

# 皮质骨轨迹椎弓根螺钉在腰椎后路融合术后邻椎病中的应用

袁林<sup>1</sup> 贾育松<sup>2△</sup> 李亚锋<sup>1</sup> 赵学千<sup>2</sup> 刘楚吟<sup>2</sup> 马慧<sup>1</sup> 杨浩田<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探讨皮质骨轨迹(CBT)椎弓根螺钉治疗腰椎后路融合术后邻椎病(ASD)的疗效和优势。方法:回顾性分析 2017 年 9 月至 2021 年 7 月应用皮质骨轨迹椎弓根螺钉治疗邻椎病 23 例患者临床资料。其中男 7 例,女 16 例;年龄为 58~81 岁;与初次手术间隔时间为 1.7~10.0 年。统计患者体重指数(BMI)、手术节段、手术时间、术中出血量、手术并发症等。通过影像学检查判断是否发生内固定松动、假关节形成和再次邻近节段退变。比较术前及末次随访时腰痛和腿痛视觉模拟量表(VAS)评分和 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分,评估患者手术前后疼痛缓解和功能改善情况。结果:所有患者均顺利完成手术,手术时间为(210±38)min;术中出血量平均为 309 mL(300~400 mL)。2 例术后并发急性膀胱炎,给予抗感染后治愈。未出现螺钉松动及假关节形成等内固定相关并发症,未再次出现症状性邻近节段退变。术前患者腰痛 VAS 评分为(4.8±1.1)分,腿痛评分为(6.1±1.6)分,ODI 评分为 50.6%±8.3%。末次随访患者腰痛 VAS 评分为(1.7±0.5)分,腿痛评分为(1.3±0.4)分,ODI 评分为 13.5%±5.1%。所有患者随访时间平均为 37 个月(17~52 个月),末次随访患者各指标评分均较术前明显改善,差异有统计学意义( $P<0.01$ ),总体临床效果满意。结论:皮质骨轨迹椎弓根螺钉应用于腰椎术后邻椎病,有损伤小、抗拔出力强等优势,可作为腰椎邻椎病手术方案。

**[关键词]** 腰椎;皮质骨轨迹螺钉;腰椎融合术;邻椎病

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2023)04-0025-06

**DOI:**10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230405

## Application of Cortical Bone Trajectory Screws in Adjacent Segment Disease after Posterior Lumbar Interbody Fusion

YUAN Lin<sup>1</sup> JIA Yusong<sup>2△</sup> LI Yafeng<sup>1</sup> ZHAO Xueqian<sup>2</sup>  
LIU Chuyin<sup>2</sup> MA Hui<sup>1</sup> YANG Haotian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The First Affiliated Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100700, China;

<sup>2</sup>Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Tsinghua University, Beijing 100040, China.

**Abstract Objective:** To investigate the efficacy and advantages of the cortical bone trajectory (CBT) pedicle screw in the treatment of adjacent segment disease (ASD) after posterior lumbar fusion. **Methods:** The clinical data of 23 patients with ASD treated with CBT pedicle screw from September 2017 to July 2021 were retrospectively analyzed, including 7 males and 16 females, aged 58 to 81 years old, and the interval between the initial operation was 1.7 to 10.0 years. Body mass index (BMI), surgical segment, operation time, intraoperative blood loss, and surgical complications were counted. The occurrence of internal fixation loosening, pseudoarthrosis to ASD was determined by imaging examination. The visual analog scale (VAS) and Oswestry disability index (ODI) scores for low back and leg pain were compared before and at the last follow-up to evaluate the pain relief and functional improvement of the patients before and after surgery. **Results:** All 23 cases were completed, the operation time was (210±38) min, and the intraoperative blood loss was 309 mL (300 to 400 mL). One case of postoperative acute cystitis was cured after antibiotic treatment. There were no internal fixation-related complications such as screw loosening and pseudoarthrosis, and no symptomatic adjacent segment degeneration occurred again. Before surgery, the low back pain VAS score was (4.8±1.1) points, the leg pain VAS score was (6.1±1.6) points, and the ODI score was 50.6%±8.3%. At the last follow-up, the low back pain VAS score was (1.7±

0.5) points, the leg pain VAS score was (1.3±0.4) points, and the ODI score was 13.5%±5.1%. All patients were followed up for an average of 37 months (17~52 months), and the scores of each index at the last follow-up were significantly improved compared with before surgery, with statistical significance ( $P<0.01$ ), and the overall clinical effect was satisfactory. **Conclusion:** Cortical bone trajectory pedicle screws are applied to lumbar adjacent segment disease after fusion, with advantages of small damage and strong resistance to pull-out, which can be used as a surgical scheme for lumbar adjacent segment disease.

<sup>1</sup> 北京中医药大学第一临床医学院(北京,100700)

<sup>2</sup> 清华大学第二附属医院骨科

<sup>△</sup>通信作者 E-mail:jiayusong1970@163.com

0.5) points, the leg pain VAS score was  $(1.3 \pm 0.4)$  points, and the ODI score was  $13.5\% \pm 5.1\%$ . All patients were followed up for 37 months (17 to 52 months). The scores of each index in the last follow-up were significantly improved compared with those before the operation, and the differences were statistically significant ( $P < 0.01$ ). The overall clinical effect was satisfactory. **Conclusion:** The cortical bone trajectory pedicle screw has the advantages of less damage and strong pullout resistance in adjacent spondylosis after lumbar surgery and can be used as a revision surgery plan for lumbar ASD.

**Keywords:** lumbar spine; cortical bone trajectory screw; lumbar fusion; adjacent segment disease

腰椎融合术作为治疗腰椎疾病的经典术式被广泛应用,但由于脊柱固定节段运动功能丧失,邻近节段负荷集中、异常活动增加、椎间盘压力增大等因素加速邻近节段退变,最终可导致邻椎病(Adjacent Segment Disease, ASD)的发生<sup>[1]</sup>。邻椎病的发生率为  $2.6\% \sim 62.5\%$ , 平均为  $17.2\%$ , 是影响腰椎术后远期疗效的主要原因<sup>[2]</sup>, 其术后 5 年和 10 年需手术治疗的分别为  $5\% \sim 16\%$  和  $10\% \sim 26\%$ <sup>[3]</sup>。由于椎弓根螺钉的阻挡及手术瘢痕的影响,采用传统轨迹(Traditional Trajectory, TT)椎弓根螺钉治疗邻椎病难度增大,术后切口感染及邻椎病的再次发生率增加。皮质骨轨迹(Cortical Bone Trajectory, CBT)椎弓根螺钉结合腰椎中线固定技术(Midline Lumbar Fusion, MIDLF)治疗腰椎退行性疾病具有创伤较小、抗拔出力强等优势,为邻椎病的后路手术提供新的选择并被推广应用<sup>[4]</sup>。本研究在不取出原椎弓根螺钉的前提下,采用皮质骨轨迹椎弓根螺钉内固定技术治疗腰椎术后邻椎病患者 23 例,临床疗效较好,现报告如下。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象

纳入 2017 年 9 月至 2021 年 7 月因腰椎术后邻椎病,于北京中医药大学第一临床医学院骨伤 1 科应用皮质骨轨迹椎弓根螺钉固定治疗的 23 例患者。

### 1.2 腰椎术后邻椎病诊断标准<sup>[5]</sup>

1) 腰椎融合手术史。2) (1) 椎间盘高度或椎体滑移  $> 3$  mm; (2) 腰椎椎间隙向后侧成角  $> 50^\circ$ ; (3) 腰椎间盘 Pfirrmann 分级进展  $\geq 1$  级。3) 伴有腰腿痛或间歇性跛行。满足 1)、2) 中任一条及 3) 即可诊断为邻椎病。

### 1.3 纳入标准

1) 符合上述诊断标准; 2) 系统保守治疗无效; 3) 腰椎 CT 扫描证实手术节段椎弓根区域空间足够容纳皮质骨轨迹椎弓根螺钉置入; 4) 应用皮质骨轨迹椎弓根螺钉固定技术行翻修手术治疗者; 5) 随访时长超过 1 年。

### 1.4 排除标准

1) 身体状况不佳无法耐受手术者; 2) 感染、外伤、肿瘤或存在其他致病因素导致骨质破坏; 3) 失访或随访资料不完备者。

本研究已取得患者知情同意,并获得北京中医药大学第一临床医学院伦理委员会批准(批号为 2021DZMEC-075)。

### 1.5 方法

**1.5.1 手术方法** 全麻俯卧位,患者腹部悬空,常规消毒铺巾,原手术切口向邻近责任节段方向延长,暴露病变椎体及原手术固定节段上端椎体,两侧暴露至峡部外侧。以横突下缘和峡部交点向内偏约 3 mm 位置为进针点,置入 Mark 钉 C 臂机透视确定合适钉道,用开路锥外倾  $10^\circ \sim 20^\circ$ , 头倾约  $25^\circ \sim 30^\circ$ , 通过峡部,经椎弓根后内、前外侧壁、椎体外缘至椎体,攻丝进行钉道准备。置钉前先对退变节段充分减压后切除椎间盘,椎间植骨后放置合适型号融合器,球探探查钉道四壁后植入适当型号螺钉,安放连接棒。透视见内固定物位置良好,检查确认无误后冲洗伤口,止血,放置引流管,逐层缝合伤口,术毕。所有手术均由贾育松主任医师主刀完成,避免由于技术原因产生结果偏倚。

**1.5.2 术后管理** 1) 常规应用抗生素 1 d 或 2 d, 给予抗炎、止痛、激素、脱水、营养神经治疗 3 d, 合并骨质疏松者联合抗骨质疏松治疗; 2) 指导患者轴向翻身、床上功能锻炼; 3) 记录引流量, 24~48 h 视情况拔出引流管; 4) 3 d 后嘱患者佩戴腰围下床活动, 观察伤口及下肢感觉运动情况, 记录并发症。

**1.5.3 术后评价及随访** 分析纳入患者一般资料, 对其进行至少 1 年随访, 记录手术出血量、手术时间、并发症等情况。拍摄腰椎正侧位 X 线片及 CT 平扫+三维重建, 判定是否出现松动、假关节形成, 评估植骨融合及内固定情况。采用视觉模拟量表(VAS)评分记录术前及术后、末次随访时的腰痛和腿痛程度。应用 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评估手术前后功能情况。

### 1.6 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析,符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  形式表示,而非连续数据则以“例(%)”表示,连续变量用 Kolmogorov-Smirnov 检验测试正态齐性,正态分布数据采用 Student *t* 检验,非正态分布数据采用中位数(四分位数)表示。术前及末次随访时的腰痛、腿痛 VAS 评分及 ODI 评分比较采用配对 *t* 检验,双侧检验,取  $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 一般资料

选取 2017 年 9 月至 2021 年 7 月北京中医药大学第一临床医学院骨伤 1 科采用皮质骨轨迹椎弓根螺钉固定技术治疗的 23 例腰椎后路融合术后邻椎病患者的临床资料。23 例患者数据完整,年龄为 58~81 岁,手术间隔时间最长为 10 年,最短为 20 个月,平均间隔时间为 5.6 年。手术切口为(8±2)cm,手术时间为(210±38)min,术中出血量平均为 309 mL(300~400 mL),术后均未输血。随访时间平均为 37 个月(17~52 个月)。病例具体特点及分布见表 1。

表 1 患者一般资料

项目		结果
年龄/岁( $\bar{x}\pm s$ )		71.1±7.0
例数(男/女)/例		23(7/16)
体重指数/(kg·m <sup>-2</sup> )( $\bar{x}\pm s$ )		25.8±3.1
正常(<24.0 kg/m <sup>2</sup> )/例		6(26.1%)
超重(24.0~27.9 kg/m <sup>2</sup> )/例		11(47.8%)
肥胖(≥28.0 kg/m <sup>2</sup> )/例		6(26.1%)
手术原因	顽固性腰痛/例	5
	根性痛/例	5
	间歇性跛行/例	13
与初次手术平均间隔时间/年		5.6
初次手术融合节段数	1 节段/例	5(21.7%)
	2 节段/例	15(65.2%)
	3 节段/例	3(13.0%)
翻修手术节段	L <sub>2~3</sub> /例	4(17.4%)
	L <sub>3~4</sub> /例	10(43.5%)
	L <sub>4~5</sub> /例	3(13.0%)
	L <sub>2~4</sub> /例	3(13.0%)
	L <sub>3~5</sub> /例	1(4.3%)
	L <sub>5</sub> /S <sub>1</sub> /例	2(8.7%)

2.2 影像学评估

术后末次随访影像学检查显示所有患者均获得骨性融合,腰椎内固定装置及融合器的位置均较为理想,无螺钉松动、断裂和融合器下沉或移位等情况。

2.3 临床疗效评价

患者术前腰痛 VAS 评分为(4.8±1.1)分,末次随访时腰痛 VAS 评分为(1.7±0.5)分;术前腿痛 VAS 评分为(6.1±1.6)分,末次随访时腿痛 VAS 评分为(1.3±0.4)分;术前 ODI 评分为 50.6%±8.3%,末次随访时 ODI 评分平均为 13.5%±5.1%,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 2。

表 2 患者手术前及末次随访时临床疗效评价指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

时间	腰痛 VAS 评分/分	腿痛 VAS 评分/分	ODI 评分/%
手术前	4.8±1.1	6.1±1.6	50.6±8.3
末次随访	1.7±0.5	1.3±0.4	13.5±5.1
<i>t</i>	13.664	14.308	18.563
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 手术并发症

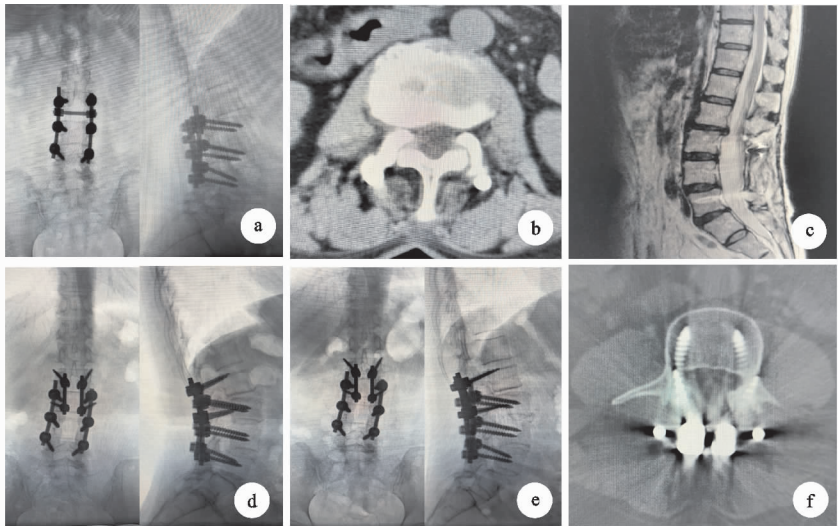
术中 1 例由于峡部轻度劈裂,进钉点微调后螺钉顺利置入。2 例患者住院期间出现急性膀胱炎,给予口服头孢地尼分散片预防感染,并嘱其多饮水,3 d 后无尿急尿频尿痛等不适,复查尿常规未见明显异常。其余 20 例患者术中及术后未发生并发症。所有患者均未出现严重的神经根、马尾损伤、切口深部感染、血栓形成及肺部感染等并发症。

2.5 典型病例

典型病例影像资料见图1-图 3。

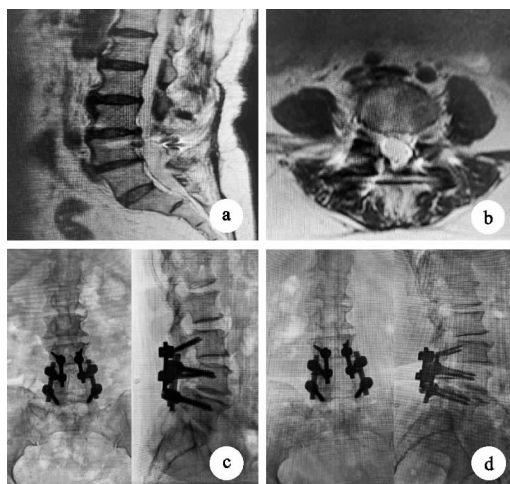
3 讨论

3.1 腰椎术后邻椎病的危险因素



(a)~(c) 腰椎融合术后5年。(a) X线示原椎弓根位置良好;(b)(c) MRI及CT显示L<sub>2~3</sub>节段邻椎病;(d) 皮质骨轨迹椎弓根螺钉内固定翻修,术后腰椎正侧位片;(e)(f) 末次随访示皮质骨轨迹椎弓根螺钉位置满意,CT显示在L<sub>5</sub>水平皮质骨轨迹椎弓根螺钉和传统椎弓根螺钉交叉分布

图 1 患者 1,女,73 岁,体重指数为 20.2 kg/m<sup>2</sup>



(a)(b) 腰椎融合术后4年余MRI显示 $L_{4-5}$ 节段邻椎病；(c) 皮质骨轨迹椎弓根螺钉内固定术翻修，术后第1次腰椎正侧位片；(d) 末次随访示皮质骨轨迹椎弓根螺钉位置满意

图2 患者2,女,63岁,体重指数为 $26.0\text{ kg/m}^2$



(a)~(c) 腰椎融合术后4年余。(a)(b) MRI显示 $L_{2-3}$ 和 $L_{3-4}$ 节段邻椎病；(c) 腰椎融合术后X线示原螺钉及融合器位置良好，无断裂、移位等现象；(d) 应用皮质骨轨迹椎弓根螺钉内固定术翻修，末次随访螺钉位置满意

图3 患者3,女,73岁,体重指数为 $29.2\text{ kg/m}^2$

邻椎病是腰椎手术常见的中远期并发症,分为影像学邻椎病(Adjacent Segment Degeneration, ASDeg)和症状性邻椎病(Adjacent Segment Disease, ASDis)两种,影像学邻椎病中约 $1/4\sim 1/3$ 可发展为症状性邻椎病<sup>[6]</sup>。坚固固定和长节段融合是邻椎病的高危因素,而腰椎人工间盘置换术后邻椎病较高的发生率<sup>[7]</sup>及单纯髓核摘除患者邻椎病的临床报道<sup>[8]</sup>,表明邻椎病的发生机制复杂,而且至今尚不明确。但多数研究者认为患者个体因素如高体重指数、术前相邻椎间盘退变、椎间隙高度降低,手术相关因素如小关节破坏、漂浮固定、融合节段外的减压<sup>[1,6,9]</sup>及术后脊柱-骨盆矢状位序列失衡<sup>[10]</sup>,是腰椎融合术后邻椎病发生的重要危险因素。本组23例患者中19例体重指数较高,其中13例为超重患者,6例为肥胖患者,而在接受不同腰椎融合术的较高体重指数患者中,体重指数每增加1个平均值,邻椎病的发生率就增加 $67.6\%\text{[11]}$ 。

因此,控制体重对于改善术后融合效果、降低邻椎病的发生率至关重要。初次术式选择及手术操作如何减缓甚至避免邻椎病发生仍然是目前的研究重点。不固定 $L_5/S_1$ 的漂浮固定中此节段应力集中而容易发生退变,固定骶椎可降低邻椎病的发生率<sup>[2]</sup>。本组患者中5例为漂浮固定,其中3例 $L_3\sim L_5$ 节段,2例 $L_4\sim L_5$ 节段;18例固定至 $S_1$ 节段,其中2例 $L_3\sim S_1$ 节段,12例 $L_4\sim S_1$ 节段,4例 $L_5\sim S_1$ 节段。邻椎病除2例发生于融合节段的下位椎间隙外,其余均发生于上位椎间隙;漂浮固定中尾侧邻椎病2例,头侧邻椎病3例。笔者认为漂浮固定后尾侧邻椎病发生率较低<sup>[12]</sup>可能与本组漂浮固定的样本量偏少,或者多数病例固定骶椎有关。研究表明固定骶骨的患者 $S_1$ 以下更容易发生骶骨关节退变,因此腰椎融合手术是否固定骶骨应在降低邻椎病风险与加速骶骨关节退变之间进行权衡<sup>[13]</sup>。上关节突关节破坏是邻椎病的另一危险因素<sup>[14-15]</sup>。传统轨迹椎弓根螺钉植入不可避免会咬除部分关节突关节,可能改变应力导致退变,加速邻椎病的发展,术中应细致操作,防止过度咬除小关节。有研究者提出初次手术行邻近节段减压可预防邻椎病发生,多项研究提示责任节段外减压显著降低邻椎病发生风险<sup>[10,15-16]</sup>。本组所有病例初次手术减压范围除责任节段的椎板切除外均实施邻近节段椎板部分切除,也是此后研究改进的方向,可借鉴腰椎topping-off的术式保留腰椎固定节段一定的活动度,减轻邻近节段异常应力,避免邻椎病的发生<sup>[17]</sup>。

### 3.2 应用皮质骨轨迹椎弓根螺钉固定治疗邻椎病的优势

腰椎融合术后症状性邻椎病经系统保守治疗无效后翻修是众多研究者的共识。Okuda等<sup>[18]</sup>回顾1000名因退行性腰椎疾病接受后路腰椎体间融合术(PLIF)的患者,发现术后需要翻修的邻椎病的发生率为 $9\%$ ,初次手术至翻修的平均时间为4.7年。本研究23例患者从初次手术到发生症状性邻椎病需要翻修的时间间隔延长至5.6年,这可能与手术方式的改进及快速康复理念的普及有关。

邻椎病翻修的术式选择较多,传统轨迹椎弓根螺钉内固定出血量较多,难度及风险系数高<sup>[19]</sup>。Santoni等<sup>[20]</sup>首次于2009年提出的皮质骨轨迹椎弓根螺钉内固定技术,因其符合现代微创及快速康复理念,尤其利于邻椎病或合并肥胖、骨质疏松的患者<sup>[21-22]</sup>,已被广泛应用于治疗多种腰椎疾患<sup>[23]</sup>,用于腰椎术后翻修的报道也逐渐增多<sup>[24]</sup>。皮质骨轨迹椎弓根螺钉固定技术优势如下<sup>[5]</sup>:1)其独特的“四处”(峡部、椎弓根后内侧壁、椎弓根前外侧壁及椎体前外侧壁)皮质骨轨迹固定的螺钉扭矩力是传统轨迹螺钉的1.71倍,同时抗轴向

拔出性能更佳,较小直径、较短长度即可达到传统轨迹螺钉的固定性能,生物力学优势明显;可提供优于传统轨迹的稳定性、终板张力和小关节应力,较大程度保留相邻节段的活动范围和减缓关节突关节退变,减少术后邻椎病的再次发生<sup>[25-26]</sup>。本组病例至末次随访未见螺钉松动、拔出或断裂等内固定物相关并发症及相邻节段退变。2)皮质骨轨迹椎弓根螺钉进钉点位于横突下缘与峡部交点,此处与关节突关节处增生内聚相比较少发生退变,解剖位置相对容易辨认,本组病例术中可以在较短时间内确定进钉点,其较传统轨迹螺钉偏内偏下,更靠近中线,结合腰椎中线固定技术可减少两侧椎旁肌剥离,出血量较少,伤口并发症较轻<sup>[27]</sup>。Wu 等<sup>[28]</sup>通过对因 L<sub>4~5</sub>退变性滑脱或狭窄的 16 例腰椎中线固定技术患者与 34 例微创经椎间孔腰椎椎间融合术(MIS-TLIF)患者观察发现,前者平均手术时间显著缩短,术后随访两年腰椎中线固定技术临床疗效及融合率与后者相当。3)皮质骨轨迹椎弓根螺钉由内下至外上的轨迹方向避开了中线部位的神经和椎体前方腹部的血管组织,降低神经及血管损伤的风险。Samal 等<sup>[29]</sup>对因退行性腰椎不稳滑脱而接受腰椎中线固定技术的 64 例患者进行前瞻性队列研究,比较手术前后腰腿痛 VAS 及 ODI 评分,术后随访 2 年,腰腿疼痛缓解,ODI 评分从术前的(66.8±9.8)分到术后 2 年的(33.9±16.5)分,无神经血管并发症发生。4)皮质骨轨迹椎弓根螺钉可在保留原有传统轨迹螺钉的前提下完成置钉操作,不用切开原手术切口,创伤较小,避免了因瘢痕组织粘连造成硬脊膜撕裂或者切口愈合不良等相关风险的同时完成责任节段的处理,实现邻椎病邻近椎体一椎四钉(见图 1f)。因此,皮质骨轨迹椎弓根螺钉结合腰椎中线固定技术在邻椎病的翻修手术中具有独特优势,相应临床应用相继见诸报道。潘爱星等<sup>[5]</sup>及李杰等<sup>[30]</sup>分别对症状性邻椎病患者采取腰椎中线固定技术翻修手术,经过平均不少于 18 个月的随访,所有患者总体疗效满意。本研究应用皮质骨轨迹螺钉固定技术对 23 例腰椎后路融合术后症状性邻椎病患者进行翻修,经过 37 个月(17~52 个月)的随访,所有患者的腰腿痛 VAS 和 ODI 评分均较术前明显降低,仅 2 例女性患者住院期间术后出现急性膀胱炎,给予抗感染治疗后治愈,所有患者术中及术后无神经血管并发症发生,总体疗效满意,与目前文献报道的结果一致,可见皮质骨轨迹椎弓根螺钉联合腰椎中线固定技术是治疗腰椎融合术后邻椎病一种相对理想的翻修方案。

### 3.3 应用皮质骨轨迹椎弓根螺钉固定技术的注意事项

该技术也有一些细节需要重视:首先,皮质骨轨迹椎弓根螺钉的顺利置入除术者因素外,还应根据传统

轨迹螺钉位置调整皮质骨轨迹椎弓根螺钉置钉,术前完善影像学检查,排除峡部裂、传统轨迹螺钉松动或阻挡,明确皮质骨轨迹置钉的安全范围及可行性。其次,术中钉道准备较为繁琐,应先以磨钻磨除峡部皮质,使用较常规传统轨迹螺钉细小的开路锥,攻丝逐级扩大至螺钉直径,避免置钉时轨道劈裂。此外,上位相邻节段邻椎病发生率显著高于下位相邻节段,当责任节段为高位腰椎(L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>)时,由于其峡部较小,置钉的精准度要求较高,而且椎管减压融合时应采用外展角较大的腰椎椎间融合术或椎间孔外侧入路进行操作,从而避免牵拉脊髓圆锥。皮质骨轨迹置钉不同于传统轨迹螺钉依靠术者手感,当退变严重时解剖标志不明确,显露过小则椎体结构辨识困难,置钉路径难以确定,徒手置钉难度大,置钉不当则会出现神经损伤,并发症发生率高。此时可采用连接棒技术固定,否则应放弃“一椎四钉”的双轨迹固定。

腰椎中线固定技术虽然对两侧椎旁肌的剥离较传统后路腰椎体间融合术小,但较其他手术方式(如脊柱内镜或 Wistler 入路置钉),其对软组织的创伤仍有待避免。凡此种导致术者学习曲线较长,术中透视次数增多,不过随着科技进步,3D 导航及机器人技术在骨科手术领域应用逐渐增多,辅助皮质骨轨迹椎弓根螺钉植入可显著降低手术难度、上关节突侵犯发生率、手术时间和术中失血量,弥补徒手皮质骨轨迹椎弓根螺钉植入的不足<sup>[31-33]</sup>。

综上所述,皮质骨轨迹椎弓根螺钉内固定技术微创实用、固定牢固,为腰椎内固定术后邻椎病患者提供了一种良好的治疗选择。本组病例样本量偏小,皮质骨轨迹椎弓根螺钉的实际置钉准确率还需大样本的随机对照试验进一步验证。

### 参考文献

- [1] BAGHERI S R, ALIMOHAMMADI E, ZAMANI F A, et al. Adjacent segment disease after posterior lumbar instrumentation surgery for degenerative disease: Incidence and risk factors[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2019, 27(2): 615502666.
- [2] MESREGAH M K, YOSHIDA B, LASHKARI N, et al. Demographic, clinical, and operative risk factors associated with postoperative adjacent segment disease in patients undergoing lumbar spine fusions: a systematic review and meta-analysis[J]. Spine J, 2022, 22(6): 1038-1069.
- [3] ZHANG C, BERVEN S H, FORTIN M, et al. Adjacent segment degeneration versus disease after lumbar spine fusion for degenerative pathology: a systematic review with meta-analysis of the literature[J]. Clin Spine Surg, 2016, 29(1): 21-29.
- [4] NOH S H, ZHANG H Y. Minimally invasive spine sur-

- gery with midline cortical bone trajectory screw fixation for lumbar degenerative disease in a retrospective study of 200 patients[J]. *Neurospine*, 2021, 18(2): 355-362.
- [5] 潘爱星, 刘玉增, 海涌, 等. 皮质骨轨迹螺钉及骶骨翼螺钉内固定在腰椎邻近节段退变疾病中的应用研究[J]. *中华医学杂志*, 2022, 102(17): 1297-1302.
  - [6] HASHIMOTO K, AIZAWA T, KANNO H, et al. Adjacent segment degeneration after fusion spinal surgery—a systematic review[J]. *Int Orthop*, 2019, 43(4): 987-993.
  - [7] WANG J C, ARNOLD P M, HERMSMEYER J T, et al. Do lumbar motion preserving devices reduce the risk of adjacent segment pathology compared with fusion surgery? A systematic review[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37(22 Suppl): S133-S143.
  - [8] 陈新用, 梁裕, 曹鹏, 等. 手术治疗腰椎间盘突出症的长期疗效及其影响因素[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(8): 717-721.
  - [9] OU C Y, LEE T C, LEE T H, et al. Impact of body mass index on adjacent segment disease after lumbar fusion for degenerative spine disease [J]. *Neurosurgery*, 2015, 76(4): 396-401.
  - [10] WANG T, DING W. Risk factors for adjacent segment degeneration after posterior lumbar fusion surgery in treatment for degenerative lumbar disorders: a meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 582.
  - [11] MARAGKOS G A, ATEOK K, PAPAVALSILIOU E. Prognostic factors for adjacent segment disease after L4-L5 lumbar fusion[J]. *Neurosurgery*, 2020, 86(6): 835-842.
  - [12] COLO G, CAVAGNARO L, ALESSIO-MAZZOLA M, et al. Incidence, diagnosis and management of sacroiliitis after spinal surgery: a systematic review of the literature[J]. *Musculoskelet Surg*, 2020, 104(2): 111-123.
  - [13] IVANOV A A, KIAPOUR A, EBRAHEIM N A, et al. Lumbar fusion leads to increases in angular motion and stress across sacroiliac joint: a finite element study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(5): E162-E169.
  - [14] MOSHIRFAR A, JENIS L G, SPECTOR L R, et al. Computed tomography evaluation of superior-segment facet-joint violation after pedicle instrumentation of the lumbar spine with a midline surgical approach[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(22): 2624-2629.
  - [15] ZHONG Z M, DEVIREN V, TAY B, et al. Adjacent segment disease after instrumented fusion for adult lumbar spondylolisthesis: incidence and risk factors[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2017, 156: 29-34.
  - [16] MARAGKOS GA, MOTIEF-LANGROUDI R, FILIPPI-DIS A S, et al. Factors predictive of adjacent segment disease after lumbar spinal fusion[J]. *World Neurosurg*, 2020, 133: e690-e694.
  - [17] 汪文龙, 刘正, 吴四军. 腰椎 Topping-off 术式的临床应用及相关研究进展[J]. *中国骨与关节杂志*, 2019, 8(2): 136-140.
  - [18] OKUDA S, YAMASHITA T, MATSUMOTO T, et al. Adjacent segment disease after posterior lumbar interbody fusion: a case series of 1 000 patients[J]. *Global Spine J*, 2018, 8(7): 722-727.
  - [19] 柳万国, 张静哲, 赵贺. 腰椎手术发生硬膜囊撕裂的危险因素及其预防进展[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2016, 31(7): 4.
  - [20] SANTONI B G, HYNES R A, MCGILVRAY K C, et al. Cortical bone trajectory for lumbar pedicle screws [J]. *Spine J*, 2009, 9(5): 366-373.
  - [21] 申才良, 章仁杰. 腰椎皮质骨轨迹螺钉技术的应用拓展及相关问题[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(45): 3695-3699.
  - [22] DING H, HAI Y, LIU Y, et al. Cortical trajectory fixation versus traditional pedicle-screw fixation in the treatment of lumbar degenerative patients with osteoporosis: a prospective randomized controlled trial[J]. *Clin Interv Aging*, 2022, 17: 175-184.
  - [23] KIM S J, MOBBS R J, NATARAJAN P, et al. Historical note: the evolution of cortical bone trajectory and associated techniques[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2022, 6(1): 1-9.
  - [24] 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会腰椎研究学组. 腰椎后路经皮质骨轨迹螺钉内固定技术应用中国专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2022, 102(13): 908-913.
  - [25] ZHANG L, LI H M, ZHANG R, et al. Biomechanical changes of adjacent and fixed segments through cortical bone trajectory screw fixation versus traditional trajectory screw fixation in the lumbar spine: a finite element analysis[J]. *World Neurosurg*, 2021, 151: e447-e456.
  - [26] ZHANG R J, ZHOU L P, ZHANG L, et al. The rates and risk factors of intra-pedicular accuracy and proximal facet joint violation for single-level degenerative lumbar diseases: cortical bone trajectory versus traditional trajectory pedicle screw[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2021, 46(23): E1274-E1282.
  - [27] WANG J, HE X, SUN T. Comparative clinical efficacy and safety of cortical bone trajectory screw fixation and traditional pedicle screw fixation in posterior lumbar fusion: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(7): 1678-1689.
  - [28] WU F L, DANG L, ZHOU H, et al. Two-year outcomes of midline lumbar fusion versus minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of L4-L5 degenerative disease[J]. *Biomed Environ Sci*, 2020, 33(11): 839-848.
  - [29] SAMAL F, STERBA A, HANINEC P, et al. Long-term outcome after midline lumbar fusion for the treatment of lumbar spine instability due to degenerative disease[J]. *World Neurosurg*, 2021, 154: e641-e648.



son of 3 intraoperative measurement methods[J]. Hip Int,2018,28(3):254-258.

[16] 李锐博,尹诗九,杨静. 人工髋关节置换术下肢长度平衡方法的研究现状及进展[J]. 重庆医学,2017,46(23):3296-3299.

[17] 刘峰,朱立娜,张勇,等. 激光测距仪均衡全髋关节置换术患者双下肢长度的临床应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2018,33(6):604-606.

[18] MANZOTTI A,CERVERI P,DE MOMI E,et al. Does computer-assisted surgery benefit leg length restoration in total hip replacement? Navigation versus conventional freehand[J]. Int Orthop,2011,35(1):19-24.

[19] 刘小垒,周义钦,钱齐荣. 髋关节置换术后引流与术后感染相关性的荟萃分析[J]. 中华关节外科杂志(电子版),2021,15(3):302-306.

[20] 赵然,蔡宏,田华,等. 成人双侧髋关节股骨侧形态一致性研究[J]. 中华骨与关节外科杂志,2020,13(8):636-641.

[21] FLECHER X,OLLIVIER M,ARGENSON J N. Lower limb length and offset in total hip arthroplasty[J]. Orthop Traumatol Surg Res,2016,102(1 Suppl):S9-S20.

[22] 那馨宇,王文波. 全髋关节置换术中重建股骨偏心距的临床意义[J]. 中国骨与关节杂志,2022,11(3):235-239.

(收稿日期:2022-08-03)

(上接第 30 页)

[30] 李杰,陈意磊,陈斌辉,等. 皮质骨轨迹螺钉在腰椎后路融合术后邻椎病中的应用及疗效分析[J]. 中华医学杂志,2021,101(45):3724-3729.

[31] HE K,DONG C,WEI H,et al. A minimally invasive technique using cortical bone trajectory screws assisted by 3d-printed navigation templates in lumbar adjacent segment degeneration[J]. Clin Interv Aging,2021,16:1403-1413.

[32] 陈豪杰,刘世长,张嘉男,等. 徒手与机器人辅助皮质骨轨迹螺钉固定治疗合并骨质疏松症的腰椎退行性疾病对比研究[J]. 中国修复重建外科杂志,2020,34(9):1142-1148.

[33] LI Y,CHEN L,LIU Y,et al. Accuracy and safety of robot-assisted cortical bone trajectory screw placement: a comparison of robot-assisted technique with fluoroscopy-assisted approach[J]. BMC Musculoskelet Disord,2022,23(1):328.

(收稿日期:2022-10-04)