

· 技术创新 ·

## 强直性脊柱炎应力骨折后路经骨折线闭合截骨<sup>△</sup>

李 韬, 高琪乐, 张耕铭, 张宏其, 袁小港, 郭超峰\*

(中南大学湘雅医院骨科脊柱外科, 湖南长沙 410008)

**摘要:** [目的] 介绍强直性脊柱炎应力骨折后路经骨折线闭合截骨的手术技术和初步临床效果。[方法] 2010年1月—2016年6月, 对强直性脊柱炎合并胸腰段应力骨折的16例患者行上述手术治疗。行后正中切口, 显露骨折椎侧部至前侧, 于上下节段各置入2~3对椎弓钉。切除相应的椎板关节突, 清理骨折间隙, 在上下对椎体行“V”形截骨, 截骨间隙植骨。安放双侧棒, 调整钉-棒系统, 闭合截骨间隙。[结果] 16例患者均顺利完成手术。除1例术后双下肢肌力显著下降, 经康复治疗4个月后恢复外, 其余患者均无严重并发症。末次随访时患者VAS评分、ODI均较术前显著减少 ( $P<0.05$ )。影像方面, 随访时胸椎后凸角、整体后凸角、固定节段角度、局部后凸角、矢状面躯干偏距均较术前明显改善 ( $P<0.05$ )。所有骨折端均获得骨性融合, 无内固定物松动。[结论] 后路经骨折线闭合截骨能彻底清除骨折断端坏死组织, 明显缓解疼痛, 并矫正畸形, 利于骨折愈合, 是一种安全且有效的术式。

**关键词:** 强直性脊柱炎, 应力骨折, 后凸畸形, 经骨折线闭合截骨, 后路

**中图分类号:** R683.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 12-1107-04

**Closed osteotomy by fracture line through posterior approach for ankylosing spondylitis stress fracture // Li Tao, GAO Qi-le, ZHANG Geng-ming, ZHANG Hong-qi, YUAN Xiao-gang, GUO Chao-feng. Department of Orthopaedic Spine Surgery, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China**

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical results of closed osteotomy by fracture line through posterior approach for ankylosing spondylitis stress fracture. [Methods] From January 2010 to June 2016, 16 patients with ankylosing spondylitis complicated with thoracolumbar stress fracture were treated by the above surgical procedures. A posterior midline incision was made to expose the fractured vertebra bilaterally to the anterior part, and then 2~3 pairs of pedicle screws were placed respectively on the segments superior and inferior to the affected vertebra. After the corresponding lamina and facet process were removed, the fracture space on the vertebral body was identified and debrided, then a V-shaped osteotomy was performed beside the fracture line, followed by bone autograft or allograft implanted into the osteotomy space. Placing bilateral rods, the screw-rod systems were adjusted to close the osteotomy gap, eventually were fastened definitively. [Results] All the 16 patients had the operations performed successfully. Except one patient who was suffered from significant muscle weakness postoperatively, which well recovered 4 months later by rehabilitation, all the patients had no serious complications. The VAS and ODI scores significantly decreased at the latest follow-up compared with those before surgery ( $P<0.05$ ). Radiographically, the thoracic kyphosis, global kyphosis, angle of the fusion levels, local kyphosis and sagittal vertical axis significantly improved at the latest follow-up compared with those preoperatively ( $P<0.05$ ). Bony fusion achieved at all osteotomy sites without loosening of internal fixators. [Conclusion] This closed osteotomy by fracture line through posterior approach has benefits of complete debridement of the lesion between the fracture ends, obvious pain relief and effective correction of the deformity, is facilitated to fracture healing with high safety.

**Key words:** ankylosing spondylitis, stress fracture, kyphosis, closed osteotomy by fracture line, posterior approach

强直性脊柱炎 (ankylosing spondylitis, AS) 是一种慢性炎症性疾病, 部分患者可出现横贯三柱的应力骨折, 导致假关节的形成, 也称为 Andersson 病变

(Andersson lesion, AL)<sup>[1, 2]</sup>。AL可引起严重的腰背部疼痛, 矢状面不平衡, 相当大的姿势障碍和畸形, 甚至神经功能障碍<sup>[3]</sup>。因而, 对于AL患者通常需要早

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.12.10

<sup>△</sup>基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 82170901; 82072460)

作者简介: 李韬, 在读硕士研究生, 研究方向: 脊柱畸形、脊柱感染, (电话) 19198052406, (电子信箱) taoli91@csu.edu.cn

\* 通信作者: 郭超峰, (电话) 18073111375 (电子信箱) guochaofeng2016@126.com

期干预治疗。然而,此病与常规脊柱骨折的发病机制及临床特点不同,按照常规骨折处理,难以获得满意疗效<sup>[4]</sup>。现有手术方式包括后路融合术、前路融合术和前后路联合入路。有学者认为前路融合治疗假关节是最佳的手术方式,可直接清除病灶且利于植骨<sup>[5]</sup>。然而,此术式螺钉松动和脱出发生率较高,且不能完全纠正后凸畸形<sup>[6]</sup>。前后联合入路虽然拥有两种入路的优势,但是手术创伤大、出血量较多、手术时间长,患者耐受性差,手术风险也大。一些学者认为,应力骨折无需经前路融合,可通过后路经椎弓根楔形截骨术有效治疗<sup>[6]</sup>。后路手术能够通过椎弓根将螺钉贯穿椎体三柱,后凸畸形矫正效果好,但具体手术方案及融合节段的选择仍有待研究<sup>[7,8]</sup>。本研究采用后路经骨折线闭合截骨治疗16例AS合并胸腰段应力骨折患者,现将手术技术与初步临床效果报告如下。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

术前完善脊柱X线片、CT、核磁共振(图1a, 1b)、肺功能等检查,并制作脊柱3D打印模型,肺功能较差患者,应该锻炼肺功能以耐受手术。

### 1.2 麻醉与体位

全麻成功后,患者俯卧于弓形架。

### 1.3 手术操作

术中持续监测躯体感觉诱发电位和运动诱发电位。以病变节段为中心行后路正中切口,显露棘突和椎板,向外剥离至横突及关节突外缘。在骨折上下各置入2~3对椎弓根螺钉,透视确定螺钉位置正确、长度合适。经骨折线闭合截骨,具体步骤如下:(1)仔细分离椎板骨折部位,在骨折缝平面沿脊柱两侧做骨膜下剥离,显露脊柱侧方直到脊柱向前方转折处,上下范围约2cm,用明胶海绵、纱布填压;(2)在椎板骨折处逐层咬除椎板、椎间关节,显露椎管内硬膜囊及相应神经根。骨折线上、下椎板切除范围依照矫正后凸需要后柱闭合的长度而定,后凸矫正角度越大则需切除的椎板越多;(3)仔细分离硬膜囊腹侧与椎管后壁间隙,静脉丛用双极电凝烧灼止血;(4)安装一侧临时固定棒,将对侧分离满意的硬膜囊及神经根用神经拉钩向中线适度牵开,显露椎管前壁骨折缝,用髓核钳、刮匙逐步清除骨折间隙内各类残存的椎间盘、炎性组织等,前方至前纵韧带,中间尽可能到达中线,外侧要到达脊柱侧壁,与第一步分离的脊柱侧方间隙相贯通(图1c);(5)若需要同时矫正后

凸畸形,用超声骨刀在骨折间隙上下对椎体骨质进行开口向后的“V”字形修整;(6)在对侧重复第四、五步的操作,两侧截骨缝隙达到完全贯通(图1c);(7)截骨完成后,根据骨缺损范围植入骨粒或充填骨粒的钛笼,去除临时固定棒,重新截取长度适当的2段钛棒并预弯,同时安装两侧固定棒,对截骨处上、下螺钉两侧同时抱紧、逐步闭合截骨间隙,C形臂X线机再次透视,矫正满意后,锁紧螺帽(图1d, 1e);(8)探查闭合处椎板是否卡压硬膜囊,探查前柱截骨缝隙是否完全闭合,若有缝隙可行碎骨粒填充;(9)完成矫正后冲洗伤口,将固定节段椎板及小关节凿成鱼鳞状,植入自体骨或同种异体骨骨粒,安放横连接(图1f)。放置引流管1~2根,逐层缝合切口。

### 1.4 术后处理

所有患者术后使用抗生素24~48h,佩戴支具3~6个月,定期随访和复查。

## 2 临床资料

### 2.1 一般资料

本研究纳入2010年1月—2016年6月于中南大学湘雅医院诊断为AS合并胸腰段应力骨折的患者,共16例,其中男9例,女7例;年龄30~80岁,平均(49.56±12.98)岁。病程5~30年,平均(13.06±7.15)年。本研究经中南大学湘雅医院伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

### 2.2 初步结果

16例患者均顺利完成手术。2例放置钛网,其余植入自体骨或同种异体骨。手术时间200~490min,平均(289.69±73.41)min;术中出血量600~1500ml,平均(810.00±233.81)ml。1例术后出现双下肢肌力下降,由术前4级下降至1级,经康复治疗4个月,肌力恢复至4级;其余患者均未出现严重并发症。

随访时间5~54个月,平均(25.06±14.84)个月。VAS评分由术前(7.88±0.72)分显著降低至末次随访时(0.88±0.62)分( $P<0.05$ );ODI由术前(84.02±5.86)分显著降低至末次随访时(21.80±12.25)分( $P<0.05$ )。其中8例患者术前不能平视行走,术后恢复平视行走。

患者影像测量指标见表1,末次随访时,患者胸椎后凸(thoracic kyphosis, TK)、整体后凸(global kyphosis, GK)、固定节段角度(angle of the fusion lev-

els, AFL)、局部后凸 (local kyphosis, LK)、矢状位躯干偏距 (sagittal vertical axis, SVA) 均较术前明显改善 ( $P < 0.05$ ), 而腰椎前凸 (lumbar lordosis, LL) 与

术前相比差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。所有患者均获得骨性融合, 未出现内固定物松动、脱出等情况 (图 1g, 1h)。

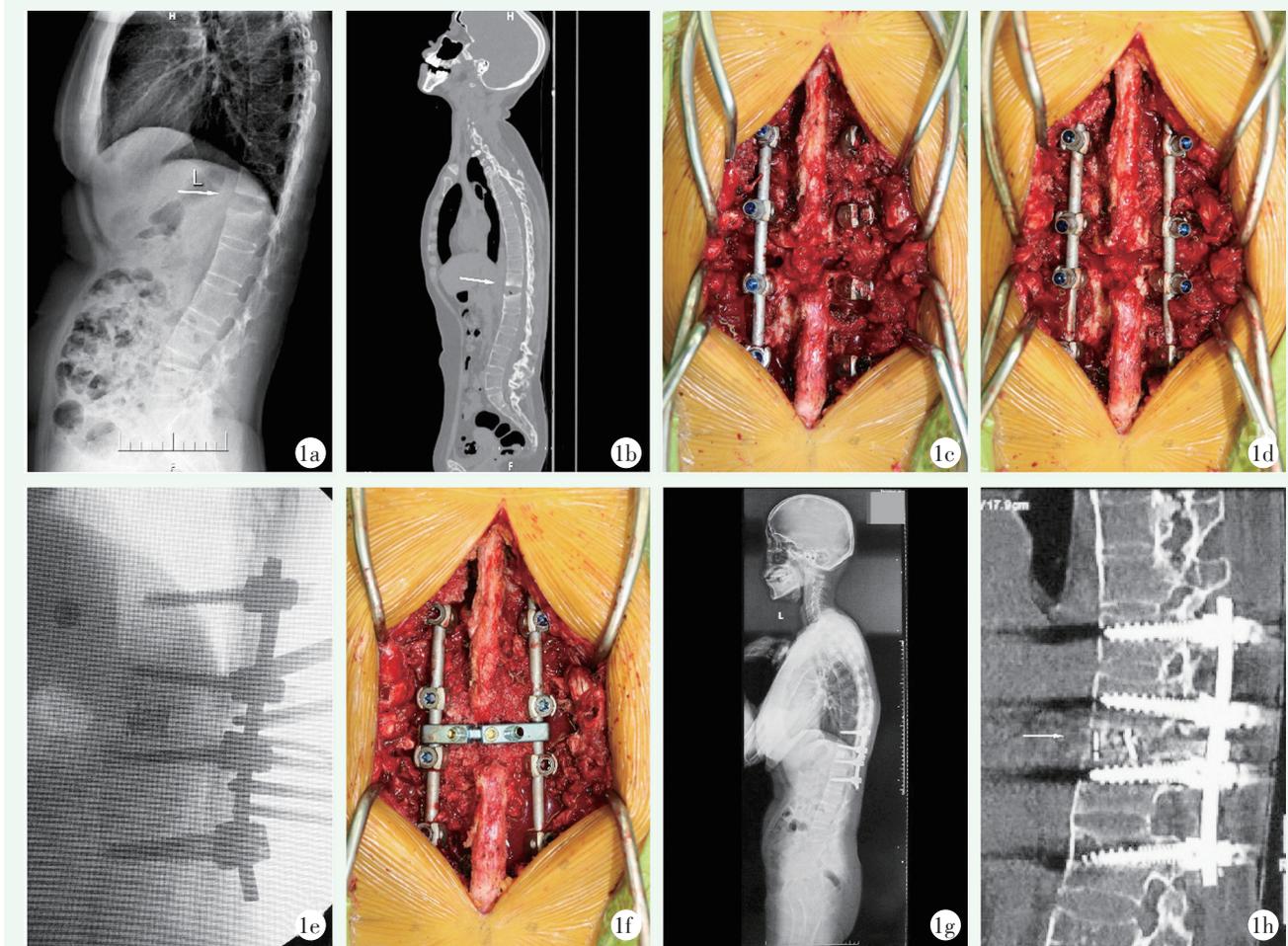


图1 患者,女,36岁,胸背部疼痛5年,诊断为AS合并T<sub>12</sub>L<sub>1</sub>椎间隙应力骨折 1a: 术前脊柱侧位X线片示T<sub>12</sub>L<sub>1</sub>椎间隙骨折线(白色箭头) 1b: 术前矢状位CT示T<sub>12</sub>L<sub>1</sub>椎间隙累及三柱骨折伴局部增生硬化,可见“真空征”现象(白色箭头) 1c: 术中显露硬膜囊及对应神经根,两侧截骨缝隙达到完全贯通 1d: 完成截骨,置入充填骨粒的钛笼,去除临时固定棒,安装两侧固定棒,将截骨处上、下螺钉两侧同时抱紧、逐步闭合截骨间隙 1e: 透视显示钛笼位置及矫正角度可 1f: 将固定节段椎板及小关节凿成鱼鳞状,植入自体骨或同种异体骨,安放横连接 1g: 术后11个月脊柱全长侧位X线片示骨折线闭合 1h: 术后11个月矢状面CT示椎间植骨融合(白色箭头)

表1 16例患者术前和末次随访影像测量结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	术前	末次随访	P 值
TK (°)	45.19±16.27	33.06±7.95	0.005
GK (°)	24.13±12.61	9.56±3.20	<0.001
AFL (°)	28.50±16.81	9.94±7.77	<0.001
LK (°)	16.63±14.51	4.94±4.91	<0.003
LL (°)	-33.00±14.33	-32.25±11.26	0.800
SVA (mm)	93.25±65.32	36.50±26.02	<0.001

### 3 讨论

目前 AL 病因尚不清楚, 过度应力、炎症、创伤

等因素可能导致假关节的形成, 但无论确切的病因是什么, 最终存在一个共同的途径, 即机械应力阻止病变融合, 进而形成假关节, 而且其诊断并不容易, CT 检查有时可见椎间“真空征”现象, 椎间隙增大或变窄 [2]。AL 往往只累及单一水平, 其假关节是一种横贯脊柱三柱的不愈合状态, 可经椎体或椎间隙, 最常发生在应力集中的胸腰椎段 T<sub>11</sub>~L<sub>1</sub> 区 [6]。本研究结果支持机械因素在假关节形成中发挥重要作用。

累及三柱的假关节病变极不稳定, 可能导致顽固性胸背部疼痛、进行性胸腰段后凸畸形等并发症 [6, 9]。此类骨折治疗困难, 目前最安全和有效的治疗方案仍然有待进一步研究。有少量报道经保守

治疗治愈应力较小部位的颈椎 AL<sup>[10]</sup>，但不适用于治疗应力及活动度较大的胸腰段 AL。目前，大多数学者主张手术内固定融合治疗<sup>[11-13]</sup>。Fang 等<sup>[5]</sup>认为对于 AL 患者，前路手术虽能够直接清除病灶，但难以矫正后凸畸形，而且内固定松动、脱出等概率增大<sup>[3, 6]</sup>。Kim 等<sup>[9]</sup>采用前后联合入路手术治疗 AL，虽然取得了矫正后凸畸形和促进骨愈合的疗效，但前后路手术创伤大、并发症多。目前，多数国内外学者主张单纯后路手术治疗 AS 合并应力骨折患者。张宏其等<sup>[14]</sup>对 13 例 AS 后凸畸形合并病理性骨折患者行经骨折线单纯后柱缩短截骨矫形术治疗，腰背痛症状及后凸畸形明显改善，这与本研究结果一致。Chang 等<sup>[6]</sup>也认为单纯后路矫形固定是治疗 AL 的安全有效方法，无需进行额外的前路融合术。本研究采用的一期后路经骨折线三柱闭合截骨术，与薛镜等<sup>[11]</sup>报道的经后路骨折间隙截骨并椎间植骨手术方法类似。此外，作者术前制作脊柱 3D 打印模型，能够帮助术中寻找解剖标准，降低手术难度，这与王雅辉等<sup>[15]</sup>的研究一致。作者发现，后路经骨折线闭合截骨能够完全清除病灶坏死组织，切除假关节，根据骨缺损范围放置钛网、植入自体骨或同种异体骨，再在张力侧的后柱通过椎弓根置入螺钉固定，内固定物置于张力侧相对稳定，且有很好的把持力，符合脊柱生物力学特性，利于骨折愈合，而且单纯后路术创伤较小，取得了满意的治疗效果。

目前，大多学者认为 AS 合并胸腰段应力骨折需要至少固定骨折上下各 2 个节段<sup>[6]</sup>。但对于 AS 合并胸腰段骨折患者的具体术式及固定节段的选择，仍需要依据实际情况制定，如后凸畸形程度、病椎的骨化程度、椎间隙狭窄程度、有无病理性骨折等。

综上所述，后路经骨折线闭合截骨术治疗 AS 合并胸腰段应力骨折，能够彻底清除骨折断端的炎性骨质及纤维组织，切除假关节，明显缓解疼痛症状；且能够实现骨折端的牢固固定，将骨折线后方的张力减小或是变张力为压应力，改善力线，利于骨折的稳定修复；对于合并后凸畸形患者还能够同时矫形，而且手术时间较短、术中出血量少、并发症少，是一种安全且有效的术式。

#### 参考文献

[1] Li S, Du CZ, Mao SH, et al. Both structural damage and inflammation of the lumbar spine contribute to the sagittal imbalance in an-

kylosing spondylitis patients with thoracolumbar kyphosis [J]. *Quantitative Imaging Med Surg*, 2021, 11 (1): 362-370.

[2] Bron JL, De Vries MK, Snieders MN, et al. Discovertebral (Andersson) lesions of the spine in ankylosing spondylitis revisited [J]. *Clin Rheumatol*, 2009, 28 (8): 883-892.

[3] Kiaer T, Gehrchen M. Transpedicular closed wedge osteotomy in ankylosing spondylitis: results of surgical treatment and prospective outcome analysis [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19 (1): 57-64.

[4] 霍亚冲, 王辉, 田浩, 等. 强直性脊柱炎合并骨折的特点及手术治疗研究进展 [J]. *脊柱外科杂志*, 2019, 17 (1): 68-72.

[5] Fang D, Leong JC, Ho EK, et al. Spinal pseudarthrosis in ankylosing spondylitis. Clinicopathological correlation and the results of anterior spinal fusion [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1988, 70 (3): 443-447.

[6] Chang KW, Tu MY, Huang HH, et al. Posterior correction and fixation without anterior fusion for pseudoarthrosis with kyphotic deformity in ankylosing spondylitis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31 (13): 408-413.

[7] 王尧, 张雪松, 胡文浩, 等. 经椎弓根及椎间盘截骨治疗强直性脊柱炎合并 Andersson 骨折 [J]. *脊柱外科杂志*, 2016, 14 (2): 65-69.

[8] 张文生, 郑闽前, 邹国友, 等. 强直性脊柱炎胸腰椎骨折手术方法的选择 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2012, 14 (9): 778-781.

[9] Kim KT, Lee SH, Suk KS, et al. Spinal pseudarthrosis in advanced ankylosing spondylitis with sagittal plane deformity: clinical characteristics and outcome analysis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32 (15): 1641-1647.

[10] Langlois S, Cedoz JP, Lohse A, et al. Aseptic discitis in patients with ankylosing spondylitis: a retrospective study of 14 cases [J]. *Joint Bone Spine*, 2005, 72 (3): 248-253.

[11] 薛镜, 刘立岷, 宋跃明, 等. 经后路骨折间隙截骨治疗强直性脊柱炎胸腰椎应力骨折 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32 (5): 531-535.

[12] Wang T, Wang D, Cong Y, et al. Evaluating a posterior approach for surgical treatment of thoracolumbar pseudarthrosis in ankylosing spondylitis [J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30 (1): 13-18.

[13] Zhang X, Wang Y, Wu B, et al. Treatment of Andersson lesion-complicating ankylosing spondylitis via transpedicular subtraction and disc resection osteotomy, a retrospective study [J]. *Eur Spine J*, 2016, 25 (8): 2587-2595.

[14] 张宏其, 周振海, 郭超峰, 等. 单纯后柱缩短截骨矫形治疗强直性脊柱炎后凸畸形合并病理性骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(21): 1921-1926.

[15] 王雅辉, 刘正蓬. 3D 打印辅助与经后路椎弓根钉棒内固定治疗强直性脊柱炎并胸腰椎骨折的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (23): 2190-2194.

(收稿:2021-12-01 修回:2022-04-14)

(同行评议专家:张强 赵明伟)

(本文编辑:闫承杰)