

后路松解楔形截骨矫治先天性胸腰段半椎体并重度僵硬性脊柱侧后凸畸形

李海江, 李超, 付青松, 周宇, 赵刚, 于海洋
(安徽医科大学阜阳临床学院骨科 230006 安徽省阜阳市)

【摘要】目的:评价经后路松解楔形截骨矫治先天性胸腰段半椎体并重度僵硬性脊柱侧后凸畸形的安全性和临床初步效果,并探讨其融合固定节段的选择。**方法:**2007 年 4 月~2010 年 3 月收治先天性胸腰段半椎体并重度僵硬性脊柱侧后凸畸形患者 11 例,男 4 例,女 7 例,年龄 14~22 岁,平均 17.1 岁;半椎体均为单个完全分节型,T11 3 例,T12 4 例,L1 1 例,L2 3 例;术前侧凸 Cobb 角 82° ~ 125° ,平均 94.4° ,侧凸柔韧性为 17.4%~28.9%,平均 24.8%;后凸 Cobb 角 72° ~ 145° ,平均 101.1° ;C7 铅垂线与骶正中中线距离 1.5~5.5cm,平均 2.9cm。均行经后路松解楔形截骨矫形手术,以触及椎(touched vertebrae,TV)(指站立前后位像上被骶正中中线触及的最近端椎体)作为融合固定下端椎;1 例合并脊髓拴系和脊髓纵裂者,术中一期行骨嵴切除,解除拴系。**结果:**均顺利完成手术。平均松解 3.0 个椎间隙。手术时间 5.5~10.0h,平均 7.7h;术中出血量 1000~7000ml,平均 3500ml。无脊髓神经损伤。1 例术中切除肋骨小头时引起左侧胸膜撕裂,发生血气胸,行胸腔闭式引流,2 周后痊愈;1 例术后出现螺钉穿破背部皮肤,1 枚螺钉钉尾外露,术后 3 个月取出该枚螺钉。术后侧凸 Cobb 角 7° ~ 54° ,平均 28.0° ,平均矫正率为 70.9%;后凸 Cobb 角 20° ~ 36° ,平均 27.8° ,平均矫正率为 71.7%;C7 铅垂线与骶正中中线距离 0.1~2.3cm,平均 0.6cm,冠状位平衡平均矫正率为 78.1%。随访 14~35 个月,平均 23.4 个月,末次随访侧凸 Cobb 角 8° ~ 57° ,平均 29.7° ,丢失率为 7.3%;后凸 Cobb 角 22° ~ 38° ,平均 29.9° ,丢失率为 7.7%;C7 铅垂线与骶正中中线距离 0.2~2.5cm,平均 0.7cm;随访 X 线片证实植骨均融合,内固定物无松动、断裂。选择 TV 作为远端融合椎(lowest instrumented vertebrae,LIV)比选择稳定椎(stable vertebrae,SV)平均节省了 1.09 个椎体,未发现失代偿现象。**结论:**经后路松解楔形截骨矫治先天性胸腰段半椎体并重度僵硬性脊柱侧后凸畸形安全有效,选择 TV 作为 LIV 可以减少融合节段。

【关键词】脊柱畸形;半椎体;重度脊柱侧后凸;后路松解;楔形截骨;融合节段选择

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2011.09.05

中图分类号:R682.3,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2011)-09-0725-06

Posterior release and spinal wedge osteotomy for congenital thoracolumbar hemivertebra with severe rigid kyphoscoliosis deformity/LI Haijiang,LI Chao,FU Qingsong,et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord,2011,21(9):725~730

【Abstract】 Objective:To evaluate the early clinical outcome of posterior release and spinal wedge osteotomy for congenital thoracolumbar hemivertebra with severe rigid kyphoscoliosis deformity and to discuss the selection of fusion and fixation.**Method:**From April 2007 to March 2010,11 patients suffering from congenital thoracolumbar hemivertebra complicated with severe rigid kyphoscoliosis were reviewed retrospectively.There were 4 males and 7 females with an average age of 17.1 years (range,14~22 years).All hemivertebrae were single fully segmented,which were sited in T11 in 3 cases,T12 in 4 cases,L1 in 1 case and L2 in 3 cases.The mean preoperative scoliosis Cobb angle was 94.4° (range, 82° ~ 125°).The mean scoliosis flexibility was 24.8% (range,17.4%~28.9%).The mean preoperative kyphosis Cobb angle was 101.1° (range, 72° ~ 145°).The mean distance from C7 plumb line to middle sacral line was 2.9cm(range,1.5~5.5cm).All cases underwent posterior release and spinal wedge osteotomy,and the touched vertebrae (TV)(defined as the most cephalad vertebrae

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(1979-),主治医师,在读硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(0558)2515266 E-mail:lory_lee@sohu.com

通讯作者:李超 E-mail:fylichao2008@sina.com

touched by central sacrum vertical line) were regarded as the lowest instrumented vertebrae(LIV).1 case with tethered spinal cord and diastematomyelia underwent tethered spinal cord release plus the above-mentioned procedure. **Result:** All the patients underwent the operation successfully. An average of 3.0 thoracic vertebra release was performed. The average surgical time was 7.7 hours (5.5–10.0 hours), and the average blood loss was 3500ml (1000–7000ml). There was no neurological deficit. 1 patient suffered from left pleura tearing during capitulum costae resection complicated with hemopneumothorax who was treated by chest cavity closed drainage alone and recovered completely after 2 weeks. 1 patient suffered from screw perforating back skin, that was resolved by taking out the screw 3 months later. Immediately after operation, the mean scoliosis Cobb angle was 28.0° (7° – 54°), with a correction rate of 70.9%; and the mean kyphosis Cobb angle was 27.8° (20° – 36°), with a correction rate of 71.7%. The average distance from C7 plumb line to middle sacral line was 0.6cm (0.1–2.3cm), with coronal imbalance correction rate of 78.1%. All patients were followed up for an average of 23.4 months (14–35 months). At final follow-up, the mean scoliosis Cobb angle was 29.7° (8° – 57°), with loss of correction rate of 7.3%. The mean kyphosis deformity had Cobb angle of 29.9° (22° – 38°), with kyphosis loss of correction rate of 7.7%. The average distance from C7 plumb line to middle sacral line was 0.7cm (0.2–2.5cm). Bony fusion was achieved in all patients, and no instrument complications as well as significant loss of correction were documented. Compared with the procedure of fusion to stable vertebrae (SV), fusion to TV saved 1.09 mobile segments. **Conclusion:** Posterior release and wedge osteotomy is reliable and effective for congenital thoracolumbar hemivertebra with severe rigid kyphoscoliosis. Selecting TV rather than LIV can decrease fusion segments as more as possible.

[Key words] Spinal deformity; Hemivertebra; Severe kyphoscoliosis; Posterior release; Spinal wedge osteotomy; Fusion level selection

[Author's address] Department of Orthopaedics, Fuyang People's Hospital, Anhui Medical University, Fuyang, 230006, China

先天性脊柱侧凸发病率在千分之一左右^[1]。半椎体属于椎体形成缺陷,是先天性脊柱侧凸中最常见的类型,占先天性脊柱侧凸的 46%^[2]。位于胸腰段或腰椎的半椎体由于缺少胸廓的限制,脊柱侧凸或后凸畸形进展迅速,如果诊断和治疗不及时,常发展为重度僵硬性侧后凸畸形,给手术治疗带来难度和风险。有关青少年或成人半椎体所致重度脊柱侧后凸报道甚少。2007 年 4 月~2010 年 3 月我们采用经后路松解、楔形截骨,以触及椎作为融合固定下端椎,治疗先天性胸腰段半椎体并重度僵硬性脊柱侧后凸畸形患者 11 例,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本组男 4 例,女 7 例;年龄 14~22 岁,平均 17.1 岁。术前均行站立位全脊柱正侧位和左右 Bending 位 X 线片、脊柱三维 CT+重建及 MRI 检查。术前侧凸 Cobb 角 82° ~ 125° ,平均 94.4° ;侧凸柔韧性为 17.4%~28.9%,平均 24.8%;后凸 Cobb 角 72° ~ 145° ,平均 101.1° ;C7 铅垂线与骶正中线

距离 1.5~5.5cm,平均 2.9cm。半椎体均位于胸腰段,且为单个完全分节型,T11 3 例,T12 4 例,L1 1 例,L2 3 例,1 例合并脊髓拴系和脊髓纵裂。均合并有胸椎和腰椎代偿性前凸,术前胸椎前凸 Cobb 角 0° ~ 70° ,平均 28.6° ;术前腰椎前凸 Cobb 角 50° ~ 94° ,平均 66.4° 。

1.2 手术方法

1.2.1 手术显露 患者全麻,低血压麻醉,俯卧位,脊髓诱发电位监测。后入路,切开皮肤、皮下组织及深筋膜,沿棘突两侧骨膜下剥离竖脊肌,用自动牵开器将肌肉向两侧牵开,显露畸形脊柱全段,侧方显露至横突外缘。

1.2.2 固定融合节段的选择 选择触及椎 (touched vertebrae, TV) 作为融合固定的下端椎,选择性置入椎弓根螺钉。TV 是指站立前后位像上被骶正中中线触及的最近端椎体,其关系如图 1 所示。TV 的选择标准:①在站立前后位像上被骶正中中线触及的最近端椎体;②其椎体旋转度 $\leq$ I 度,且在凹侧 Bending 像上其 2/3 以上椎体可以落在 Harrington 稳定区内;③对于椎体旋转度达到 II 度者,在其凹侧 Bending 像能自动去旋转,恢复到 I

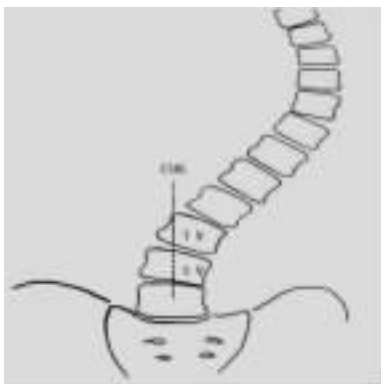


图1 触及椎与稳定椎的示意图(TV,触及椎;SV,稳定椎;CSVL,骶正中中线)

度以内,否则应延伸至其下方的一个椎体。

1.2.3 胸廓成形 于顶椎区凸侧,沿竖脊肌表面和腰背筋膜下广泛剥离,显露顶椎区凸侧竖脊肌,于竖脊肌外缘分离,将竖脊肌牵向内侧,背阔肌及斜方肌牵向外侧,显露顶椎区凸侧引起剃刀背最明显的2~4根肋骨,经肋横关节及肋椎关节,切除肋骨及肋骨小头,切除肋骨长度4~5cm,T11、T12肋全部切除。

1.2.4 后路松解 顶椎区上方胸椎作经后路胸膜外椎间隙松解,胸廓成形时切除肋骨后,沿椎体侧方骨膜下剥离,将胸膜推向侧前方,显露椎体侧前方并切除相应的椎间盘及前纵韧带,用椎间撑开器伸入椎间隙撑开椎间隙并反复撬动上下椎体、松解椎间隙,直到椎体间出现反常活动,切除上下终板软骨。顶椎区以下腰椎及代偿性胸椎前凸作后柱松解,切除棘上韧带、棘间韧带、黄韧带以及部分关节突切除和松解,以利于后柱的撑开。

1.2.5 楔形截骨 截骨前30min快速静滴甲基强的松龙1000mg,在脊柱凸侧确认半椎体,于半椎体所在水平先作脊柱后柱楔形截骨,切除后方的棘突、棘上和棘间韧带、椎板、黄韧带、小关节及横突,显露并保护脊髓。严密脊髓诱发电位监测,直视观察脊髓的搏动情况。(1)对位于胸椎的半椎体,在行剃刀背矫形切除肋骨及肋骨小头后,沿半椎体凸侧椎弓根旁行骨膜下剥离,将胸膜推向侧前方,显露椎体侧前方,小心用骨刀切除半椎体及所属上下椎间盘,截骨范围包括半椎体及其相邻的上方椎体下1/3或下方椎体的上1/3,呈楔形样截骨,最后切除半椎体后壁部分,保留凹侧的椎间纤维环、黄韧带及肋椎关节作为截骨闭合的软性旋转铰链。(2)半椎体位于腰椎时,直接行后路截

骨,在实施顶椎区截骨术时注意腰神经的显露,并小心保护,避免损伤。先切除后方的棘突、棘上和棘间韧带、椎板、黄韧带,显露硬膜及腰神经根,再作横突切除,显露椎体侧前方,行包括半椎体在内的楔形截骨,同样保留凹侧软性旋转铰链。

1.2.6 畸形矫正 在凸侧安装连接棒,采用压棒、侧方推移和悬梁臂技术,使侧后凸畸形逐渐矫正,凸侧置连接棒时助手应注意与术者配合,避免人为造成脊髓的剪切。凸侧连接棒安装完毕后,以截骨区为中心,于顶椎区上下两端逐渐向截骨区纵向压缩闭合截骨面,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,最后锁定钉棒。再于凹侧置预弯棒并纵向撑开固定,对畸形进一步矫正,在两棒间作横连固定。将去除的肋骨制成骨条植于椎板及松解的椎间隙。常规关闭切口。

1例合并脊髓拴系和脊髓纵裂患者术中一期行骨嵴切除,解除拴系。

1.3 术后处理

术后禁食3d,营养支持,抗生素应用3d,切口负压引流48h,10~12d拆线后佩戴脊柱外固定保护支具出院,4周后佩戴保护支具下床,支具保护半年。

2 结果

所有患者安全接受手术,手术时间5.5~10.0h,平均7.7h;术中出血量1000~7000ml,平均3500ml。术中和术后无脊髓神经损伤。1例术中切除肋骨小头时引起左侧胸膜撕裂,发生血气胸,行胸腔闭式引流,2周后痊愈。1例术后出现螺钉突破背部皮肤,1枚螺钉钉尾外露,术后3个月取出该枚螺钉。术前、术后和末次随访时的侧凸、后凸Cobb角及C7铅垂线与骶正中线的距离见表1。术后侧凸平均矫正率为70.9%,后凸平均矫正率为71.7%,C7铅垂线与骶正中线的距离(冠状位平

表1 11例先天性半椎体并重度僵硬性脊柱侧后凸患者的矫治情况

	术前	术后	末次随访
侧凸 Cobb 角(°)	82~125 (94.4±8.1)	7~54 (28.0±7.0)	8~57 (29.7±7.3)
后凸 Cobb 角(°)	72~145 (101.1±14.0)	20~36 (27.8±3.0)	22~38 (29.9±3.0)
C7 铅垂线与骶正中线的距离(cm)	1.5~5.5 (2.9±0.7)	0.1~2.3 (0.6±0.4)	0.2~2.5 (0.7±0.4)

衡)平均矫正率为 78.1%。随访 14~35 个月,平均 23.4 个月,末次随访时侧凸 Cobb 角丢失率为 7.3%,后凸 Cobb 角丢失率为 7.7%。随访 X 线片证实植骨均融合,内固定物无松动、断裂(图 2),未发现失代偿现象。3 例 TV 与稳定椎(stable

vertebrae, SV) 为同一个椎体,4 例 TV 为 SV 上一个椎体,4 例 TV 为 SV 上两个椎体。以 TV 作为远端融合椎(lowest instrumented vertebrae, LIV)比融合至 SV 平均节省了 1.09 个椎体。

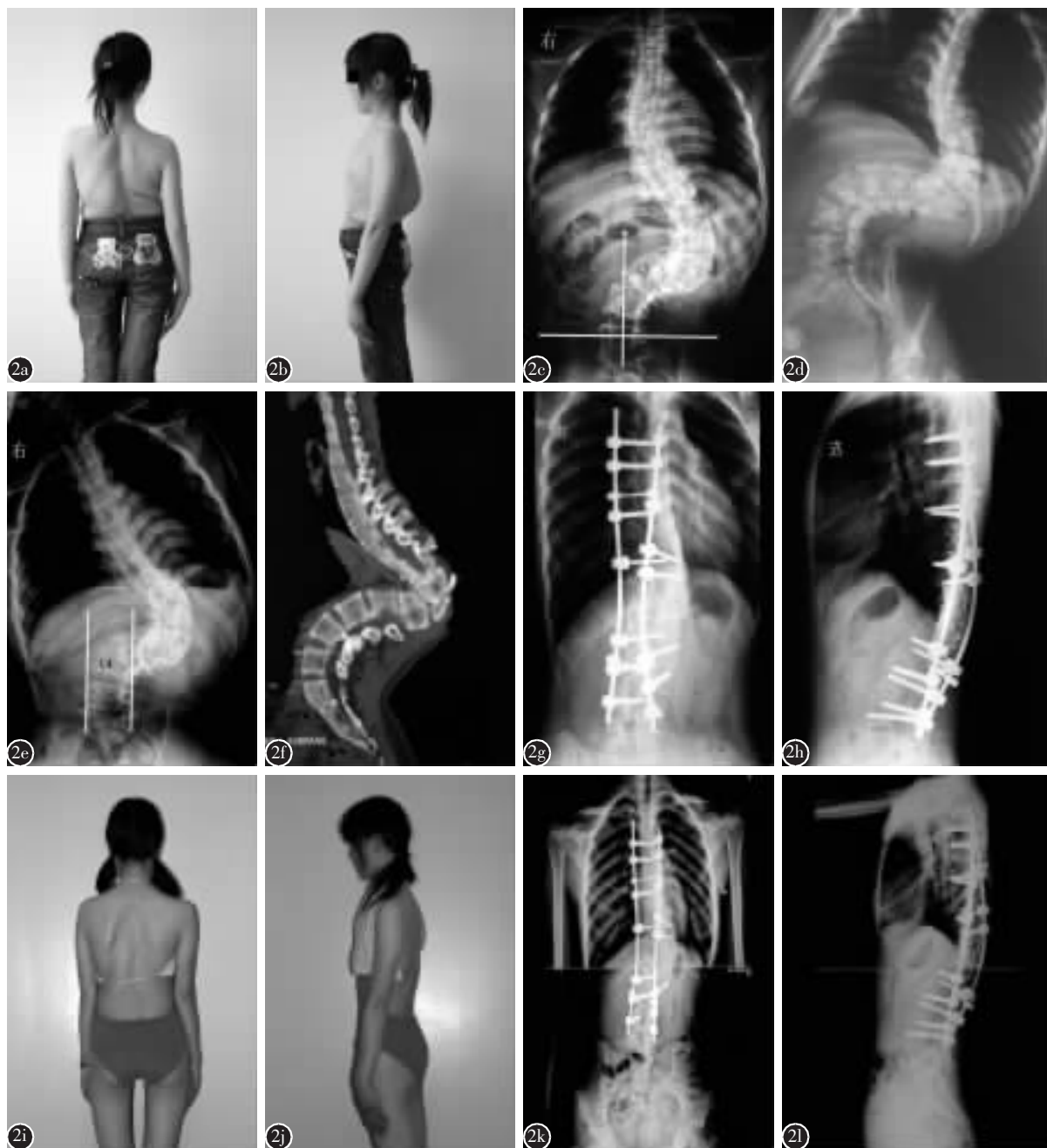


图 2 患者女, 16 岁 a、b 术前大体像示脊柱向左侧凸、后凸畸形, 双肩不等高 c 术前后位 X 线片示冠状位 Cobb 角 95°, 冠状位偏移 2.5cm, 稳定椎为 L5, 触及椎为 L3 d 术前左 Bending 像示 Cobb 角 75°, 柔韧性 21.1%, 畸形僵硬 e 右 Bending 像上触及椎(L3)椎体 2/3 未进入稳定区, 故选择 L4 为远端融合椎 f 术前矢状位 CT 示 T12 半椎体, 后凸 Cobb 角 125°, 矢状位偏移 3.8cm g 术后前后位 X 线片示冠状位 Cobb 角 30°, 矫正率 68.4%, 冠状位平衡 h 术后侧位 X 线片示矢状位 Cobb 角 32°, 矫正率 74.4% i、j 术后 30 个月大体像示躯干对称, 侧凸、后凸矫正 k、l 术后 30 个月前后位 X 线片示冠状位矫正无丢失, 侧位 X 线片示矢状位矫正无丢失, 内固定无松动、断裂

3 讨论

先天性半椎体患者由于幼年时诊断和治疗不及时,发展到青少年或成人时形成重度僵硬性脊柱侧后凸畸形。一般认为冠状面 Cobb 角大于 80° 即为重度脊柱侧凸,凸侧 Bending 位 X 线片柔韧性小于 30% 为僵硬性侧凸^[3]。本组入选病例为侧凸 Cobb 角均大于 80° ,柔韧性小于 30%。这类患者作单纯的后路半椎体切除和短节段固定手术难以获得良好的矫正。目前采用的长节段固定多是以 SV 作为融合固定下端椎,虽可以增加矫正力,但融合固定节段过长,丧失了更多的腰椎活动节段。如何有效改善脊柱的柔韧性和合理选择融合节段是目前治疗先天性半椎体并重度僵硬性脊柱侧后凸畸形的重要课题。为此,我们设计了经后路松解联合楔形截骨治疗先天性胸腰段半椎体并重度脊柱侧后凸畸形,并以 TV 代替 SV 作为融合固定的下端椎,取得了良好的矫正效果。

3.1 融合节段的选择

融合固定节段的选择主要依据畸形类型、程度和代偿弯有无结构性改变。仇建国等^[4]认为对于侧凸大于 50° 、后凸大于 40° 的病例,不宜采用短节段固定,应延长融合范围,融合侧凸和后凸弧内椎体。本组病例均有代偿弯存在,如果代偿弯在 Bending 像仍大于 25° ,则存在结构性弯曲,应同时予以矫正,因此我们选择代偿性结构弯的上终椎作为融合固定的上端椎,将代偿性结构弯包括在固定融合范围之内。

LIV 的确切固定在脊柱矫正手术中有重要意义。矫正力主要通过 LIV 传向远端的椎体,如果融合固定的 LIV 选择不当,就会导致脊柱失衡,术后早期出现脊柱失代偿,严重者需要二次手术翻修,延长融合固定节段。既要获得良好的矫正效果,又要最大限度地保留患者腰椎的活动节段,是每个脊柱外科医生努力的方向。选择 LIV 的标准存在很大差别,不少学者对特发性脊柱侧凸 LIV 的选择进行了研究^[5,6]。仇建国等^[7]在特发性脊柱侧凸 LIV 的选择上提出了 TV 的概念,治疗特发性脊柱侧凸患者 33 例,选择 TV 作为 LIV 比选择 SV 平均节省 (1.14 ± 0.37) 个椎体,获得了良好的矫正效果并可保留更多的运动节段。目前对先天性脊柱畸形 LIV 的选择研究甚少。我们对 11 例先天性胸腰段半椎体并重度脊柱侧后凸畸形选择 TV 代替 SV 作为融合固定的下端椎,平均节省了

1.09 个椎体,同样取得了良好的矫正效果,术后随访未发现失代偿。

3.2 楔形截骨及截骨平面的选择

半椎体切除是治疗半椎体畸形最直接有效的方法,主要有一期或二期前后路联合半椎体切除术和一期后路半椎体切除术。后路半椎体切除术适用于年龄较小患儿,畸形较轻,脊柱柔韧性好,单纯的半椎体切除能取得良好的矫正效果^[8-11]。本组患者年龄偏大,畸形僵硬、严重,代偿弯加大,其僵硬部位不仅存在于椎板和关节突之间,还广泛存在于椎间隙、棘突和横突之间,仅行半椎体切除,其凹侧将会残留较多的骨性结构连接,凸侧无法加压闭合与矫正。因此必须扩大楔形截骨范围,采用包括半椎体在内的楔形截骨才能获得凸侧的加压闭合和矫正。对于严重的僵硬性脊柱侧后凸,有学者采用前后路联合截骨矫正的方法,但创伤较大、并发症较多^[10]。Suk 等^[12]采用单纯后路全脊椎截骨治疗重度脊柱侧后凸畸形,其中先天性半椎体合并重度僵硬性脊柱侧后凸 38 例,平均作了 1.1 个椎体截骨(18 个胸椎,23 个腰椎),侧凸矫正率平均为 67.6%,后凸矫正率为 42%。但全脊椎截骨后脊柱的稳定性丧失,在矫正时一旦发生脊髓剪切,将导致灾难性后果。我们将半椎体切除和截骨相结合,设计了顶椎区的楔形截骨,截骨范围包括半椎体及其相邻的上方椎体下 1/3 或下方椎体的上 1/3。这样既切除了半椎体,去除了致畸因素,又扩大了截骨范围,改善了脊柱柔韧性,为截骨面的凸侧闭合提供了方便。由于我们采取的截骨术保留了凹侧的椎间纤维环、黄韧带以及肋椎关节作为截骨闭合的软性旋转铰链,保持了脊柱的相对稳定性,因而增加了截骨闭合的安全性。

3.3 后路松解的意义

有半椎体的脊柱侧凸畸形早期可以是角状畸形,随着畸形的发展,部分患者到青少年或成人时将形成重度僵硬性侧后凸,同时存在冠状面、矢状面、水平面的畸形,这时行单纯的后路顶椎截骨或半椎体切除仅能获得顶椎区冠状面和矢状面的部分矫正,缺乏水平面椎体旋转矫正和截骨端上下弯曲脊柱的三维矫正。在截骨或半椎体切除同时对截骨端上下僵硬弯曲的脊柱实行充分松解,能有效改善脊柱的柔韧性,提高矫正率。

传统的经胸前路松解术对心肺干扰大,创伤大,并发症多^[9]。胸腔镜对重度僵硬性脊柱侧后凸

的前路松解存在难度大、术者过量接受 X 线等缺点^[13]。李超等^[14]通过经后路胸膜外松解椎间隙的方式达到了经胸松解的同样效果,认为多节段椎间隙松解术与截骨术具有互补性,两者并用可以有效改善脊柱的柔韧性,提高脊柱侧凸的矫正率;而且截骨、松解与固定可以在一个切口内完成,减小了创伤,对心肺干扰小,降低了并发症。本组病例半椎体均位于胸腰段,脊柱僵硬主要集中在顶椎区,并向上下延伸。在顶椎截骨的同时,对截骨平面上上下进行松解,有助于进一步改善脊柱的柔韧性。在顶椎区上方行胸廓成形,利用切除部分肋骨及肋骨小头的同时,对此处胸椎采用经后路胸膜外胸椎间隙松解。对顶椎区下方的腰椎和代偿弯内的胸椎采用后柱松解。二者均为后路松解。此外,本组病例中严重后凸畸形常合并有胸椎和腰椎代偿性前凸,导致后柱结构挛缩,我们同时对挛缩的后柱实行了松解,包括切除棘上韧带、棘间韧带、黄韧带,以及两侧关节突松解,有利于矫形时后柱的撑开。

综上所述,先天性胸腰段半椎体并重度僵硬性脊柱侧后凸的手术治疗具有挑战性。手术成功的关键在于:①术前进行详尽的影像学检查,对指导手术方案的设计十分重要;②手术中通过低血压麻醉减少出血;③术中常规神经电生理监测提高术中的安全性;④后路经胸膜外椎间隙松解及后柱松解与截骨术并用可以有效改善脊柱的柔韧性,提高脊柱侧凸的矫正率;⑤选择 TV 代替 SV 作为融合固定的下端椎,可保留更多的运动节段。但本手术较大,出血较多,有待进一步改进。本组病例少、观察时间短,远期疗效仍有待继续观察。

4 参考文献

1. Giampietro PF, Blank RD, Raggio CL, et al. Congenital and id-

ioipathic scoliosis: clinical and genetic aspects [J]. Clin Med Res, 2003, 1(2): 125-136.

2. Arai S, Ohtsuka Y, Moriya H, et al. Scoliosis associated with syringomyelia [J]. Spine, 1993, 18(12): 1591-1592.
3. 李明, 刘洋, 朱晓东, 等. 一期前路松解后路三维矫形治疗重度僵硬性脊柱侧凸[J]. 中华骨科杂志, 2004, 24(5): 271-275.
4. 仇建国, 邱贵兴, 刘勇, 等. 前后路一期半椎体切除术矫治脊柱侧后凸[J]. 中华骨科杂志, 2004, 24(5): 257-261.
5. Suk SI, Lee SM, Chung ER, et al. Determination of distal fusion level with segmental pedicle screw fixation in single thoracic idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2003, 28(5): 484-491.
6. Tao F, Shi Z, Xie Y, et al. Determination of lowest instrumented vertebra by the location of apical vertebra in Lenke type 1 adolescent idiopathic scoliosis[J]. Int Orthop, 2011, 35(4): 561-567.
7. 仇建国, 张新华, 邱贵兴, 等. 特发性脊柱侧凸远端融合椎的选择[J]. 中华骨科杂志, 2010, 30(4): 321-324.
8. 王岩, 张永刚, 张雪松, 等. 后路半椎体切除、短节段经椎弓根内固定术治疗小儿先天性脊柱侧凸[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(3): 196-199.
9. 李明, 倪春鸿, 朱晓东, 等. 后路半椎体切除节段固定矫正侧后凸畸形疗效初步观察[J]. 中国矫形外科杂志, 2004, 12(5): 338-341.
10. 仇建国, 邱贵兴, 于斌, 等. 后路半椎体切除术治疗先天性脊柱侧后凸的初步结果[J]. 中华骨科杂志, 2006, 26(3): 156-160.
11. 吕国华, 王冰, 康意军, 等. 后路半椎体切除椎弓根螺钉内固定治疗小儿先天性脊柱畸形 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(3): 187-189.
12. Suk SI, Kim JK, Kim WJ, et al. Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities [J]. Spine, 2002, 27(21): 2374-2382.
13. 邱勇, 王斌, 吴亮, 等. 胸腔镜下前路矫形术治疗特发性胸椎侧凸的初步临床结果[J]. 中华骨科杂志, 2004, 24(2): 65-69.
14. 李超, 周宇, 付青松, 等. 经后路胸膜外松解椎楔形截骨治疗重度特发性脊柱侧凸 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(3): 182-187.

(收稿日期: 2011-05-24 修回日期: 2011-07-10)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)