

后路全脊椎切除牵引后伸交叉棒加压矫治 重度高位胸椎角状后凸

李超, 付青松, 周宇, 于海洋, 赵刚

(安徽省阜阳市人民医院骨科 236003)

【摘要】目的:评价后路全脊椎切除牵引后伸交叉棒加压矫形治疗重度高位胸椎角状后凸畸形的安全性和临床初步效果。**方法:**2005 年 3 月~2008 年 11 月采用后路全脊椎切除牵引后伸交叉棒加压矫形治疗重度高位胸椎角状后凸畸形患者 10 例,男 5 例,女 5 例,年龄 4~44 岁,平均 17.7 岁;其中先天性椎体形成不良 7 例,陈旧性胸腰椎结核 1 例,神经纤维瘤病 1 例,陈旧性 T3 骨折 1 例。角状后凸节段:T3、T4 和 T5 各 3 例,T6 1 例。术前矢状面角状后凸 Cobb 角 73°~155°,平均 98.9°;腰前凸角 24°~81°,平均 48.2°;矢状位偏移距离-5.0~5.5cm。7 例合并侧凸畸形,冠状面侧凸 Cobb 角 11°~110°,平均 56.0°;冠状位偏移距离 0.2~6.5cm,平均 3.24cm。2 例先天性椎体形成不良和 1 例结核患者合并神经损害,Frankel 分级 C 级 2 例,D 级 1 例。**结果:**均顺利完成手术,手术时间为 7.9~14.7h,平均 10.6h;术中出血 1400~5600ml,平均 3750ml。切除椎体 1~2 个,平均 1.5 个。脊髓短缩 1.6~2.6cm,平均 2.1cm。融合固定 5~12 个椎体,平均 8.7 个。术后矢状面后凸 Cobb 角矫正至平均 19.0°,矫正率 80.3%;腰前凸角矫正至平均 34.3°,矫正率 33.5%;冠状面 Cobb 角矫正至平均 12.0°,矫正率 79.9%;躯干矢状位偏移距离矫正至-0.5~0.5cm,矫正率 90.4%;冠状位偏移距离矫正至平均 0.51cm,矫正率 89.5%。术前 2 例 Frankel C 级和 1 例 D 级神经损害者,术后恢复到 E 级。随访 25~69 个月,平均 38.2 个月,所有患者获得良好的骨性愈合,无脊髓损伤和矫正度的显著丢失。**结论:**后路全脊椎切除牵引后伸交叉棒加压矫治重度高位胸椎角状后凸畸形可提供安全有效的矫正力并能获得满意的疗效。

【关键词】高位胸椎角状后凸;后路全脊椎切除;牵引后伸矫形;交叉棒加压

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2011.09.04

中图分类号:R682.3,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2011)-09-0719-06

Posterior en bloc corpectomy followed by traction-extension and crossing rods compression for severe upper-thoracic spine angular kyphosis/LI Chao, FU Qingsong, ZHOU Yu, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2011, 21(9): 719~724

【Abstract】 Objective: To investigate the safety and preliminary clinical outcome of traction-extension and crossing rods compression correction after posterior en bloc corpectomy for upper-thoracic angular kyphosis. **Method:** From March 2005 to November 2008, 10 patients with upper-thoracic angular kyphosis underwent traction-extension and crossing rods compression correction after posterior en bloc corpectomy. There were 5 males and 5 females with an average age of 17.7 years (range, 4~44 years). The pathogenesis included congenital vertebra dysplasia deformity in 7 cases, old tuberculosis in 1 case, old T3 fracture in 1 case and neurofibromatosis in 1 case. The apex vertebra was sited in T3, T4, T5 in 3 patients respectively and T6 in 1 patient. The preoperative angular kyphotic Cobb angle was 73°~155°, averaging 98.9°. The lumbar lordotic Cobb angle was 24°~81°, averaging 48.2°. The sagittal trunk shift was -5.0~5.5cm. 7 patients were complicated with scoliosis, whose coronal Cobb angle was 11°~110° (averaging, 56.0°), and the coronal trunk shift was 0.2~6.5cm, averaging 3.24cm. For 2 cases with vertebra dysplasia and 1 case with old tuberculosis presented with neurologic deficits, there were 2 Frankel C and 1 Frankel D. **Result:** All operations were performed successfully. The average surgical time was 10.6 hours (range, 7.9~14.7h); the average blood loss was 3750ml (range, 1400~5600ml); the average spinal cord shortening was 2.1cm (range, 1.6~2.6cm). The average number of vertebra

基金项目:安徽省卫生厅重点项目(编号:2009-C-177)

第一作者简介:男(1955-),主任医师,教授,硕士生导师,研究方向:脊柱外科

电话:(0558)2515266 E-mail:fylichao2008@sina.com

bodies resected was 1.5, ranging from 1 to 2. The average fusion segments were 8.7 ranging from 5 to 12 segments. All patients had an average sagittal Cobb angle correction rate of 80.3% and an average lumbar lordosis correction rate of 33.5%. The average coronal Cobb angle correction rate was 79.9%, and the average sagittal trunk shift correction rate was 90.4%. The average coronal imbalance correction rate was 89.5%. All patients were followed up for 25–69 months (average, 38.2 months). The patients with neurologic deficits recovered to Frankel E. All patients got good bony fusion without neurological deficit or significant loss of correction. **Conclusion:** Traction–extension and crossing rods compression can provide reliable and effective correction force for severe upper–thoracic spine angular kyphosis.

[Key words] Upper–thoracic angular kyphosis; Posterior en–bloc corpectomy; Traction–extension; Crossing rods compression correction

[Author's address] Department of Orthopaedics, Fuyang People's Hospital, Anhui, 236003, China

重度高位胸椎角状后凸大多是由于对胸椎先天畸形、结核、骨折治疗不当或延误处理所致。由于脊柱畸形,特别是局部后凸,临床经常遇到迟发性截瘫患者^[1–3]。目前,后路全脊椎切除术已成为治疗重度脊柱畸形的常用方法,其手术难度高、风险大、并发症多^[4,5],用于治疗重度胸腰段脊柱角状后凸畸形已有较多报道^[6,7],而治疗重度高位胸椎角状后凸报道很少。我们设计了后路全脊椎切除牵引后伸交叉棒加压形治疗重度高位胸椎角状后凸畸形患者 10 例,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2005 年 3 月~2008 年 11 月,10 例重度高位胸椎角状后凸患者在我院接受后路全脊椎切除牵引后伸交叉棒加压矫形手术治疗。男 5 例,女 5 例;年龄 4~44 岁,平均 17.7 岁。先天性椎体发育不良 7 例,陈旧性胸腰椎结核 1 例,神经纤维瘤病 1 例,陈旧性 T3 骨折 1 例。术前矢状面角状后凸 Cobb 角 73°~155°,平均 98.9°;腰前凸角 24°~81°,平均 48.2°;躯干矢状位偏移距离–5.0~5.5cm。7 例合并侧凸,Cobb 角 11°~110°,平均 56.0°;冠状位偏移距离 0.2~6.5cm,平均 3.24cm。2 例先天性椎体形成不良和 1 例结核患者合并神经损害, Frankel 分级 C 级 2 例, D 级 1 例。10 例患者的具体资料见表 1。

1.2 手术方法

均在体感诱发电位监测下进行手术。术前三维 CT 扫描获得后部椎体的病理解剖轮廓,手术中 X 线透视定位。患者全麻,俯卧位,颅骨牵引,采用脊柱后入路,根据术前确定的融合固定范围确定切口长度,切开皮肤、皮下组织及深筋膜,沿

棘突两侧切开并剥离竖脊肌,用自动牵开器将肌肉向两侧牵开,侧方显露到横突外缘,显露畸形脊柱后部结构全段。于截骨远、近段分别安置椎弓根螺钉 3~6 组。在顶椎部位,经骨膜下剥离脊柱的肌肉,显露一侧横突及肋骨。切除横突、肋骨及肋骨头,分别于顶椎两侧沿骨膜下剥离深部到达椎体侧壁和椎体前缘直至手指可触知椎体侧壁。注意避免损伤胸膜。截骨前 30min 快速静滴甲基强的松龙 1000mg。首先切除顶椎棘突、韧带及椎板,显露脊髓,采用小块骨切除方法切除一侧椎弓根、椎体及椎间盘。临时棒固定后,用同样方法切除顶椎的另一侧。在硬膜下方椎体后壁保留一薄片,最后切除之。最后清除椎管内残留的压迫硬膜的骨碎片和椎间盘组织,使硬膜周围游离不受束缚。采用中华长城椎弓根螺钉固定系统,将 4 根临时长棒固定于脊柱,其中 2 根固定于截骨后的头端脊柱,2 根固定于尾端脊柱,在矢状面上使之成为“X”形交叉状,仅锁定头尾两端螺钉,其余螺钉暂不锁定(避免影响后续脊柱牵引的操作)。通过交叉棒向下加压的杠杆作用,使截骨间隙逐渐压缩

表 1 10 例重度角状后凸脊柱畸形患者基本情况

患者	年龄 (岁)	性 别	病因	角状 节段	合并 侧凸	固定 范围	Frankel 分级
1	15	女	先天性	T5	是	T2~T8	E
2	44	男	陈旧性骨折	T3	否	T1~T5	E
3	18	女	脊柱结核	T5	否	T2~T9	D
4	22	男	先天性	T4	是	C7~T12	E
5	17	男	神经纤维瘤病	T6	是	T3~L2	E
6	19	女	先天性	T4	是	T1~T8	C
7	16	女	先天性	T3	是	C7~T7	E
8	4	女	先天性	T4	是	T2~T8	E
9	16	男	先天性	T3	是	T1~T8	C
10	6	男	先天性	T5	否	T1~T11	E

闭合(图 1a)。另外,手术台下两助手缓慢纵向牵引躯干与双下肢,同时将截骨后的头端脊柱沿矢状面向背部后伸,胸廓前部逐渐伸展,脊柱截骨间隙逐渐闭合,后凸矫正(图 1b)。3 例脊髓短缩超过 2.5cm,在椎体间置入钛网。拆除一侧长棒,更换预弯的固定棒,随后更换另一侧长棒。轻轻加压闭合截骨间隙,脊柱畸形被进一步矫正。将所有内固定范围内的椎板、关节突、横突去皮质化,将切除的椎体与肋骨行自体骨植骨融合。放置引流管,关闭切口。为减少术中出血,采用控制性低血压麻醉、双极电凝、明胶海绵加凝血酶粉压迫止血等措施。

1.3 术后处理

术后第 1 天患者可坐立,术后第 2 周石膏夹克固定可下床行走,石膏夹克固定 2 个月后改为支具固定 4 个月。

1.4 疗效评价

术前站立位摄脊柱全长前后位和侧位 X 线片测量弯曲大小和平衡程度,术后 2 周和末次随访评价畸形矫正、脊柱平衡程度,记录有关矫形的并发症和假关节形成情况。冠状位和矢状位弯曲用 Cobb 角测量法。测量 C7 铅垂线和骶骨中线之间的距离(冠状位偏移距离)评价冠状位平衡情况。采用 Cobb 角测量法测量畸形上方椎体的上终板到畸形下方椎体的下终板的角评价局部后凸畸形。测量 C7 铅垂线到 S1 椎体后上缘之间距离(矢状位偏移距离)评价矢状面平衡。脊髓短缩长度测量与计算:截骨面闭合前,用标尺于脊髓侧方中点沿脊髓轴线测量远、近端两截骨面之间脊髓长度减去截骨面闭合后两截骨面之间脊髓长度,即为脊髓短缩长度。

2 结果



图 1 后路全脊椎切除牵引后伸交叉棒加压矫正治疗重度高位胸椎角状后凸示意图 a 表示交叉棒杠杆加压闭合技术与手法牵引复位技术相结合 b 表示角状后凸矫正, F1、F1' 为交叉棒在脊柱后方杠杆加压闭合力, F2、F2' 为手法纵向牵引复位力, F3、F3' 为手法作用截骨远端脊柱沿矢状面向后翻转的反折力

切除椎体 1~2 个(5 例因椎体融合于顶椎而切除 2 个椎体), 平均 1.5 个。脊髓短缩 1.6~2.6cm, 平均 2.1cm。融合固定 5~12 个椎体, 平均 8.7 个。均顺利完成手术, 手术时间为 7.6~14.7h, 平均 10.6h; 术中出血 1400~5600ml, 平均 3750ml。术中和术后无脊髓损伤。术前 2 例 C 级和 1 例 D 级神经损害者术后均恢复到 E 级。随访 25~69 个月, 平均 38.2 个月。10 例患者的矫形效果见表 2。胸椎后凸 Cobb 角术后矫正到平均 19.0° (8° ~ 33°), 矫正率 80.3%; 末次随访为 9° ~ 35° , 平均 21.3° , 矫正率 77.8%, 丢失 2.5%。腰前凸角术后矫正到 20° ~ 45° , 平均 34.3° , 矫正率 33.5%; 末次随访为 24° ~ 45° , 矫正率 31.1%, 丢失 3.2%。术前躯干矢状位偏移距离 -5.0 ~ -5.5 cm, 术后改善到 -0.5 ~ 0.5 cm, 矫正率 90.4%; 末次随访矫正到 -0.5 ~ -0.6 cm, 矫正率 89.4%, 丢失 1.0%。7 例合并侧凸患者冠状面 Cobb 角术后矫正到平均 12.0° (0° ~ 24°), 矫正率 79.9%; 末次随访为平均 12.9° (0° ~ 26°), 矫正率 77.9%, 与术后对比仅丢失 2.0%。术前冠状位偏移距离平均 3.24cm (0.2 ~ 6.5 cm), 术后改善到平均 0.51cm (0 ~ 2.5 cm), 矫正率 89.5%; 末次随访为平均 0.63cm (0 ~ 2.7 cm), 矫正率 86.3%, 丢失 3.2%。所有患者均获得良好的骨性愈合, 无植骨吸收、骨不连、假关节形成及内固定松动等并发症发生(图 2)。

3 讨论

以往治疗脊柱后凸畸形普遍采用前路松解减压与后路矫形的联合手术方式^[8-10], 但手术创伤大、安全性和可靠性不确切^[11]。1997 年 Bradford 和 Tribus^[4]报道了采用前后路联合的方式进行全脊椎切除术治疗严重僵硬性脊柱畸形, 取得了良好

表 2 10 例重度角状后凸脊柱畸形患者矫形效果

患者 编号	随诊 时间 (月)	后凸角(°)			侧凸角(°)			腰前凸角(°)			矢状位偏移距离(cm)			冠状位偏移距离(cm)		
		术 前	术 后	末次 随访	术 前	术 后	末次 随访	术 前	术 后	末次 随访	术前	术后	末次 随访	术前	术后	末次 随访
1	36	92	32	34	11	0	0	78	43	43	-1.2	-0.2	-0.3	0.2	0	0
2	42	73	16	17	0	0	0	55	45	45	+2.5	+0.3	+0.4	0	0	0
3	32	83	10	15	0	0	0	72	36	36	+3.8	+0.3	+0.4	0	0	0
4	28	155	29	30	110	24	26	60	36	36	-0.1	0	0	6.5	2.5	2.7
5	69	105	12	16	94	18	19	81	27	30	-5.0	+0.5	+0.6	4.1	0.3	0.5
6	46	87	33	35	29	0	0	68	44	44	-2.8	+0.2	+0.4	4.8	0.3	0.4
7	40	81	20	25	20	10	12	62	38	38	+2.5	0	0	2.8	0.2	0.2
8	25	92	8	9	44	11	11	33	25	26	+5.5	-0.5	-0.5	1.6	0.1	0.2
9	28	135	20	22	84	21	22	24	20	24	-2.4	0.2	0.2	2.4	0.2	0.2
10	36	86	10	10	0	0	0	27	28	39	+5.5	+0.5	+0.6	0	0	0



图 2 患者男,16 岁,T3 先天性角状后凸畸形,躯干失平衡伴双下肢不完全性瘫痪,不能自行站立, Frankel C 级 a 术前大体像呈高位胸椎角状后凸畸形 b、c 术前正侧位 X 线片示高位胸椎角状后凸 135°,侧凸 84° d、e 术前 CT 三维重建示 T3 椎体形成不良,脊柱严重角状后凸 f、g 术前脊柱椎管矢状面与 T3 横切面 CT 扫描,T3 椎管畸形狭窄,脊髓受压 h、i 术后大体像示角状后凸畸形和颈胸段代偿性过度前凸畸形矫正,躯干平衡 j 术后椎管矢状面重建,畸形矫正,椎管通畅,脊髓受压解除 k、l 术后 28 个月 X 线片示侧凸矫正到 22°,后凸矫正到 22°

效果。但前后路联合手术时间长、创伤大、出血多,并发症发生率高^[1]。2001 年以来,一些学者相继报道了经后路椎体楔形截骨或全脊椎切除的手术

方式治疗脊柱角状后凸畸形^[5,11-13]。目前,后路一期椎体楔形截骨或全脊椎切除术已成为治疗脊柱后凸畸形的首选方法,这些方法用于治疗重度胸

腰段脊柱角状后凸畸形已有较多报道, 矫正率仅达 30%~58%^[6,7]。2011 年, Modi 等^[14]报道了后路经椎弓根上缘多节段椎体截骨治疗重度僵硬性脊柱侧后凸畸形, 效果较满意, 术后的后凸 Cobb 角平均 73.6°, 矫正率为 54.3%。2010 年 Grevitt 等^[15]报道 1 例高位重度胸椎后凸畸形患者采用短缩截骨治疗, 后凸 Cobb 角由 85°矫正到 37°, 无严重并发症发生。2011 年 McClendon 等^[16]报道了 7 例高位胸椎弧形后凸, 其中 6 例柔韧性较好者采用多节段椎板 V 形截骨, 1 例僵硬性后凸者采用全椎体切除术, 效果良好。目前, 有关治疗重度高位胸椎角状后凸报道甚少, 尚无成熟的手术模式参考。

我们认为重度高位胸椎角状后凸具有以下特点: (1) 角状后凸部位在 T6 以上, 由于后凸部位高, 手术风险大。(2) 常见于半椎体或椎体分节不全等先天性脊柱畸形, 本组 7 例(7/10)。脊柱不仅发生矢状位、冠状位及水平的畸形, 而且常发生椎管畸形压迫脊髓引起脊髓损害, 本组 3 例(3/10)。(3) 重度高位胸椎角状后凸常发生邻近颈胸段及下胸椎代偿性过度前凸和后部韧带挛缩。(4) 高位胸椎参与了胸廓的组成, 角状后凸矫正受到胸廓固定的影响。因此, 高位胸椎角状后凸畸形的矫正不仅需要强大的矫正力, 而且需要安全合理的矫正方法, 其外科治疗具有挑战性。

Leatherman 和 Dickson^[8]强调要想在不发生并发症的情况下对僵硬的脊柱畸形矫正, 唯一的方法是使脊柱发生合理的伸缩变形。Kawahara 等^[12]报道了后路楔形截骨“闭合-张开 (Closing-Opening)”矫形方法, 术前角状后凸平均 67°, 术后为 18°, 虽然获得较好的矫正, 但该组患者术前平均后凸并不严重(仅 67°)。作者体会到 Kawahara 方法只适合于矫正小于 80°的胸腰段脊柱后凸畸形, 而重度高位胸椎角状后凸畸形的矫正难度、风险均比胸腰段脊柱角状后凸畸形大, 而且矫正原理与胸腰段脊柱角状后凸明显不同。对于重度高位胸椎角状后凸畸形患者, 由于胸廓前部长长期严重压缩, 不仅胸廓骨性压缩畸形, 而且肋间内外肌肉长期挛缩, 对后凸矫正形成一个对抗力。胸廓在矫正力作用下肋骨和肋软骨发生弹性变, 使肋骨提升, 肋间隙增宽, 胸廓发生前部伸展、后部压缩闭合及前后径减小的蠕变。尤其年龄较大的患者, 肋骨和肋软骨僵硬, 可塑性差, 仅对脊柱截骨施行前柱撑开与后柱闭合(闭合-撑开)矫形难以实现

后凸畸形的满意矫正。因此, 必须在截骨远端实行纵向牵引, 以对抗胸廓前部软组织挛缩的张力和胸廓前部肋骨和肋软骨发生蠕变的抵抗力, 才能实现高位胸椎角状后凸矫正。对此, 我们设计了后路全脊椎切除牵引后伸交叉棒加压矫形治疗重度高位胸椎角状后凸的方法(图 1)。该方法是交叉棒杠杆加压闭合技术与手法牵引后伸技术的有效结合。图 1 中 F1、F1' 为交叉棒在脊柱后方杠杆加压闭合力, F2、F2' 为手法纵向牵引复位力, F3、F3' 为手法作用截骨远端脊柱沿矢状面向后翻转的反折力。此技术要求: (1) 手术闭合截骨面时, 要求术者把握“X”交叉矫正棒向下加压复位, 控制矫正棒方向, 防止截骨端异常活动, 避免脊髓损伤。(2) 手法牵引后伸与手术台上交叉棒杠杆压缩要密切配合、同步进行, 牵引力必须做到缓慢、均匀, 防止脊髓延长或牵拉。采用术中牵引复位治疗重度脊柱畸形的方法已有报道。Hamzaoglu 等^[17]报道了术中应用 Halo-股骨牵引联合手术矫形的方法治疗 15 例 Cobb 角大于 100°的重度脊柱侧凸患者, 取得了安全和良好的矫正效果。我们在术中采用手法牵引可以随时控制牵引力的方向和大小, 较 Halo-股骨牵引更安全。本组 10 例均安全实现了截骨后的矫形, 末次随访后凸矫正率达 77.8%, 无 1 例脊髓损伤。手法牵引是对交叉棒弯曲技术的重要补充, 明显提高了脊柱后凸畸形矫正力。

该术式实施中还有另一个值得重视的问题, 截骨术后脊柱缩短, 脊髓将发生短缩。过度缩短脊髓易发生脊髓损伤。Suk 等^[5]报道 70 例全脊椎截骨术后发生 2 例(2.85%)完全性脊髓损伤。Berve 等^[18]报道采用楔形截骨治疗 13 例僵硬性矢状位畸形, 其中 8 例截骨位置为 L3, 3 例为 L4, 2 例为 L5, 术后发生 4 例(30.8%)下肢麻痹, 术后半年才恢复。Gertzbein 等^[19]认为后路截骨矫正超过 40°将造成脊髓短缩、迂曲和堆积。本组脊髓短缩为 1.6~2.6cm, 平均 2.1cm。我们认为脊髓耐受性有个体差异, 因此脊髓短缩过程要在脊髓诱发电位严密监测下进行。为防止脊髓过度短缩, 对于脊髓短缩大于 2.0cm 的患者要采取截骨端支撑植骨或使用钛网的办法延长前中柱。本组 3 例术中使用钛网, 达到较好的矫形效果。为防止脊髓损伤, 我们强调: (1) 术中严密监测脊髓诱发电位。(2) 截骨前 30min 快速静滴甲基强的松龙 1000mg。(3) 实施截骨时, 使用临时固定棒。(4) 禁止一切对脊髓的

挤压、牵引、撞击和剧烈震荡的操作。(5)为防止截骨闭合时对脊髓皱缩的压迫,在截骨闭合前将上下椎板内壁作潜行切除,扩大椎管内径。如果矫正角度很大,脊髓堆积或硬膜折叠明显,可切除部分椎板避免脊髓受压。(6)脊髓短缩小于 2.0cm。(7)实施截骨面闭合时,必须保证远近端截骨面椎管在矢状面、冠状面、水平面的三维闭合,以保证截骨面的安全闭合。(8)术中要注意控制出血量,以降低手术风险。在切除椎管内壁和后壁的过程中,由于椎管静脉丛丰富,一旦破裂出血难以控制,术中可采用控制性低血压麻醉、双极电凝、明胶海绵加凝血酶粉压迫等措施控制出血。对术中失血要及时补充血容量,对出血量较大的患者及时补充凝血因子如血小板、冷沉淀等。(9)对手术时间长的患者,注意监测血气分析、电解质等,并保护心、脑、肺、肾等重要脏器。

重度高位胸椎角状后凸畸形常发生邻近颈胸段及下胸椎代偿性过度前凸,导致代偿性前凸节段的脊柱后柱缩短,棘上韧带、棘间韧带、黄韧带及关节囊挛缩,致使颈胸段及下胸椎僵硬在过度前凸位。在矫正高位脊柱角状后凸之前,对这些后部挛缩的结构进行充分松解以改善其柔韧性,有利于矫正脊柱角状后凸时使代偿性前凸的脊柱段后柱张开,最终实现脊柱角状后凸与代偿性过度前凸同时矫正。

4 参考文献

- Shimizu K, Nakamura M, Nishikawa Y. Spinal kyphosis causes demyelination and neuronal loss in the spinal cord; a new model of kyphotic deformity using juvenile Japanese small game fowls[J]. Spine, 2005, 30(21): 2388-2392.
- Jain AK, Dhammi IK. Tuberculosis of the spine: a review[J]. Clin Orthop Relat Res, 2007, 460: 39-49.
- Song KS, Chang BS, Yeom JS, et al. Surgical treatment of severe angular kyphosis with myelopathy: anterior and posterior approach with pedicle screw instrumentation[J]. Spine, 2008, 33(11): 1229-1235.
- Bradford DS, Tribus CB. Vertebral column resection for the treatment of rigid coronal decompensation[J]. Spine, 1997, 22(14): 1590-1599.
- Suk SI, Kim WJ, Kim WJ, et al. Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities [J]. Spine, 2002, 27(21): 2374-2382.
- Chang KW, Cheng CW, Chen HC, et al. Correction hinge in the compromised cord for severe and rigid angular kyphosis with neurologic deficits[J]. Spine, 2009, 34(10): 1040-1045.
- Lenke LG, O'Leary PT, Bridwell KH, et al. Posterior vertebral column resection for severe pediatric deformity: minimum two-year follow-up of thirty-five consecutive patients [J]. Spine, 2009, 34(20): 2213-2221.
- Leatherman KD, Dickson RA. Two-staged corrective surgery for congenital deformities of the spine [J]. J Bone Joint Surg Br, 1979, 61(3): 324-328.
- Roberson JR, Whiteside TE Jr. Surgical reconstruction of late post-traumatic thoracolumbar kyphosis [J]. Spine, 1985, 10(4): 307-312.
- Winter RB, Longstein JE, Anderson M. Neurofibromatosis hyperkyphosis: a review of 33 patients with kyphosis of 80 degrees or greater[J]. J Spinal Disord, 1988, 1(1): 39-49.
- Shimode M, Kojima T, Sowa K. Spinal wedge osteotomy by a single posterior approach for correction of severe and rigid kyphosis or kyphoscoliosis[J]. Spine, 2002, 27(20): 2260-2267.
- Kawahara N, Tomita K, Baba H, et al. Closing-opening wedge osteotomy to correct angular kyphotic deformity by a single posterior approach[J]. Spine, 2001, 26(4): 391-402.
- Domanic U, Talu U, Dikici F, et al. Surgical correction of kyphosis posterior total wedge resection osteotomy in 32 patients[J]. Acta Orthop Scand, 2004, 75(4): 449-455.
- Modi HN, Suh SW, Hong JY, et al. Posterior multilevel vertebral osteotomy for severe and rigid idiopathic and nonidiopathic kyphoscoliosis[J]. Spine, 2011, 36(14): 1146-1153.
- Grevitt M, Kamath V, Avadhani A, et al. Correction of thoracic kyphosis with Ponte osteotomy [J]. Eur Spine J, 2010, 19(2): 351-352.
- McClendon JJ, Brian A, Patrick A, et al. Techniques for operative correction of proximal junctional kyphosis (PJK) of the upper thoracic spine[J]. Spine, 2011, 36(15): Publish ahead of print. DOI: 10.1097/BR S.0b013e3 18222dc8a.
- Hamzaoglu A, Ozturk C, Aydogan M, et al. Posterior only pedicle screw instrumentation with intraoperative halo-femoral traction in the surgical treatment of severe scoliosis (>100°) [J]. Spine, 2008, 33(9): 979-983.
- Berve SH, Deviren V, Smith JA, et al. Management of fixed sagittal plane deformity: results of the transpedicular wedge resection osteotomy[J]. Spine, 2001, 26(18): 2036-2043.
- Gertzbein SD, Harris MB. Wedge osteotomy for the correction of post-traumatic kyphosis: a new technique and a report of three cases[J]. Spine, 1992, 17(3): 374-379.

(收稿日期: 2011-05-12 修回日期: 2011-07-07)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)