibbectomy for rigid, rounded kyphosis in pediatric patient: surgical planning with technical note[J]. World Neurosurg, 2018, 116: 357–361. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.05.183.
- [14] Remes V, Marttinen E, Poussa M, et al. Cervical kyphosis in diastrophic dysplasia[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1999, 24(19): 1990–1995. DOI: 10.1097/00007632-199910010-00005.
- [15] Murlidharan S, Singh PK, Chandra PS, et al. Surgical challenges and functional outcomes in dystrophic cervical kyphosis in neurofibromatosis-I: an institutional experience[J]. Spine Deform, 2022, 10(3): 697–707. DOI: 10.1007/s43390-021-00465-6.

- [16] Lai JL, Ji GL, Zhou YQ, et al. Apoptosis of endplate chondrocytes in cervical kyphosis is associated with chronic forward flexed neck; an in vivo rat bipedal walking model [J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 5. DOI: 10.1186/s13018-020-02124-4.
- [17] 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 Neurosurg, 2019, 130: e915-e925. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.07.035.
- [18] 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.
- Fang JH, Jia LS, Zhou XH, et al. Clinical assessment of rigid cervical kyphosis and surgical approaches [J]. Orthop J China, 2010, 18(13): 1057-1060.
- [19] Goffin J, Grob D. Spondylolysis of the cervical spine in neurofibromatosis. A case report [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1999, 24(6): 587-590. DOI: 10.1097/00007632-199903150-00020.
- [20] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.03.002.
- Shen XL, Wu HQ, Hu ZH, et al. Effect analysis of anterior cervical operation for severe cervical kyphosis [J]. Chin J Surg, 2017, 55(3): 166-171. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.03.002.
- [21] Martus JE, Griffith TE, Dear JC, et al. Pediatric cervical kyphosis: a comparison of arthrodesis techniques [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(17): E1145-E1153. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182039844.
- [22] Goldstein HE, Neira JA, Banu M, et al. Growth and alignment of the pediatric subaxial cervical spine following rigid instrumentation and fusion: a multicenter study of the Pediatric Craniocervical Society [J]. J Neurosurg Pediatr, 2018, 22(1): 81-88. DOI: 10.3171/2018.1.PEDS17551.
- [23] Kato S, Fujita N, Suzuki S, et al. Posterior and anterior fusion for severe cervical kyphosis in a patient with chondrodysplasia punctata: a case report [J]. JBJS Case Connect, 2021, 11(1): e20.00646. DOI: 10.2106/JBJS.CC.20.00646.
- [24] Verma SK, Singh PK, Kumar A, et al. Correction of pediatric cervical kyphosis with standalone posterior approach-a single-center experience of seven cases [J]. Childs Nerv Syst, 2023, 39(1): 239-247. DOI: 10.1007/s00381-022-05697-z.
- [25] Zhang HQ, Deng A, Guo CF, et al. Halo traction combined with posterior-only approach correction for cervical kyphosis with neurofibromatosis-1: minimum 2 years follow-up [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 973. DOI: 10.1186/s12891-021-04864-8.
- [26] 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. DOI: 10.1097/00007632-199911150-00017.
- [27] Garg B, Mehta N. Safety and feasibility of cervical pedicle screw insertion in pediatric subaxial cervical spine without navigation: a retrospective cohort study [J]. J Pediatr Orthop, 2021, 41(2): 119-126. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001694.
- [28] Rajasekaran S, Kanna PRM, Shetty AP. Safety of cervical pedicle screw insertion in children: a clinicoradiological evaluation of computer-assisted insertion of 51 cervical pedicle screws including 28 subaxial pedicle screws in 16 children [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(4): E216-E223. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318231bb81.
- [29] 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. e17-654. e21. DOI: 10.1016/j.wneu.2013.01.023.
- [30] He ZM, Liu Y, Xue F, et al. Surgical management of congenital cervical kyphosis [J]. Orthopedics, 2012, 35(9): e1396-e1401. DOI: 10.3928/01477447-20120822-28.
- [31] Jian Q, Liu ZL, Duan WR, et al. A 540° posterior-anterior-posterior approach for 360° fused rigid severe cervical kyphosis: patient series [J]. J Neurosurg Case Lessons, 2022, 3(3): CASE21491. DOI: 10.3171/CASE21491.
- [32] Kim HJ, York PJ, Elysee JC, et al. Cervical, thoracic, and spinopelvic compensation after proximal junctional kyphosis (PJK): does location of PJK matter? [J]. Global Spine J, 2020, 10(1): 6-12. DOI: 10.1177/2192568219879085.
- [33] Lafage R, Smith JS, Fong AM, et al. Proximal and distal reciprocal changes following cervical deformity malalignment correction [J]. J Neurosurg Spine, 2022, 37(4): 599-606. DOI: 10.3171/2022.2.SPINE211316.
- [34] Passias PG, Horn SR, Oh C, et al. Predicting the occurrence of postoperative distal junctional kyphosis in cervical deformity patients [J]. Neurosurgery, 2020, 86(1): E38-E46. DOI: 10.1093/neuros/nyz347.
- [35] Passias PG, Vasquez-Montes D, Poorman GW, et al. Predictive model for distal junctional kyphosis after cervical deformity surgery [J]. Spine J, 2018, 18(12): 2187-2194. DOI: 10.1016/j.spinee.2018.04.017.
- [36] Guo ZY, Wu XL, Yang S, et al. Anterior cervical discectomy and fusion using Zero-P system for treatment of cervical spondylosis: a meta-analysis [J]. Pain Res Manag, 2021, 2021: 3960553. DOI: 10.1155/2021/3960553.
- [37] Virk SS, Niedermeier S, Yu E, et al. Adjacent segment disease [J]. Orthopedics, 2014, 37(8): 547-555. DOI: 10.3928/01477447-20140728-08.

(收稿日期: 2023-07-11)

本文引用格式: 张瀚文, 姚子明, 郭东, 等. 儿童颈椎后凸畸形治疗的挑战和经验: 一项 16 例患者的单中心回顾性总结 [J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22(11): 1021-1028. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202307020-004.

Citing this article as: Zhang HW, Yao ZM, Guo D, et al. Challenges and experiences of managing cervical kyphosis in children: a single-centre retrospective summary of 16 cases [J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22(11): 1021-1028. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202307020-004.