

## 临床论著

## 矢状曲度参考模棒在胸腰椎骨折手术中的临床应用

吴超, 谭伦, 林旭, 王翔奕, 胡海刚

(自贡市第四人民医院骨科 643000 四川 自贡市)

**【摘要】目的:**评价在胸腰椎爆裂骨折手术中应用矢状曲度参考模棒的临床意义。**方法:**312 例正常人体行站立标准侧位 X 线摄片,通过 Cobb 法(测量相邻椎体上终板垂线夹角),得到胸腰椎相邻节段矢状曲度参考值并制作正常矢状曲度参考模棒。将 126 例胸椎、腰椎爆裂骨折患者分成对照组和观察组。两组患者均行后路钉棒系统内固定术,观察组连接棒的弧度按参考模棒进行预弯,对照组凭借医师经验行连接棒的预弯。记录两组手术时间、术中出血量、患者术前、术后即刻、末次随访的伤椎前缘压缩比、固定节段矢状曲度丧失角度及 Frankel 分级。**结果:**手术时间、术中出血量对照组分别为  $138.4 \pm 35.3$  min、 $276.7 \pm 40.7$  ml;观察组分别为  $105.3 \pm 38.9$  min、 $201.5 \pm 45.8$  ml,两组间有统计学差异( $P < 0.05$ );术后即刻椎体前缘高度压缩比及固定节段矢状曲度丧失角度对照组分别为  $(80.5 \pm 2.7)\%$ 、 $8.3^\circ \pm 2.7^\circ$ ,观察组分别为  $(94.4 \pm 2.4)\%$ 、 $1.1^\circ \pm 0.7^\circ$ ,末次随访时对照组分别为  $(74.2 \pm 3.7)\%$ 、 $11.7^\circ \pm 3.3^\circ$ ,观察组分别为  $(93.7 \pm 2.5)\%$ 、 $1.2^\circ \pm 0.9^\circ$ 。术后即刻、末次随访时两个时间点对照组和观察组间有统计学差异( $P < 0.05$ );在同组间比较,对照组末次随访与术后即刻有统计学差异( $P < 0.05$ ),而观察组无统计学差异( $P > 0.05$ )。两组患者 Frankel 分级恢复情况比较,观察组优于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论:**术中连接棒预弯弧度以矢状曲度模棒为参考可以更好地恢复胸腰椎骨折的椎体高度及矢状曲度,使患者术后获得更好的神经功能。

**【关键词】** 胸腰椎;骨折;矢状曲度;模棒

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.10.06

中图分类号:R683.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2013)-10-0898-07

**Clinical application of the reference model about sagittal curves for the thoracolumbar fracture/WU Chao, TAN Lun, LIN Xu, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2013, 23(10): 898-904**

**【Abstract】 Objective:** To evaluate the surgical outcome of reference model about sagittal curves for the thoracolumbar burst fracture. **Methods:** 312 standing digital X-rays on normal adults were obtained, the sagittal angle by using Cobb method was measured(two vertical lines perpendicular to the lines parallel to the superior endplate of the above vertebra and the superior endplate of the below adjacent vertebral body), the normal reference value of sagittal curves about the thoracic and lumbar spine was developed and the reference model about sagittal plane curves was formed. 126 cases of patients with thoracolumbar burst fracture were divided into control group and observation group. All patients underwent posterior fixation and fusion. The reference model of sagittal curves was applied to restore sagittal curves in observation group, while in control group, the routine surgery was performed. The operation time and blood loss, the number of patients about the ratio of anterior vertebral compression, the sagittal loss angle, the Frankel grades before operation, immediately after operation and at final follow-up were recorded. **Results:** In control group, the operative time was  $138.4 \pm 35.3$  min, intraoperative blood loss was  $276.7 \pm 40.7$  ml; while in observer group, it was  $105.3 \pm 38.9$  min and  $201.5 \pm 45.8$  ml respectively, which showed significant difference between two groups( $P < 0.05$ ). In postoperative control group, the compression ratio of vertebral anterior column was  $(80.5 \pm 2.7)\%$ , the postoperative loss of sagittal angle was  $8.3^\circ \pm 2.7^\circ$ ; in final follow-up the data were  $(74.2 \pm 3.7)\%$ ,  $11.7^\circ \pm 3.3^\circ$  respectively; while in observer group, the data were  $(94.4 \pm 2.4)\%$ ,  $1.1^\circ \pm 0.7^\circ$ ,  $(93.7 \pm 2.5)\%$ ,  $1.2^\circ \pm 0.9^\circ$  respectively, Which showed significant difference( $P < 0.05$ ) at each time points after operation between two groups; there were statistically sig

基金项目:四川省卫生厅科学研究项目(No. 080424)

第一作者简介:男(1977-),副主任医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(0813)2204523 E-mail:flightiness@163.com

通讯作者:谭伦 E-mail:1098726536@qq.com

nificant difference at different time points after operation in control group( $P<0.05$ ), but no statistical difference in observer group ( $P>0.05$ ). Between the two groups there were statistically different in recovery of Frankel grade( $P<0.05$ ), the recovery of observer group was better than control group. **Conclusion:** The instrument can restore better vertebral height and sagittal curvature of thoracolumbar spine, which also contribute a better neurologic recovery.

**【Key words】** Thoracolumbar vertebrae; Fracture; Sagittal plane curves; Reference model

**【Author's address】** Department of Orthopedics, The Fourth People's Hospital, Zigong City, Sichuan, 643000, China

胸椎、腰椎爆裂骨折是临床上常见的脊柱创伤, 后路复位内固定术是目前治疗此类创伤常用的方法, 在临床应用广泛。正常矢状曲度的恢复是此类手术中必需进行的步骤, 但目前临床医师在手术中没有矢状曲度“正常值”的参考依据, 往往是通过临床经验进行, 因此对于如何恢复矢状曲度主观性强、随意性大, 出现较多并发症<sup>[1]</sup>。作者自 2008 年 6 月~2011 年 1 月通过测量正常成人胸腰椎矢状曲度得到参考值并制作成矢状曲度参考模棒应用于胸椎、腰椎爆裂骨折后路手术中, 疗效满意, 现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 正常人体相邻节段矢状曲度的测量及模棒制作

选择 312 例自愿参加的健康体检者, 其中男 174 例、女 138 例, 年龄 16~75 岁( $46.3\pm5.8$  岁); 身高 151~182cm ( $163.3\pm2.1$ cm); 体重 43~69kg ( $52.7\pm3.5$ kg)。受检者纳入标准: 经临床问诊、体格检查和腰椎正侧位 X 线片检查排除脊柱畸形、腰椎间盘突出症和腰椎管狭窄等脊柱疾患。医院伦理委员会批准本研究并与检查者签署同意书。

所有患者进行站立位标准侧位摄片, 摄片时采用 Mac-Thiong 等<sup>[2]</sup>推荐的标准姿势: 患者自然站立位, 双膝绷紧, 平视前方, 双上肢上抬约 45°, 手指接触锁骨(即双上肢抱胸体位)。采用数字成像技术(DR)成像, 投照距离 120cm, 投照方向垂直于成像板, 曝光条件 130kV, 60mAs, 曝光时间 90ms, 摄片中心以 L3 椎体为中心。成像板经扫描后得到图像以 DICOM 格式保存, 在 DR 工作站中, 由经过培训的骨科医师采用 Cobb 法(相邻椎体上终板垂线的夹角)测量相邻节段矢状曲度, 以相邻椎体后上角间的距离代表相邻椎体间距(图 1), 得到 T10~S1 相邻节段矢状曲度和椎体间距(表 1)。通过进口小巨人 VCN410A 数控数字机床

上以上述椎体间距均值将模棒精确分为多节并进行标记(分别对应人体 T10~S1 节段), 每个节段矢状面的夹角按上述所测得的相邻节段矢状曲度均值进行加工, 成型后参考模棒的曲度符合“正常人体”矢状曲度(图 2)。

### 1.2 病例选择

共计 126 例胸椎、腰椎爆裂骨折患者在我院行后路经椎弓根螺钉复位内固定植骨融合术, 纳入标准: 按 Denis 分类为屈曲压缩型和垂直爆裂型骨折; 排除标准: Denis 分类为屈曲牵张型和骨折脱位型骨折, 伴有颅脑和胸腹腔内重要脏器损伤; Frankel 分级见表 2。受伤至手术时间: 6h~9d, 平均 4d。所有患者术前均行 X 线片及 CT 检查。患者按国务院《医疗机构管理条例》要求均了解实验设计情况并签署知情同意书, 实验方案得到院伦理委员会批准并签署同意书。以上患者随机分为两组, 手术均由 10 年以上脊柱外科工作经验的医师完成。对照组: 共计 70 例, 男 40 例, 女 30 例; 年龄 17~63 岁, 平均 35.7 岁; 致伤原因: 交通伤 50 例, 高处坠落伤 14 例, 重物砸伤 6 例。骨

表 1 正常成人相邻节段矢状曲度及椎体间距 ( $\bar{x}\pm s$ )

Table 1 The sagittal plane curves and intervertebrae distance in adjacent segments of adult normal

| 节段<br>Segment | n   | 相邻节段矢状曲度 (°)<br>Sagittal plane curves<br>in adjacent segments | 相邻椎体间距(mm)<br>Distance in adjacent<br>segments |
|---------------|-----|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| T10-T11       | 278 | -1.9±2.7                                                      | 31.9±2.0                                       |
| T11-T12       | 312 | -3.3±2.8                                                      | 34.4±2.3                                       |
| T12-L1        | 312 | -1.8±2.7                                                      | 37.1±2.3                                       |
| L1-L2         | 312 | -0.9±3.2                                                      | 40.8±4.2                                       |
| L2-L3         | 312 | 3.0±3.3                                                       | 42.8±3.3                                       |
| L3-L4         | 312 | 7.2±3.6                                                       | 42.1±2.2                                       |
| L4-L5         | 312 | 10.4±3.8                                                      | 40.6±2.8                                       |
| L5-S1         | 267 | 19.7±2.8                                                      | 40.1±2.9                                       |

注: 正值代表矢状前凸角度数、负值代表矢状后凸度数

Note: Positive value represent lordosis and negative value represent kyphosis

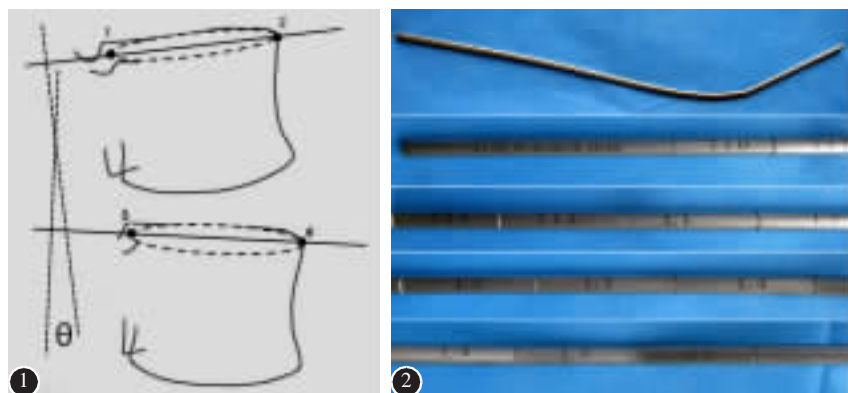


图1 相邻节段矢状曲面、椎体间距测量方法;相邻椎体上终板各做一椭圆形,椭圆形长轴与椭圆的交点分别为1、2和3、4个点。椭圆长轴垂线的夹角 $\theta$ 即为相邻节段矢状曲面。点1、3间的距离为相邻椎体间距 图2 胸腰椎矢状曲面参考模棒

Figure 1 The measuring method of sagittal plane curves and intervertebral distance in adjacent segments

on the adjacent superior endplate oval, the intersection of long axis and ellipse are respectively 1, 2 and 3, 4 points. The angle between the vertical major axis of the ellipse is sagittal curvature, the distance of point 1 and 3 is the distance in adjacent segments Figure 2 The reference model about thoracic and lumbar sagittal curvature

折部位:T11 3例,T12 30例,L1 22例,L2 11例,L3 3例,L4 1例。观察组:本组共计56例,男32例,女24例;年龄18~62岁,平均36.2岁。致伤原因:交通伤39例,高处坠落伤11例,重物砸伤6例。骨折节段包括:T11 3例,T12 24例,L1 18例,L2 8例,L3 2例,L4 1例。两组患者的性别、年龄、致伤原因、骨折节段及脊髓神经功能障碍分级等一般资料差异无统计学意义。

### 1.3 术前模拟恢复胸腰椎矢状曲面

所有患者行64排CT扫描检查,扫描条件:层厚0.625mm,电流220mA,电压120kV,512×512矩阵,获得其数据集。获得其数据集并导入Mimics 14.11。第一步,用阈值选取技术(Thresholding),获得胸腰椎原始蒙罩(Mask)。第二步,运用三维区域增长技术(3D region growing),修改原始蒙罩,得到胸腰椎新蒙罩。第三步,获得所选取的实体结构区域的三维重建图像(图3a)。第四步,使用模拟手术(Simulation)模块中的垂直屏幕切割(Cut orthogonal to screen)命令,对病椎进行水平截骨。第五步,使用旋转(Rotate)命令模拟恢复伤椎高度及矢状曲面,Rotate命令中旋转角度符合如下标准:伤椎前(后)缘高度分别为其上下椎体前(后)缘高度的平均值,伤椎伤前上下椎间隙前后缘高度分别为其邻近正常椎间隙前后缘高度(图3b)。具体操作:若骨折以上终板骨折为主,以病椎上关节突为中心进行矢状面旋转;若以下终板骨折为主,以病椎下关节突为中心进行。作者定义:拟手术固定节段相邻头尾侧椎体上终板垂线的夹角为伤椎固定节段矢状曲面(图3a),模拟手术后固定节段头尾侧

椎体上终板垂线的夹角为“正常矢状曲面”(图3b),测量其数值。

### 1.4 临床手术

选择全身麻醉,患者俯卧于手术床上,悬空腹部,以骨折椎体为中心,取腰背部正中切口,切开皮肤、皮下,剥离两侧椎旁肌,暴露病椎及上下各一正常椎体的椎板以伤椎棘突,固定材料为GSS系统(国产)。椎弓根螺钉的进钉点,以谭伦等<sup>[3]</sup>介绍的椎板边缘对腰椎椎弓根进钉点的个体化定位法进行,椎弓根螺钉进钉方向尽量与椎体上终板平行。患者术前检查若有神经损伤表现,术中进行半椎板或全椎减压。椎体爆裂骨折未波及椎弓根的患者,术中行病椎椎弓根螺钉固定及经椎弓根

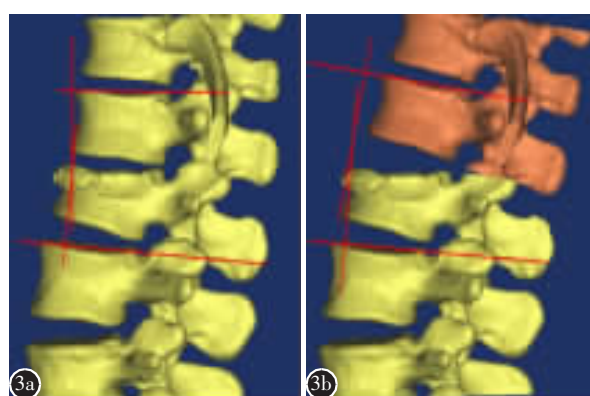


图3 使用Mimics软件模拟手术 a 原始三维重建图形 b 通过软件模拟手术功能恢复矢状曲面,测量“正常矢状曲面”

Figure 3 Simulation operation using Mimics software a The original 3D graphics b Through software simulation operation function recovery sagittal curvature, the normal sagittal curvature measurement

植骨。对照组:连接棒预弯弧度按手术医师临床经验进行预弯。观察组:在矢状曲度模棒上选择拟固定节段,GSS 系统中的连接棒按上述节段的矢状曲度进行预弯,以连接棒的矢状曲度通过平行于上终板的椎弓根螺钉进行骨折高度的复位及矢状曲度的恢复。安置横连杆,术中采用后外侧椎板及横突间植骨融合。

### 1.5 评估方法

以门诊复查及电话随访的方式随访入组患者,末次随访时间大于 12 个月。定义:矢状曲度丧失角度=(术前模拟手术得到的拟固定节段“正常矢状曲度”-伤椎固定节段矢状曲度),伤椎前缘压缩比=(伤椎前缘高度/伤椎上下椎体高度的平均值)(正值代表矢状前凸角度数、负值代表矢状后凸度数)。比较两组手术时间及术中出血情况。比较患者术前、术后即刻、末次随访的伤椎前缘压缩比、固定节段矢状曲度丧失角度(图 4、5)及 Frankel 分级。

### 1.6 统计学方法

所有资料用 SPSS 13.0 统计软件处理,正态计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,偏态计量资料用中位数(四分位间距)表示。对于患者计数资料采用卡方检验,对于计量资料同组不同时间点比较采用配对设计均数比较的  $t$  检验,对于同时点组间比较采用独立样本均数比较的  $t$  检验,对术前术后 Frankel 分级恢复情况使用非参数检验,以  $P < 0.05$  为检验水准。

## 2 结果

所有入组患者未出现术后脊髓损伤症状加重,观察组有 1 例、对照组有 2 例在术中出现硬膜囊破裂,术中均予以修补,无切口感染病例。对照组:术中椎板减压 62 例,病椎置钉 55 例,手术时

间  $138.4 \pm 35.3 \text{ min}$ ,术中出血量  $276.7 \pm 40.7 \text{ ml}$ ;观察组:术中椎板减压 49 例,病椎置钉 33 例,手术时间  $105.3 \pm 38.9 \text{ min}$ ,术中出血量  $201.5 \pm 45.8 \text{ ml}$ 。两组患者的椎板减压率、病椎置钉率比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,两组手术时间与术中出血量比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组患者 Frankel 分级恢复情况比较,观察组优于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ,表 2)。椎体前缘高度压缩比及固定节段矢状曲度丧失角度在术后即刻、末次随访两个时间点组间比较,两组有统计学差异( $P < 0.05$ ),观察组优于对照组;椎体前缘高度压缩比及固定节段矢状曲度丧失角度同组间比较,对照组末次随访与术后即刻时比较丢失明显(图 4),差异有统计学意义( $P < 0.05$ );而观察组丢失不明显(图 5),差异无统计学意义( $P > 0.05$ ,表 3)。术后 1 年时观察组患者 CT 复查示植骨均融合(图 6)。

## 3 讨论

### 3.1 胸腰椎骨折矢状曲度恢复的意义

正常人体矢状曲度是由各个节段的矢状角度所组成的,对胸腰椎骨折患者,后路术中若固定节段矢状角度过大或过小,相邻节段的椎间隙曲度将会通过减小或增大来补偿,可能引起术后邻近

表 2 两组术前术后 Frankel 分级恢复情况

Table 2 The recovery of Frankel grade

| 术前<br>Preoperative | 例数 n<br>对照组/观察组<br>Control/Observer | 术末次随访 Frankel 分级<br>The Frankel grade of final follow-up |     |     |       |       |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----|-----|-------|-------|
|                    |                                     | A                                                        | B   | C   | D     | E     |
| A                  | 2/2                                 | 2/1                                                      | 0/1 |     |       |       |
| B                  | 10/8                                |                                                          | 8/2 | 1/5 | 1/1   |       |
| C                  | 30/24                               |                                                          |     | 3/1 | 26/16 | 1/7   |
| D                  | 20/15                               |                                                          |     |     | 1/1   | 19/14 |
| E                  | 8/7                                 |                                                          |     |     |       | 8/7   |

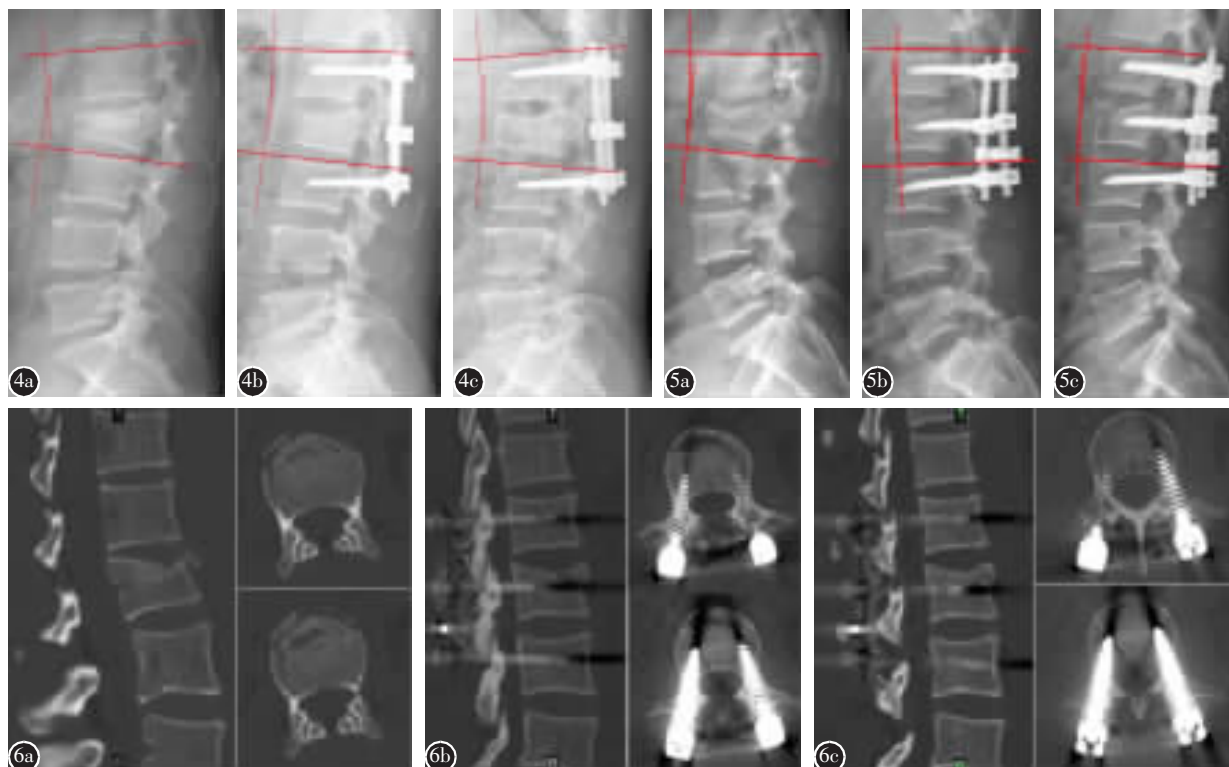
表 3 两组术前、术后即刻及末次随访情况

Table 3 The results in preoperative and postoperative

|                      | n  | 椎体前缘高度压缩比(%)<br>Compression ratio about anterior height of vertebral body |                       |                         | 固定节段矢状曲度丧失角度(°)<br>Loss angle about fixed segmental sagittal curves |                       |                         |
|----------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                      |    | 术前<br>Preoperative                                                        | 术后即刻<br>Postoperative | 末次随访<br>Final follow-up | 术前<br>Preoperative                                                  | 术后即刻<br>Postoperative | 末次随访<br>Final follow-up |
|                      |    |                                                                           |                       |                         |                                                                     |                       |                         |
| 对照组<br>Control group | 70 | 45.3±2.3                                                                  | 80.5±2.7              | 74.2±3.7 <sup>②</sup>   | 20.7±3.1                                                            | 8.3±2.7               | 11.7±3.3 <sup>②</sup>   |
| 观察组<br>Observe group | 56 | 46.2±2.5                                                                  | 94.4±2.4 <sup>①</sup> | 93.7±2.5 <sup>①</sup>   | 19.5±3.0                                                            | 1.1±0.7 <sup>①</sup>  | 1.2±0.9 <sup>①</sup>    |

注:①与对照组比较  $P < 0.05$ ,②与术后即刻比较  $P < 0.05$

Note: ①Compared with control group,  $P < 0.05$ , ②Compared with postoperative,  $P < 0.05$



**图 4** 对照组, 38 岁男性患者 **a** 术前侧位 X 线片示 L2 爆裂骨折, 椎体前缘高度压缩比 45.8%, 固定节段矢状曲度明显丧失角度为  $21.8^{\circ}$  **b** 术后即刻侧位 X 线片示椎体前缘高度压缩比 80.8%, 固定节段矢状曲度明显丧失角度为  $8.7^{\circ}$  **c** 术后 16 个月侧位 X 线片示椎体前缘高度压缩比减小至 75.5%, 固定节段矢状曲度明显丧失角度增加为  $12.1^{\circ}$  **图 5** 观察组, 42 岁女性患者 **a** 术前侧位 X 线片示 L2 爆裂骨折, 椎体前缘高度压缩比 55.8%, 固定节段矢状曲度明显丧失角度为  $17.8^{\circ}$  **b** 术后即刻侧位 X 线片示椎体前缘高度压缩比 98.8%, 固定节段矢状曲度明显丧失角度为  $1.1^{\circ}$  **c** 术后 12 个月侧位 X 线片示椎体前缘高度压缩比仍有 98.2%, 固定节段矢状曲度明显丧失角度为  $1.3^{\circ}$  **图 6** 观察组上述患者 **a** 术前 CT 示 L2 椎体高度及矢状角度丧失伴椎管受压 **b** 术后即刻 CT 示 L2 椎体高度及矢状角度恢复, 椎管受压情况明显改善 **c** 术后 12 个月 CT 示 L2 椎体高度及矢状角度无丢失, 骨折愈合

**Figure 4** The control group, male, 38 years old with the burst fracture of L2 **a** The preoperative anterior height of vertebral body compression ratio is 45.8%, the loss of angle of fixed segmental sagittal curvature is  $21.8^{\circ}$  **b** The postoperative anterior height of vertebral body compression ratio is 80.8%, the loss of angle of fixed segmental sagittal curvature is  $8.7^{\circ}$  **c** 16 months after surgery, the anterior height of vertebral body compression ratio decreased to 75.5%, the loss of angle of fixed segmental sagittal curvature increases to  $12.1^{\circ}$  **Figure 5** The observer group, female, 42 years old with the burst fracture of L2 **a** The preoperative anterior height of vertebral body compression ratio is 55.8%, the loss of angle of fixed segmental sagittal curvature is  $17.8^{\circ}$  **b** The postoperative anterior height of vertebral body compression ratio is 98.8%, the loss of angle of fixed segmental sagittal curvature is  $1.1^{\circ}$  **c** 12 months after surgery, the anterior height of vertebral body compression ratio is still 98.2%, the loss of angle of fixed segmental sagittal curvature is still  $1.3^{\circ}$  **Figure 6** The observer group, the same patient **a** Preoperative CT showed the vertebral height and sagittal angle loss and the corresponding spinal stenosis **b** Postoperative CT showed the vertebral height and sagittal angle recovery, spinal stenosis improved significantly **c** 12 months after surgery, the vertebral height and sagittal angle showed no loss, fracture healing was noted

节段应力增加、椎间隙不稳、活动度加大,进而导致相邻节段加快退变<sup>[4]</sup>;远期可能发生矢状面的平衡失代偿,迟发性疼痛等;同时固定节段异常的矢状曲度也将使内固定器械应力集中,远期可能

带来内固定器械的松动甚至断裂。在本研究中观察组患者术后的矢状曲度丧失角度较对照组有统计学意义( $P < 0.05$ ),对照组术中矢状曲度的恢复较差,末次随访时矢状角度的丢失也较对照组

有统计学意义( $P<0.05$ ),两组 Frankel 分级恢复比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),因此说明在胸腰椎骨折中矢状曲度的恢复扮演着重要的角色。

AF 和 GSS 系统目前临床上使用较为广泛的经椎弓根短节段内固定系统,AF 系统中椎弓根螺钉角度固定,不能个体化地恢复矢状曲度;而在 GSS 系统中矢状曲度的恢复是通过连接棒的弧度来进行的,因为实际临床操作没有一个标准的参考值,链接棒弧度大多数凭借外科医生的临床经验来设定,缺乏客观性,这样不可避免地会造成术中多次重复弯棒使手术时间相应延长,术后复查发现骨折段在矫形后矢状位的角度较大或较小,容易产生并发症,甚至需要再次手术翻修。

### 3.2 矢状曲度参考模棒的优点及局限性

作者以 Cobb 法测量 312 例正常人体站立位 T10 至 S1 相邻节段矢状曲度及椎体间距,其测量方法简单可靠<sup>[9]</sup>,并以此数据制作了标准胸腰椎矢状曲度参考模棒,实际手术中在模棒上选定拟固定节段后,就可以将 GSS 系统中的连接棒按上述节段的矢状曲度进行预弯,以连接棒的矢状曲度通过平行于上终板的椎弓根螺钉进行骨折高度的复位及矢状曲度的恢复。这样的操作避免了过去此类手术链接棒预弯弧度的盲目性,本研究对照组中有 8 例患者因术中 C 型臂透视矢状曲度差不得不再次取出连接棒进行调整,再次复位固定,而在观察组中没有这样的情况发生,因此矢状曲度模棒可以较为准确快捷的调整连接棒的弧度,节省了手术时间,减少了术中出血。除此之外,本研究中作者为了验证矢状曲度模棒对于恢复生理曲度的有效性,通过 Mimics 软件的模拟手术功能重建患者伤前的正常的矢状曲度,通过术后随访测量在观察组中应用矢状曲度模棒能够更好的恢复伤前的矢状曲度。

作者在制作矢状曲度模棒过程中曾依据人体身高的不同制作了标准、大号、及小号的矢状曲度模棒,这几种类型的模棒仅有各节段长度的不同,节段间的矢状角度统一,但在临床手术中发现不同身高的患者单节段椎体间距一般仅有 2mm 左右的变化,对短节段固定术中矢状面角度影响不大,因此大多数患者通过使用标准矢状曲度模棒也可以很好地恢复矢状曲度。

莫新发等<sup>[6]</sup>研究表明在站立中立位的腰椎前凸角大于侧卧中立位,作者选择测量正常人体站

立中立位矢状曲度的数值制作矢状曲度模棒是因为许多与腰椎病变相关的腰腿痛很多是在站立位状况下出现临床症状与体征或加重的,所以短节段椎弓根内固定手术中依照生理负重状态下(立位)的矢状曲度进行固定融合更能适应日常活动。作者也考虑到预先确定矢状角度的钛连接棒是否会由于其弹性削弱复位作用,但在我们术后测量中没有明显的数据表明由于组织结构的牵拉力量使连接棒角度发生明显变化,原因可能是本研究主要将模棒应用于胸腰椎爆裂骨折而不是骨折脱位或腰椎滑脱的患者,对模棒的牵拉作用有限所致,在遇到上述患者时使用模棒是否需要加大预弯角度,需要进一步研究证实。

当然作者也同意众多作者的建议<sup>[7-9]</sup>,即正常的腰椎曲度在一定范围内波动,其平均值可能是一个参考性的数值,而不能将其认为是“正常值”,但就目前而言,缺乏更有效的术中评估矢状曲度的方法,对于临床经验丰富的脊柱外科医生,可能通过其经验将连接棒恢复到能所接受的范围,但主观性强不能复制,对于更多的临床医师,特别是工作在缺乏 C 型 X 线臂术中透视了解骨折复位情况的基层医院中,更需要直观的术中参考。因此本文所测得的正常人体相邻节段矢状曲度参考值以及因此制作的矢状曲度参考模棒具有较好的适用性,术中只需将长短合适的连接棒直接对应参考模棒的相应节段进行对比预弯即可,使以往的盲目预弯有了直观的参考,缩短了反复预弯棒的时间也提高了精确性。

### 3.3 术中注意事项

在术中使用胸腰椎矢状曲度模棒应注意以下几点:①椎弓根螺钉矢状位进钉方向应平行于上终板。这样的操作可以使椎弓根螺钉具有更好的把持力,临床手术中术者可以直接通过椎弓根螺钉的矢状位角度判断矢状曲度恢复情况。当然通过术中 C 型臂 X 线机透视也发现了一些椎弓根螺钉与上终板不平行的情况,作者术中通过测量相邻椎体椎弓根螺钉矢状面夹角是否符合此节段矢状曲度来进行连接棒的调整,若符合仍可以使用参考模棒预弯连接棒;若偏大或偏小应适当减小或加大连接棒的预弯角度,最终通过透视尽量恢复正常的生理曲度。②如条件允许,加用经伤椎置钉。通过经伤椎植骨并置入椎弓根螺钉连同上下相邻螺钉每侧三枚螺钉的方法,通过上下撬动

伤椎椎弓根螺钉可使压缩或爆裂的椎体高度恢复,这种复位除了直接复位作用外还可以牵张前纵韧带、膈角及腰大肌纤维使之紧张,起到软组织夹板的作用,恢复伤椎形态及空间,器械的提拉复位与上下撬动共同作用于伤椎及相邻上下节段,使前后纵韧带紧张,爆裂椎体的骨折块聚集,协助骨折复位<sup>[10]</sup>,临床使用可以更好地恢复椎体高度及矢状曲度。③需要考虑骨盆对胸腰椎矢状曲度的影响。在骨盆矢状面的参数中骨盆投射角(pelvic incidence, PI),用来描述骨盆的解剖形态。该参数存在个体差异,不受摄片体位和姿势的影响。但 Lafage 等<sup>[11]</sup>、Barrey 等<sup>[12]</sup>、Mac-Thiong 等<sup>[13]</sup>分别测量了 41 例、154 例和 709 例正常人或患者的脊柱骨盆参数,得了各参数的范围,提出正常的骨盆投射角在 40°~60°的范围内,它的角度与腰椎前凸角(特别是下位腰椎)直接相关,因此在术前建议加行骨盆的摄片,以了解这一角度,对于这一角度明显异常的患者或者对于 L4、L5 椎体骨折,可以考虑使用个体化的方法,测量并恢复矢状曲度。

因此就目前而言,通过测量正常人体胸腰椎相邻节段矢状曲度进而制作参考模棒应用于临床手术可以更好的恢复胸腰椎爆裂骨折的椎体高度及矢状曲度,当然模棒是否可以应用于更多的人群,有待于在今后的工作中进一步扩大样本量进行观察。

#### 4 参考文献

1. 张贵林, 荣国威, 丁占云, 等. 脊柱胸腰段骨折术后椎弓根螺钉断裂及弯曲松动的原因分析[J]. 中华骨科杂志, 2000, 20(8): 470-472.
2. Mac-Thiong JM, Labelle H, De Guise JA. Comparison of sacropelvic morphology between normal adolescents and subjects with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Stud Health Technol Inform, 2006, 123: 195-200.
3. 谭伦, 吴超, 罗晓中, 等. 以椎板边缘对腰椎椎弓根螺钉进钉点的个体化定位[J]. 中国矫形外科杂志, 2008, 16(3): 207-210.
4. Kawakami M, Tamaki T, Ando M, et al. Lumbar sagittal balance influences the clinical outcome after decompression and posterolateral spinal fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis [J]. Spine, 2002, 27(1): 59-64.
5. 吴超, 谭伦, 林旭, 等. 胸腰椎相邻节段矢状曲度 X 线片不同测量方法的对比研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(6): 501-505.
6. 莫新发, 朱文雄, 程立明, 等. 腰椎滑脱病人站立位及侧卧位腰椎动力 X 线矢状位曲度比较 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2004, 22(4): 428-429.
7. Stagnara P, DeMauroy JC, Dran G, et al. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references in the evaluation of kyphosis and lordosis [J]. Spine, 1982, 7(4): 335-342.
8. Korovessis PG, Stamatakis MV, Baikousis AG. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population[J]. Spine, 1998, 23(6): 700-704.
9. Lin RM, Jou IM, Yu CY. Lumbar lordosis: normal adults[J]. Formosan Med Assoc, 1992, 91(3): 329-333.
10. 曾忠友, 黄伟, 张建乔, 等. 椎弓根螺钉系统同时经伤椎置钉固定治疗胸腰椎骨折[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(8): 609-613.
11. Lafage V, Schwab F, Patel A, et al. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity [J]. Spine, 2009, 34(17): E599-606.
12. Barrey C, Roussouly P, Perrin G, et al. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine: can we indentify the compensatory mechanisms[J]. Eur Spine J, 2011, 20(Suppl 5): 626-633.
13. Mac-Thiong JM, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Sagittal parameters of global spinal balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults[J]. Spine, 2010, 35(22): E1193-1198.

(收稿日期:2013-03-29 修回日期:2013-05-08)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)