

· 临床论著 ·

## “张筋撑骨”复位椎弓根钉固定单节段胸腰椎骨折<sup>△</sup>

王国军, 林海, 靳蛟, 时福东, 陈春, 吴冠男, 黎作旭, 刘昱彰, 张世民\*

(中国中医科学院望京医院, 北京 100020)

**摘要:** [目的] 比较“张筋撑骨”复位法和单纯经皮椎弓根螺钉撑开复位法治疗单节段胸腰椎骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2019 年 1 月—2021 年 6 月本院收治的 47 例单节段胸腰椎骨折患者的临床资料, 所有患者均为 A 型无神经症状。依据术前医患沟通结果, 24 例采用“张筋撑骨”复位法经皮椎弓根钉固定(复位组), 另外 23 例采用单纯经皮椎弓根螺钉固定(常规组)。比较两组围手术期、随访和影像资料。[结果] 两组切口总长度、术中失血量、一次置钉成功率、下地行走时间、切口愈合等级、住院时间及早期并发症发生率的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 但复位组手术时间 [(74.0±4.6) min vs (58.8±7.4) min,  $P<0.001$ ]、术中透视次数 [(32.3±2.8) 次 vs (26.1±3.2) 次,  $P<0.001$ ] 均显著多于常规组。随访时间平均 (15.2±2.5) 个月。术后随时间推移, 两组 VAS、ODI 评分均显著改善 ( $P<0.05$ ), 末次随访, 复位组 ODI 评分 [(1.4±0.9) vs (3.1±1.6),  $P<0.001$ ] 显著优于常规组。影像方面, 术后 LKA、VWA、AVH 均显著改善 ( $P<0.05$ ), 末次随访复位组 LKA [(2.3±2.1)° vs (6.2±3.6)°,  $P<0.001$ ]、VWA [(2.8±0.7)° vs (6.7±2.0)°,  $P<0.001$ ]、AVH [(94.1±2.5)% vs (85.7±4.9)%,  $P<0.001$ ] 均显著优于常规组。[结论] 采用“张筋撑骨”复位法治疗单节段胸腰椎骨折, 可以较好地恢复伤椎高度、矫正椎体楔形变、避免后凸畸形发生, 维持长远的临床疗效。

**关键词:** 胸腰椎脊柱骨折, 筋骨并重, 手法复位, 经皮椎弓根螺钉, 微创手术

**中图分类号:** R683.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 06-0481-06

**“Stretching soft tissue and distracting bone” reduction combined with percutaneous pedicle screw fixation for single-segment thoracolumbar fracture // WANG Guo-jun, LIN Hai, JIN Jiao, SHI Fu-dong, CHEN Chun, WU Guan-nan, LI Zuo-xu, LIU Yu-zhang, ZHANG Shi-min. Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100020, China**

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical efficacy of "stretching soft tissue and distracting bone" reduction combined with percutaneous pedicle screw fixation (PSF) versus PSF only for single-segment thoracolumbar fracture. [Methods] A retrospective study was done on 47 patients who received surgical treatment for type A single-segment thoracolumbar fracture without neurological symptoms in our hospital from January 2019 to June 2021. According to the preoperative doctor-patient discussion, 24 patients received "stretching soft tissue and distracting bone" reduction combined with PSF (the reduction group), while other 23 patients had PSF performed only (the conventional group). The documents regarding perioperative period, follow-up and images were compared between the two groups. [Results] Although there were no significant differences in total incision length, intraoperative blood loss, success rate of one-time screw placement, postoperative walking time, grade of incision healing, hospital stay and incidence of early complications between the two groups ( $P>0.05$ ), the reduction group was significantly greater than the conventional group in terms of operation time [(74.0±4.6) min vs (58.8±7.4) min,  $P<0.001$ ] and intraoperative fluoroscopy times [(32.3±2.8) times vs (26.1±3.2) times,  $P<0.001$ ]. All the patients in both group were followed up for a mean of (15.2±2.5) months. The VAS and ODI scores in both groups were significantly improved over time after surgery ( $P<0.05$ ), and the reduction group proved significantly better than the conventional group in term of ODI scores at the last follow-up [(1.4±0.9) vs (3.1±1.6),  $P<0.001$ ]. Radiographically, the local kyphotic angle (LKA), vertebral wedge angle (VWA) and anterior vertebral height (AVH) were significantly improved in both group after surgery ( $P<0.05$ ). By comparison, the reduction group was significantly superior to the conventional group in terms of LKA [(2.3±2.1)° vs (6.2±3.6)°,  $P<0.001$ ], VWA [(2.8±0.7)° vs (6.7±2.0)°,  $P<0.001$ ] and AVH [(94.1±2.5)% vs (85.7±4.9)%,  $P<0.001$ ] at the latest follow-up. [Conclusion] This "stretching soft tissue and distracting bone" reduction combined with percutaneous pedicle screw fixation (PSF) does restore the height of the injured vertebra better to correct the wedge-shaped vertebral deformity,

DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.06.01

<sup>△</sup>基金项目:北京市中医药科技发展资金项目(编号:JJ-2020-75);中国中医科学院科技创新工程项目(编号:C12021A02007)

作者简介:王国军,主治医师,在读研究生,研究方向:脊柱外科,(电话)15805801872,(电子信箱)wgj@spine@163.com

\* 通信作者:张世民,(电话)010-84739194,(电子信箱)smzhang1117@163.com

avoid the occurrence of kyphosis, and maintain the long-term clinical effect for single-segment thoracolumbar fracture.

**Key words:** thoracolumbar fracture, manual reduction, percutaneous pedicle screw fixation, minimally invasive surgery

胸腰段脊柱骨折约占所有脊柱创伤疾病的 60%，导致脊柱前中柱结构的损伤。该类骨折多为高处坠落伤和车祸伤，表现为后凸畸形以及椎管侵犯出现神经压迫的症状<sup>[1, 2]</sup>。而对于没有神经症状及稳定的单纯胸腰椎脊柱骨折患者，目前的治疗方案仍然存在争议。临床显示手术治疗具有更好的椎体高度的恢复、后凸畸形的纠正、早期功能恢复及维持良好的临床疗效<sup>[3-5]</sup>。经皮椎弓根螺钉技术的应用也相应解决了开放手术所带来的医源性椎旁肌损伤、手术出血等并发症<sup>[6-8]</sup>。但文献研究经皮椎弓根螺钉技术存在后凸畸形纠正不良、维持椎体高度丢失及功能丧失等劣势<sup>[9]</sup>。本研究复位组中利用中医传统“筋骨并重”理论，通过前纵韧带、纤维环及椎间盘等“筋”结构的张力来间接复位伤椎椎体“骨”结构的高度，评估该技术治疗单节段胸腰椎骨折的临床疗效和影像学椎体复位效果，现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 单节段胸腰椎骨折，均为 AO 分型中的 A 型骨折，无神经压迫症状；(2) 年龄 16~60 岁，无骨质疏松，骨密度不低于 -2.5；(3) 伤后 1 周内的新鲜骨折；(4) 随访时间 >12 个月，所有患者经 CT 评估骨折愈合，经原切口经皮取出内固定。

排除标准：(1) 年龄 >60 岁，骨质疏松性脊柱骨折或病理性脊柱骨折；(2) 多节段脊柱骨折病例，CT 横断位显示椎体后缘骨折块突入椎管内超过椎管矢状径的 50%，存在神经压迫症状；(3) 存在外伤导致其他系统或重要脏器损伤；(4) 随访过程中失信及外院取出内固定。

### 1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 1 月—2021 年 6 月行经皮椎弓根螺钉手术收治的单节段胸腰椎骨折患者的临床资料，共 47 例符合上述标准，纳入本研究。依据术前医患沟通结果，将患者分为两组，其中，24 例患者先接受“张筋撑骨”复位法，再行经皮椎弓钉固定（复位组），另外 23 例患者接受单纯经皮椎弓根螺钉撑开复位固定（常规组）。两组术前一般资料见表 1，两组患者性别、年龄、BMI、损伤至手术时间、受伤原因、受伤节段和骨折类型的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。本研究经中国中医科学院望京医院伦

理委员会审批，所有患者术前均签署手术知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料与比较  
Table 1 Comparison of the two groups in term of preoperative general data

指标	复位组 (n=24)	常规组 (n=23)	P 值
性别 (例, 男/女)	11/12	12/12	0.882
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	46.9 $\pm$ 4.2	46.7 $\pm$ 4.2	0.842
BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	26.4 $\pm$ 1.2	26.1 $\pm$ 0.9	0.404
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	5.0 $\pm$ 0.8	5.0 $\pm$ 1.0	0.994
受伤原因 (例, 坠落/车祸/摔伤)	6/4/13	8/6/19	0.987
节段 (例, T <sub>11</sub> /T <sub>12</sub> /L <sub>1</sub> /L <sub>2</sub> /L <sub>3</sub> /L <sub>4</sub> )	3/7/9/3/1/0	4/6/10/2/1/1	0.871
分型 (例, A3/A4)	16/7	18/6	0.677

### 1.3 手术方法

复位组：复位组中利用中医“筋骨并重”理论采用 3 个步骤来复位伤椎的椎体高度，纠正节段后凸角，达到椎体解剖复位。(1) 术前 1 周内采用“气垫体外复位”法：以骨折处为中心，垫可调节气垫，使伤椎呈过伸位状态，使因椎体高度下降导致皱褶的前纵韧带、纤维环重新恢复原有的张力，恢复压缩骨折椎体高度 (图 1a)；(2) 全麻，俯卧位，采取望京医院脊柱“体位手法复位”法。患者前胸部及髂前上棘垫软枕，保持脊柱过伸体位。如伤椎位于 T<sub>10</sub>~L<sub>1</sub> 节段，维持伤椎尾侧躯干及下肢水平位，助手双手置入患者双侧肩前腋下，麻醉医师维持气管插管及头颈部位置，逐步抬起头侧躯干并维持一定牵引力，术者双手交叉掌根部置于伤椎棘突部，双肘关节伸直，上身适当前倾，利用上身重量快速垂直向下短频发力 (图 1b)；如伤椎位于 L<sub>2</sub> 节段以下，维持伤椎头侧躯干及上肢水平位，患者双膝关节保持屈曲位，助手双手握住患者双侧踝关节，逐步抬起尾侧躯干并过伸髋关节，术者手法如前 (图 1c)。复位后透视观察伤椎复位情况，如伤椎高度恢复不理想，再次行上述手法；(3) 透视定位，分别于伤椎以及上下邻椎经皮椎弓根穿刺，置入导丝，沿导丝做椎旁 1.5 cm 切口，逐级扩张软组织，沿导丝向伤椎上下节段置入单向椎弓根螺钉 2 对，于伤椎置入万向椎弓根螺钉 1 对。将连接棒在置入前额外加大前凸的弧度，依照前两步复位椎体高度程度，预弯连接棒前凸大于原本生理曲度的

5°~10°，经皮置入长尾螺钉 U 形尾槽后依次锁紧头尾侧及伤椎螺钉，过程中利用棒的前凸及伤椎螺钉向前的推力复位，而不采取撑开复位方法。

常规组：全麻，俯卧位。按照标准行经皮椎弓根螺钉固定技术，分别经皮置入 3 对椎弓钉，透视确诊

椎弓根螺钉位置良好，选取合适长度的连接棒，按照该节段原本生理曲度预弯连接棒，经长尾螺钉 U 形尾槽经皮置入连接棒，锁定头侧螺钉，使用撑开器撑开头尾螺钉来复位伤椎高度，透视见复位满意依次锁定尾侧螺钉及伤椎螺钉。

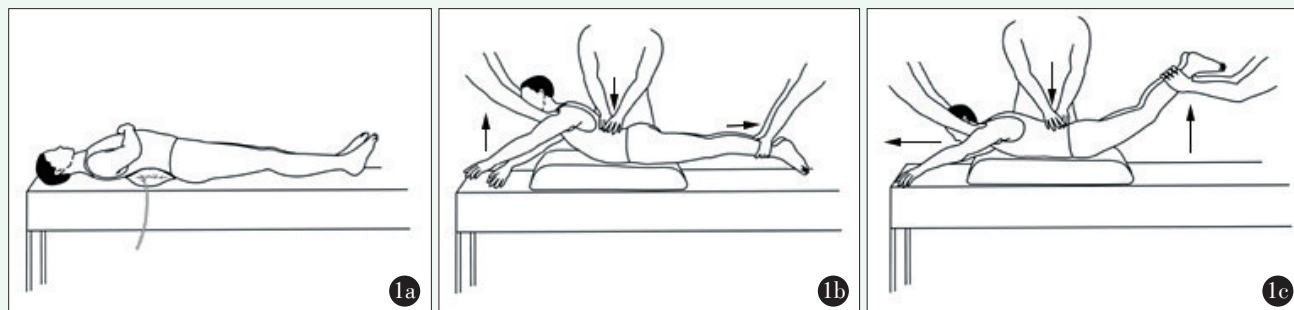


图 1 闭合手法复位法示意图。1a: 使用气垫复位法，使脊柱处于过伸状态，恢复压缩椎体高度；1b: 当骨折位于胸腰段时，逐步抬起头侧躯干并维持一定牵引力，术者双手交叉掌根部置于伤椎棘突部，利用上身重量快速垂直向下短频发力；1c: 当骨折椎体位于下腰段时，患者双膝关节保持屈曲位，助手双手握住患者双侧踝关节，逐步抬起尾侧躯干并过伸髋关节，术者手法同前。

Figure 1. Schematic diagram of closed reduction manipulation. 1a: Use the air cushion reduction method to make the spine in an overextended state and restore the height of the compressed vertebra; 1b: If the fracture is located in the thoracolumbar segment, gradually raise the head side of the trunk and maintain a certain traction force. The surgeon crosses the hands and places the palm root on the injured vertebra, and uses the upper body weight to rapidly vertically downward to give short frequent force; 1c: If the fractured vertebra is located in the lower back, the patient's knees remain in flexion position. The assistant holds both ankles with both hands, gradually lifts the caudal torso and hyperextends the hip joint, while surgeon give similar maneuver.

#### 1.4 评价指标

记录围手术期指标，包括手术时间、切口长度、术中透视次数、术中失血量、下地时间、住院时间及早期并发症。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index score, ODI) 评价临床疗效。行影像学检查，测量伤椎局部后凸角 (local kyphosis angle, LKA)、伤椎椎体楔形角 (vertebral wedge angle, VWA) 及伤椎椎体前缘高度百分比 (anterior vertebral height, AVH)，评估伤椎复位情况。

#### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示，数据正态分布时，两组间采用独立样本数据  $t$  检验；组间内时间点比较采用单因素方差分析或配对  $T$  检验；数据呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术，无神经根损伤及硬膜

撕裂者。围手术期数据见表 2。复位组手术时间及透视次数均显著多于常规组 ( $P < 0.05$ )。两组切口总长度、术中失血量、一次置钉成功率、下地行走时间、切口愈合等级、住院时间的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。早期并发症方面，复位组为 3/24 (12.5%)，包括术中未一次置钉成功 2 例，切口乙级愈合 1 例；常规组为 4/23 (17.4%)，包括术中未一次置钉成功 1 例，术中撑开复位过程中椎弓根螺钉拔出 2 例，切口乙级愈合 1 例。两组早期并发症发生率的差异无统计学意义 ( $P = 0.701$ )。

表 2 两组患者围手术期资料比较

Table 2 Comparison of the two groups regarding perioperative data

指标	复位组 (n=24)	常规组 (n=23)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	74.0±4.6	58.8±7.4	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	9.7±1.1	9.8±1.0	0.756
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	65.0±7.2	63.3±6.8	0.390
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	32.3±2.8	26.1±3.2	<0.001
一次置钉成功率 [钉 (%)]	138 (98.5)	136 (98.6)	0.683
螺钉拔出 [例 (%)]	0 (0)	2 (0.02)	0.489
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	2.7±0.6	2.7±0.5	0.945
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	23/1/0	22/1/0	0.516
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	10.4±1.3	10.4±1.3	0.700

## 2.2 随访结果

全部患者均获随访，随访时间 12~24 个月，平均 (15.2±2.5) 个。两组随访资料见表 3。与术前相比较，两组患者术后 3 个月及末次随访时，VAS、ODI 评分均显著降低 ( $P<0.05$ )；两组术前 VAS、ODI 评分差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )，术后 3 个月，两组 VAS 及 ODI 评分的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )，但末次随访，复位组 ODI 评分显著优于常规组 ( $P<0.05$ )。

表 3 两组患者随访结果 ( $\bar{x}\pm s$ ) 与比较

Table 3 Comparison of the two groups in follow-up data ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	复位组 (n=24)	常规组 (n=23)	P 值
疼痛 VAS 评分 (分)			
术前	6.5±0.6	6.7±0.6	0.259
术后 3 个月	2.0±0.4	2.0±0.5	0.990
末次随访	0.3±0.4	0.3±0.5	0.836
P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)			
术前	90.8±1.9	91.3±2.1	0.346
术后 3 个月	18.3±2.5	19.5±3.4	0.194
末次随访	1.4±0.9	3.1±1.6	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	

## 2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。与术前相比较，两组患者术后随访时间点 LKA、VWA、AVH 均显著改善 ( $P<0.05$ )；术前两组间上述影像指标的差异均无统计

学意义 ( $P>0.05$ )，术后即刻、术后 3 个月及末次随访复位组上述指标均显著优于常规组 ( $P<0.05$ )。复位组典型图像见图 2。

表 4 两组患者影像测量结果 ( $\bar{x}\pm s$ ) 与比较

Table 4 Comparison of radiographic data between the two groups ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	复位组 (n=24)	常规组 (n=23)	P 值
LKA (°)			
术前	12.2±3.7	11.8±3.8	0.726
术后即刻	1.7±2.4	5.5±3.9	<0.001
术后 3 个月	2.0±2.3	5.9±3.8	<0.001
末次随访	2.3±2.1	6.2±3.6	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
VWA (°)			
术前	12.9±3.0	12.0±2.9	0.325
术后即刻	2.3±0.7	6.1±1.8	<0.001
术后 3 个月	2.6±0.7	6.5±2.0	<0.001
末次随访	2.8±0.7	6.7±2.0	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
AVH (%)			
术前	67.0±11.9	66.3±11.3	0.950
术后即刻	96.8±1.9	88.6±4.3	<0.001
术后 3 个月	95.0±2.3	86.2±4.7	<0.001
末次随访	94.1±2.5	85.7±4.9	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	

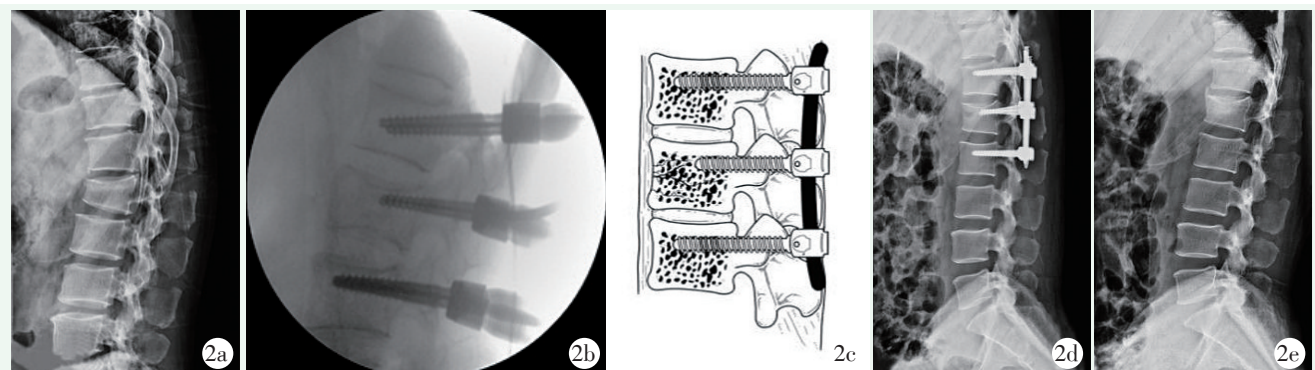


图 2 患者，男，43 岁，L<sub>1</sub> 椎体爆裂性骨折行“张筋撑骨”复位经皮椎弓钉固定。2a: 术前 X 线片示 L<sub>1</sub> 椎体前中柱高度丢失，椎体楔形变，局部后凸畸形；2b: 术中侧位 C 形臂 X 线机透视示体位手法复位后；2c: 手术中连接棒“过度前凸复位”法；2d: 术后即刻 X 线片示椎体前缘高度恢复良好，内固定位置良好；2e: 末次随访腰椎侧位 X 线片示椎体前缘高度有所丢失，椎体骨折愈合，腰椎序列良好。

Figure 2. A 43-year-old male underwent "stretching soft tissue and distracting bone" reduction and percutaneous pedicle screw fixation for L<sub>1</sub> burst fracture. 2a: Preoperative radiographs showed height loss of L<sub>1</sub> anterior and middle column with wedge-shaped vertebra, and local kyphosis; 2b: Intraoperative lateral C-arm fluoroscopic finding after reduction manipulation; 2c: Schematic diagram of "excessive lordotic reduction" with the connecting rods during surgery; 2d: Radiograph immediate postoperatively showed that the height of the anterior vertebral body recovered well with implants in good position; 2e: Radiograph at the last follow-up showed loss of anterior vertebral height in some extent, while solid healing of vertebral fractures, and proper lumbar alignment.

### 3 讨论

胸腰椎骨折是常见的脊柱高能量损伤,虽然对无神经损伤的A型胸腰椎骨折保守治疗取得良好的临床效果,但对于伤椎后凸畸形 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 及椎体高度丢失 $>50\%$ 的A型无神经损伤胸腰椎骨折手术治疗可取得更佳的临床优势<sup>[1, 2, 10]</sup>。手术目的是稳定脊柱、恢复伤椎的高度、纠正伤椎Cobb角及后凸畸形。1984年Magerl<sup>[11]</sup>首次提出采取经皮椎弓根螺钉复位固定胸腰椎骨折,发现经皮椎弓根螺钉相对于传统的开放手术存在较多的优点,如小切口减少椎旁肌的剥离损伤、较少的失血量、相对短的手术时间及住院时间、术后较低的疼痛评分及早期功能恢复。

单纯经皮椎弓根螺钉来复位压缩椎体,需要术中经皮椎弓根钉体外长臂杆采取纵向撑开,复位力量传递分散到钉尾及螺杆,面临着术中复位力量弱、椎体高度恢复不理想及早期内固定松动拔出等劣势<sup>[5, 12]</sup>。残存的胸腰段后凸畸形对应脊柱后柱相对延长,增加后外侧肌肉关节囊韧带静态的张力,会导致顽固性的后腰痛,需要长期药物治疗甚至翻修手术<sup>[13]</sup>。Xu等<sup>[14]</sup>认为,体位复位是恢复胸腰椎骨折高度的有效手段,而内固定复位仅存在相对微弱的复位力量,其对体位复位后伤椎高度的维持起到关键性作用。本研究复位组中利用前纵韧带、纤维环及椎间盘等“筋”的张力来间接复位伤椎椎体“骨”的高度,与单纯依赖内固定撑开复位伤椎比较,具有更强、更缓和的复位力量,术后伤椎高度、楔形角及局部后凸角恢复明显优于常规组,并取得良好的远期临床疗效。

“张筋撑骨”复位法分别采用在术前“气垫体外复位”法、麻醉后“体位手法复位”法、术中“过度前凸复位”法,三步中贯穿中医“筋骨并重”理论。“筋”与“骨”之间的结构特点,与西医脊柱运动单元解剖认识存在一致性,筋约束骨骼的运动幅度,骨能够保持筋的张力弹性,两者之间保持动态平衡关系<sup>[15]</sup>。在胸腰椎爆裂或压缩性骨折中,围绕椎体周围前后纵韧带及纤维环结构很少断裂,随着椎体前中柱高度下降,前纵韧带产生皱缩,纤维环膨隆,后外侧肌肉关节囊韧带呈高张力状态,形态学上出现“骨错缝、筋出槽”的病理状态<sup>[16-18]</sup>。复位法中前两步原理是使脊柱呈过伸状态,通过后外侧结构作为力学杠杆,促进连接伤椎上下前纵韧带、纤维环及椎间盘产生收缩作用力,从而使压缩的前中柱椎体逐步撑开

复位,同时通过完整纵韧带的挤压力,使后移的椎管内骨折块最大程度的复位。第三步采取弯棒过度前凸压缩后柱结构,张开前中柱韧带及骨结构,缓解后外侧软组织高张力状态。同时使躯干的力线后移,避免前中柱承受更多的应力,降低内固定失败及远期椎体高度丢失的风险。如使用内固定器械进行过度撑开复位,椎体周围的软组织、肌肉、韧带也会相应达到弹性模量的最大化,相反软组织结构对复位力量产生拮抗,处于高张力牵张状态,继而出现肌肉废用性萎缩及背伸力减弱<sup>[14]</sup>。同时经皮椎弓根螺钉避免开放手术对后外侧椎旁肌的剥离,注意对于筋的保护,防止肌肉废用导致内固定的张应力增加,而出现内固定断裂失效可能<sup>[19]</sup>。

采用“张筋撑骨”复位法需要以下注意事项:(1)复位前需仔细阅读脊柱X线片、CT及MRI,充分了解骨折的类型、神经的压迫程度及椎管内占位骨折块情况,对于韧带完整性丧失、后侧结构损伤、椎管占有率 $>50\%$ 、椎体后缘骨折块翻转类型,不建议采取该复位法,复位中容易导致椎管容积减少及椎体移位,出现神经恶化可能;(2)椎体骨折超过3周以上,椎体周围软组织挛缩,椎体内骨小梁纤维连接,难以通过该复位法张开挛缩的韧带达到满意的椎体高度恢复;(3)如前两步复位不理想,可继续重复第二步复位方式,避免通过术中钉棒系统力量来强力撑开复位,降低螺钉拔出、切割椎体的风险。同时要依据前两步椎体高度复位的程度与相应节段的生理弧度来过度前凸连接棒的弧度,避免过大导致螺钉拔出,过小不能产生复位的作用;(4)对于骨质疏松患者,因骨强度及骨质量下降,复位过程中切记使用暴力,逐步缓慢复位椎体高度,避免螺钉切割或拔出。

综上所述,“张筋撑骨”复位法治疗单节段胸腰椎骨折,可较好地恢复伤椎椎体高度,纠正椎体楔形变,改善局部后凸角度,恢复正常脊柱序列,同时恢复“筋”和“骨”的顺应性,取得良好的临床效果,达到骨正、筋平的目的。但该复位法仍缺乏统一标准进行衡量、量化,第一步垫枕复位受到多种因素干扰,如垫枕的材质、高度、弧度、位置及时间都缺乏量化的标准;第二步手法复位中存在术者经验、力度控制及体位的幅度等差异,其规范化值得进一步研究。未来需要探索“筋”与“骨”之间的作用靶点联系,深入研究骨骼肌肉之间信号通路以及力学信号转换为生物学信号的具体途径。

### 参考文献

- [1] Leucht P, Fischer K, Muhr G, et al. Epidemiology of traumatic spine fractures [J]. *Injury*, 2009, 40 (2) : 166-172. DOI: 10.1016/j.injury.2008.06.040.
- [2] Cahueque M, Cobar A, Zuniga C, et al. Management of burst fractures in the thoracolumbar spine [J]. *J Orthop*, 2016, 13 (4) : 278-281. DOI: 10.1016/j.jor.2016.06.007.
- [3] Rometsch E, Spruit M, Härtl R, et al. Does operative or nonoperative treatment achieve better results in A3 and A4 spinal fractures without neurological deficit? Systematic literature review with meta-analysis [J]. *Global Spine J*, 2017, 7 (4) : 350-372. DOI: 10.1177/2192568217699202.
- [4] Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit [J]. *Spine*, 2001, 26 (9) : 1038-1045. DOI: 10.1097/00007632-200105010-00010.0
- [5] Liu Z, Li Z, Xing D, et al. Two different surgery approaches for treatment of thoracolumbar fracture [J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8 (12) : 22425. DOI: 10.1016/j.injury.2008.06.040.
- [6] Tian F, Tu LY, Gu WF, et al. Percutaneous versus open pedicle screw instrumentation in treatment of thoracic and lumbar spine fractures: A systematic review and meta-analysis [J]. *Medicine*, 2018, 97 (41) : e12535. DOI: 10.1097/MD.00000000000012535.
- [7] Kocis J, Kelbl M, Kocis T, et al. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of type A thoracolumbar fractures [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2020, 46: 147-152. DOI: 10.1007/s00068-018-0998-4.
- [8] Yang M, Zhao Q, Hao D, et al. Comparison of clinical results between novel percutaneous pedicle screw and traditional open pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures without neurological deficit [J]. *Int Orthop*, 2019, 43: 1749-1754. DOI: 10.1007/s00264-018-4012-x.
- [9] Perna A, Santagada DA, Bocchi MB, et al. Early loss of angular kyphosis correction in patients with thoracolumbar vertebral burst (A3-A4) fractures who underwent percutaneous pedicle screws fixation [J]. *J Orthop*, 2021, 24: 77-81. DOI: 10.1016/j.jor.2021.02.029.
- [10] Kim BG, Dan JM, Shin DE. Treatment of thoracolumbar fracture [J]. *Asian Spine J*, 2015, 9 (1) : 133. DOI: 10.4184/asj.2015.9.1.133.
- [11] Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1984, 189: 125-141.
- [12] 黄晓枫, 李果, 何跃, 等. 新型凹形体位垫经皮椎弓根螺钉固定治疗胸腰椎骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (20) : 1829-1833. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.20.02.
- Huang XF, Li G, He Y, et al. A novel concave posture mat for percutaneous pedicle screw fixation of thoracolumbar fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (20) : 1829-1833. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.20.02.
- [13] Wang H, Li C, Zhou Y, et al. Percutaneous pedicle screw fixation through the pedicle of fractured vertebra in the treatment of type A thoracolumbar fractures using Sextant system: an analysis of 38 cases [J]. *Chin J Traumatol*, 2010, 13 (3) : 137-145. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-1275.2010.03.002.
- [14] Xu Y, Zhou X, Yu C, et al. Effectiveness of postural and instrumental reduction in the treatment of thoracolumbar vertebra fracture [J]. *Int Orthop*, 2008, 32: 361-365. DOI: 10.1007/s00264-007-0338-5.
- [15] 王国军. “筋骨并重”理念在骨科疾病中的应用 [J]. *江苏中医药*, 2019, 51 (11) : 41-44. DOI: 10.3969/j.issn.1672-397X.2019.11.015.
- Wang GJ. The application of "Equal Value of both Tendon and Bone" in the treatment to orthopaedics diseases [J]. *Jiangsu Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2019, 51 (11) : 41-44. DOI: 10.3969/j.issn.1672-397X.2019.11.015.
- [16] 秦大平, 张晓刚, 宋敏, 等. 基于筋骨并重理论探讨中医拔伸按压手法治疗单纯性胸腰椎压缩骨折筋骨平衡力学作用机制 [J]. *辽宁中医杂志*, 2019, 46 (12) : 2545-2547. DOI: 10.13192/j.issn.1000-1719.2019.12.022.
- Qin DP, Zhang XG, Song M, et al. Exploring the mechanical mechanism of muscle bone balance in the treatment of simple thoracic and lumbar vertebral compression fractures with traditional Chinese medicine pulling, stretching, and pressing techniques based on the theory of equilibrium between muscle and bone [J]. *Liaoning Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2019, 46 (12) : 2545-2547. DOI: 10.13192/j.issn.1000-1719.2019.12.022.
- [17] 杨洪杰, 彭力平. 胸腰椎骨折中医经典整复疗法探析 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2014, 22 (12) : 71-73.
- Yang HJ, Peng LP. Analysis of traditional chinese medicine classic reduction therapy for thoracic and lumbar vertebral fracture [J]. *Chinese Journal of Traditional Medical Traumatology Orthopedics*, 2014, 22 (12) : 71-73.
- [18] 陈爽, 廉晓东, 黄载国, 等. 韧带复位法经皮椎弓根钉固定治疗单节段胸腰椎 A 型骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (22) : 2068-2072. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.22.10.
- Chen S, Lian XD, Huang ZG, et al. Ligamentotaxis combined with percutaneous pedicle screw fixation for single level type A thoracolumbar fracture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2018, 26 (22) : 2068-2072. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.22.10.
- [19] Kim DY, Lee SH, Chung SK, et al. Comparison of multifidus muscle atrophy and trunk extension muscle strength: Percutaneous Versus: Open pedicle screw fixation [J]. *Spine*, 2005, 30 (1) : 123-129. DOI: 10.1097/01.brs.0000148999.21492.53.

(收稿:2023-08-09 修回:2023-11-22)  
(同行评议专家: 陈锋, 周盛源, 蔡平)  
(本文编辑: 郭秀婷)