

单侧椎弓根螺钉联合经椎板关节突螺钉与双侧椎弓根螺钉固定治疗下腰椎退行性疾病：2年随访

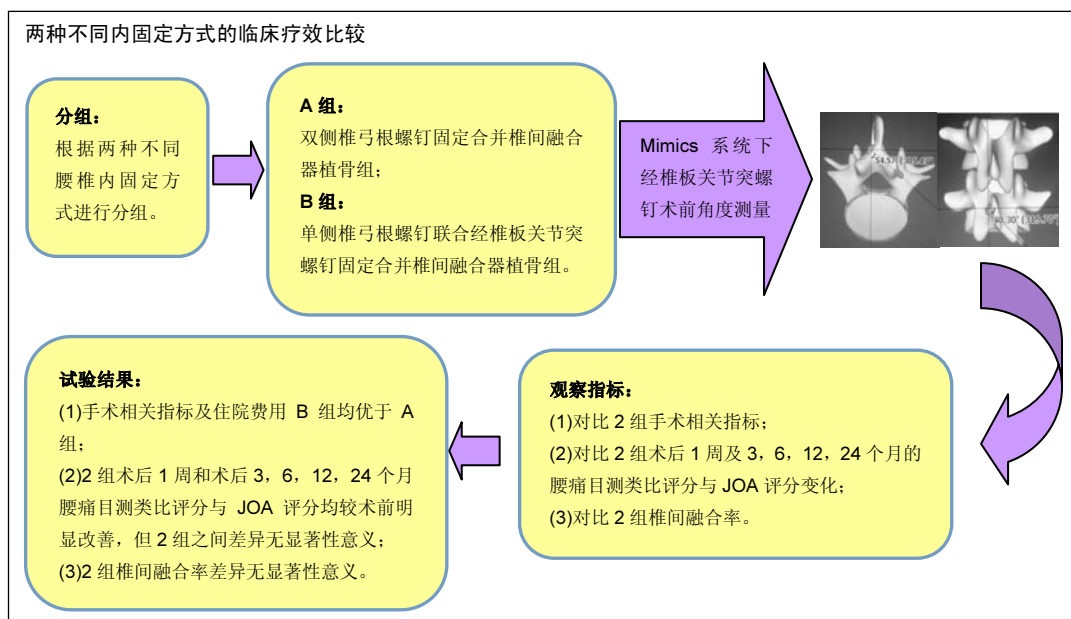
姜伟¹，袁峰² (¹徐州医科大学研究生学院，江苏省徐州市 221000; ²徐州医科大学附属医院骨科，江苏省徐州市 221000)

引用本文：姜伟，袁峰. 单侧椎弓根螺钉联合经椎板关节突螺钉与双侧椎弓根螺钉固定治疗下腰椎退行性疾病：2年随访[J]. 中国组织工程研究，2017，21(19): 2973-2979.

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2017.19.004

ORCID: 0000-0001-9428-3574(袁峰)

文章快速阅读：



姜伟，男，1991 年生，江苏省宿迁市人，汉族，徐州医科大学在读硕士，主要从事脊柱外科方面的研究。

通讯作者：袁峰，教授，主任医师，硕士生导师，徐州医科大学附属医院骨科，江苏省徐州市 221000

中图分类号:R318
文献标识码:A
文章编号:2095-4344
(2017)19-02973-07
稿件接受: 2017-04-24

文题释义：

经椎板关节突螺钉内固定：Magerl 在脊柱固定术中介绍了一种以长螺钉穿过对侧棘突基底、同侧椎板、关节突关节和横突基底的辅助性固定方法，即经椎板关节突螺钉(TLFS)固定；该技术可在引导器下微创进行，避免了一侧椎旁肌肉的剥离，减少患者手术创伤及术后因神经、肌肉牵拉损伤造成的腰部疼痛发生，力学实验研究提示相较于传统螺钉固定可以减少邻近节段退变的发生。

椎弓根螺钉内固定：是腰椎后路固定的标准技术，可提供坚强的固定并提高脊柱融合率，近年来的研究表明其过度坚强固定可加速邻近节段退变、应力遮挡可导致移植骨吸收使脊柱融合率下降。

摘要

背景：双侧椎弓根螺钉固定合并椎间减压植骨融合是治疗腰椎退行性疾病的经典手术方式，但其可造成腰部肌肉、韧带等软组织损伤以及邻近节段退变的发生，而经椎板关节突螺钉固定具有其独特的优势。

目的：比较单侧椎弓根螺钉联合经椎板关节突螺钉固定与双侧椎弓根螺钉固定两种方法治疗下腰椎退行性疾病的临床疗效。

方法：纳入 46 例单节段下腰椎病变患者，根据内固定方案分为 2 组，其中 A 组 24 例行双侧椎弓根螺钉固定合并椎间融合器植骨术，B 组 22 例行单侧椎弓根螺钉联合经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨术，比较 2 组患者的手术相关指标和临床疗效。

结果与结论：①2 组患者均顺利完成手术。2 组手术切口长度、手术时间、术中出血量、术后引流量、住院费用比较 B 组均优于 A 组，差异均有显著性意义($P < 0.05$)；②2 组椎间融合率比较差异无显著性意义($P > 0.05$)；③腰痛目测类比分与 JOA 评分：2 组术后 1 周和 3, 6, 12, 24 个月较术前均显著改善($P < 0.05$)，2 组之间比较差异无显著性意义($P > 0.05$)；④结果提示，单侧椎弓根螺钉联合经椎板关节突螺钉固定与双侧椎弓根螺钉固定合并椎间融合器植骨治疗下腰椎退行性疾病均可获得满意的临床疗效；单侧椎弓根螺钉联合经椎板关节突螺钉固定具有创伤小、稳定性好、融合率高和花费少等优点，是治疗下腰椎退行性疾病一种较好的手术选择方式。

关键词：

骨科植入物；脊柱植入物；下腰椎；经椎板关节突螺钉；椎弓根螺钉；内固定；脊柱融合术

主题词：

腰椎；内固定器；脊柱融合术；组织工程

基金资助：

江苏省卫生厅课题(H201129)

Jiang Wei, Studying for master's degree, Graduate School of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China

Corresponding author: Yuan Feng, Professor, Chief physician, Master's supervisor, Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China

Unilateral pedicle screw fixation combined with translaminar facet screw fixation versus bilateral pedicle screw fixation for lower lumbar degenerative diseases: a 2-year follow-up

Jiang Wei¹, Yuan Feng² (¹Graduate School of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China;

²Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Bilateral pedicle screw fixation combined with intervertebral decompression and fusion is a classic surgical approach in treatment of lumbar degenerative diseases, but it can cause ligament and other soft tissue damage of lumbar spine and degeneration of the adjacent segments. While translaminar facet screw fixation has its unique advantages.

OBJECTIVE: To compare the clinical efficacy of unilateral pedicle screw fixation combined with translaminar facet screw fixation and bilateral pedicle screw fixation for lower lumbar degenerative diseases.

METHODS: Forty-six patients with single-level lower lumbar degenerative disease were enrolled, and were then treated with bilateral pedicle screw fixation combined with intervertebral fusion (group A, $n=24$) or unilateral pedicle screw along with translaminar facet screw fixation and intervertebral fusion (group B, $n=22$). Afterwards, the clinical indexes and efficacy were compared between two groups.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) All operations were performed successfully. The length of incision, operation time, intraoperative blood loss, postoperative drainage volume and cost of hospitalization in the group B were significantly superior to those in the group A ($P < 0.05$). (2) There was no significant difference in the rate of fusion between two groups ($P > 0.05$). (3) The visual analogue scale and Japanese Orthopaedic Association scores in both groups at 1 week, 3, 6, 12 and 24 months postoperatively were significantly improved compared with baseline ($P < 0.05$), but the scores had no significant differences between two groups ($P > 0.05$). (4) To conclude, unilateral pedicle screw fixation combined with translaminar facet screw fixation and bilateral pedicle screw fixation both exhibit satisfactory treatment outcomes, while the former holds little trauma, good stability, high fusion rate and less cost, which is a better choice for lower lumbar degenerative diseases.

Subject headings: Lumbar Vertebrae; Internal Fixators; Spinal Fusion; Tissue Engineering

Funding: the Project of Jiangsu Provincial Department of Health, No. H201129

Cite this article: Jiang W, Yuan F. Unilateral pedicle screw fixation combined with translaminar facet screw fixation versus bilateral pedicle screw fixation for lower lumbar degenerative diseases: a 2-year follow-up. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2017;21(19): 2973-2979.

0 引言 Introduction

双侧椎弓根螺钉固定合并椎间融合器植骨术是治疗下腰椎退行性疾病的一种经典的手术方式, 但其所带来的广泛的腰后部软组织损伤, 局部应力遮挡造成的邻近节段退变等问题越来越引起骨科临床医师的关注^[1]。1984年 Magerl^[2]首次介绍了经椎板关节突螺钉固定技术。近年来, 随着这项技术的不断发展, 单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定术已经得到越来越广泛的运用。

回顾分析徐州医科大学附属医院 2012 年 12 月至 2014 年 12 月分别采用单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉与双侧椎弓根螺钉两种内固定方法治疗下腰椎退行性疾病患者, 其中 46 例随访资料完整, 均取得良好的临床效果。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 对比观察试验。

1.2 时间及地点 于 2015 年 8 月至 2016 年 11 月在徐州医科大学附属医院骨科完成。

1.3 对象

纳入标准: ①下腰椎单节段病变, 以退变为主的腰椎间盘突出症; ②腰椎间盘突出伴椎管狭窄, 巨大型腰椎间盘突出症, 腰椎退行性滑脱不超过 I 度; ③患者症状体征与影像学资料基本相符; ④经严格保守治疗 3 个月以上疗效

欠佳。

排除标准: ①影像学资料可见椎板发育不良; ②合并其他脊柱疾病, 如结核、肿瘤; ③合并不能耐受手术的严重基础性疾病; ④严重的骨质疏松表现。

本组共纳入 46 例患者, 其中男 20 例, 女 26 例; 年龄 38–66 岁, 平均 52.8 岁。患者入院后常规拍摄腰椎 X 射线正、侧位和过伸、过屈位片, 均行腰椎 CT 及 MRI 检查。

按照内固定方案将 46 例患者分为 2 组, 其中 A 组 24 例行双侧椎弓根螺钉固定合并椎间融合器植骨术, B 组 22 例行单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨术。2 组患者术前资料比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$), 具有可比性, 见表 1。

1.4 材料 椎弓根螺钉均为国产 GSS-IV 系统。椎板关节突螺钉为国产钛合金空心螺钉, 直径均为 4.5 mm。融合器外形有 2 种, 一种为长方体或解剖型, 另一种为香蕉型, 分别为 Depuy 公司 Leopard 融合器 (A 组 9 例, B 组 6 例) 和 Jaguar 融合器 (A 组 10 例, B 组 12 例), 以及 Stryker 公司的 Oac 融合器 (A 组 5 例, B 组 4 例)。

1.5 方法

1.5.1 修复手术方法 手术操作均由同组医师完成, 均采用全麻, 取俯卧位。

A 组: 以病变节段为中心作后正中纵行切口, 剥离双侧竖脊肌, C 臂机引导下完成双侧椎弓根螺钉置入, 然后

经椎间孔入路椎间融合术行单侧椎管减压、髓核摘除, 椎间撑开器撑开椎间隙至合适高度后置入两侧连接棒, 预紧钉尾螺帽, 并行植骨、PEEK融合器置入。术毕冲洗切口, 彻底止血, 放置负压引流管2根并逐层缝合切口。

B组: 根据腰椎术前螺旋CT资料, 以DICOM格式导入Mimics软件, 建立腰椎目标节段几何模型, 并用软件直观测量拟固定节段椎板下倾角、椎板外斜角、椎板关节突钉道长度、椎板厚度等参数, 作为术中参考(图1)。以病变节段为中心作后正中纵行切口, 单侧经骨膜剥离器钝性剥离肌肉至椎板, C臂机引导下完成单侧椎弓根螺钉置入, 然后经椎间孔入路椎间融合术(同A组)下行椎管减压、髓核摘除、植骨、PEEK融合器置入。以同侧棘突基底横线上中1/3处作为导针的入点, 根据术前Mimics软件测量的椎板关节突钉道下倾角、外倾角置入1枚克氏针, 使克氏针经对侧椎板固定至关节突关节, 予扩孔、攻丝并沿克氏针拧入空心螺钉。术毕冲洗切口, 彻底止血, 放置负压引流管1根并逐层缝合切口。

1.5.2 术后处理 2组术后处理相同。常规抗生素预防感染(术前30 min, 术后48 h内), 小剂量运用激素、脱水、营养神经、保护胃黏膜并卧床休息等处理。麻醉苏醒后即嘱患者主动进行双下肢踝关节背伸运动及被动进行双下肢直腿抬高运动。引流量<50 mL/24 h时拔除引流管, 均为术后两至三天。术后3-5 d佩戴腰围下床活动, 2组病例均于术后6周行腰背肌功能锻炼。

1.6 主要观察指标

(1)对比2组手术切口长度、手术时间、术中出血量、术后引流量、住院费用。

(2)每例患者均于术后3, 6, 12, 24个月门诊复查, 拍摄腰椎X射线正、侧位和过伸、过屈位片, 并行腰椎CT检查, 了解椎板关节突螺钉位置、腰椎稳定性及植骨融合情况、手术节段椎间隙高度变化。通过以下3型评价椎板关节突螺钉位置: I型, 螺钉未突破椎板骨质; II型, 螺钉部分突破椎板骨质; III型, 螺钉完全突破椎板骨质, 位于椎板表面或完全进入椎管。椎间融合情况根据Suk的融合判断标准进行判断: a椎间融合器无移位, 融合器内无透亮线; b椎间融合器前方有骨小梁通过; c融合器与椎体终板间无透亮线并有骨小梁通过; d过屈过伸位X射线片提示融合节段椎体无相对移位及终板角度变化小于5°。

(3)分别于术前、术后1周及术后3, 6, 12, 24个月采用疼痛目测类比评分(0分无痛, 10分剧痛)和日本骨科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)下腰痛评分系统进行临床评估, 并计算JOA评分(29分法)改善率。改善率=(末次JOA评分-术前JOA评分)/(29-术前JOA评分)×100%。

1.7 统计学分析 应用SPSS 18.0软件对两组数据进行统计学分析, 计数资料采用 χ^2 检验, 计量资料采用两独立样本 t 检验。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 按意向性处理, 纳入腰椎退行性疾病患者46例, 按内固定方式分为2组, 全部进入结果分析, 无脱落。试验流程图见图2。

2.2 患者一般情况 2组患者手术切口长度、手术时间、术中出血量、术后引流量、住院费用比较见表2, 结果显示, B组各项指标均优于A组, 差异均有显著性意义($P < 0.05$)。表明单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨具有创伤小、手术时间短、术中出血量和术后引流量少、住院费用少等优点。

2.3 影像学评估 术后24个月的随访结果显示, 固定节段椎弓根螺钉和经椎板关节突螺钉未出现松动、移位、断裂, CT显示椎板关节突螺钉位置良好。

末次随访时, 手术节段A组椎间隙高度为(11.51±1.62) mm, B组椎间隙高度为(11.39±1.74) mm, 与术前对比差异均有显著性意义($P < 0.05$), 而2组间对比差异无显著性意义($P > 0.05$)。根据Suk评分标准, 除外2例(A组1例, B组1例)不能明确是否融合, 其余44例均获得椎间融合。A组24例中融合23例, 融合率为96%; B组22例中融合21例, 融合率为96%, 2组融合率比较差异无显著性意义($P > 0.05$)。

2.4 目测类比评分及JOA评分 2组术后各时间点腰痛目测类比评分及JOA评分与术前比较差异均有显著性意义($P < 0.05$); 术后各时间点腰痛目测类比评分及JOA评分2组间比较差异均无显著性意义($P > 0.05$), 见表3。

末次随访时JOA评分A组为22-28分, 平均24.7分, 改善率为61%-90%; B组为23-28分, 平均25.2分, 改善率为62%-90%, 2组改善率比较差异无显著性意义。

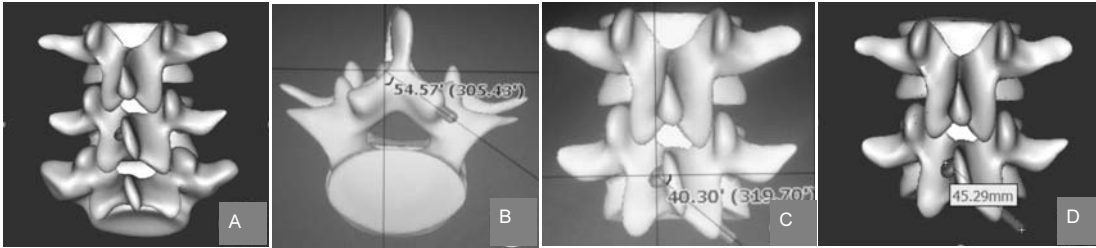
2.5 不良事件 行内固定联合椎间融合器植骨术治疗后2组均未见明显的不良反应, 均未出现植入物宿主反应。

表1 两组患者术前资料比较

Table 1 Comparison of the baseline information between two groups

项目	A组(n=24)	B组(n=22)	P
性别(男/女, n)	10/14	9/13	0.274
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	56.4±2.7	57.1±2.3	0.167
病程($\bar{x} \pm s$, 月)	28.4±3.9	31.1±4.1	0.431
疾病类型(n)			0.394
腰椎间盘突出症	13	12	
腰椎退行性滑脱 I 度	5	4	
腰椎间盘突出伴椎管狭窄	4	5	
腰椎间盘突出巨大突出	2	1	
病变部位(n)			0.147
L ₃₋₄	2	1	
L ₄₋₅	19	17	
L ₅ -S ₁	3	4	
JOA 评分($\bar{x} \pm s$, 分)	11.3±1.7	10.7±1.4	0.174
目测类比评分($\bar{x} \pm s$, 分)	9.1±1.5	9.4±1.9	0.273
病变节段椎间隙高度($\bar{x} \pm s$, mm)	8.7±1.4	8.4±1.8	0.141

表注: A组行双侧椎弓根螺钉固定合并椎间融合器植骨; B组行单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨治疗。



图注: 图 A 为置入的经椎板关节突螺钉; B 示椎板关节突螺钉外倾角为 54.57° ; C 示椎板关节突螺钉下倾角为 40.30° ; D 示椎板关节突螺钉长度, 即在位螺钉长度为 45 mm。

图 1 根据腰椎术前 CT 图像模拟置入经椎板关节突螺钉

Figure 1 The placement of a translaminal facet screw according to preoperative CT images of the lumbar spine



图 3 男性 64 岁腰椎间盘突出症患者治疗前后影像学图片

Figure 3 Radiological images of a 64-year-old male patient with lumbar disc herniation before and after surgery

图注: 图 A, B 为术前腰椎正侧位 X 射线片; C 为术前腰椎 MRI, 显示 L₅-S₁ 巨大腰椎间盘突出; D, E 为 L₅-S₁ 同侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨术后第 2 天腰椎正、侧位 X 射线片, 示 L₅-S₁ 内固定及椎间融合器在位良好; F, G 为术后 24 个月腰椎 X 射线片, 示 L₅-S₁ 内固定物及椎间融合器在位良好; H 为术后 24 个月腰椎 CT, 示 L₅-S₁ 椎间融合情况良好, 可见连续骨小梁分布均匀; I 为术后 24 个月腰椎 CT 矢状位, 示经椎板关节突螺钉位置良好。

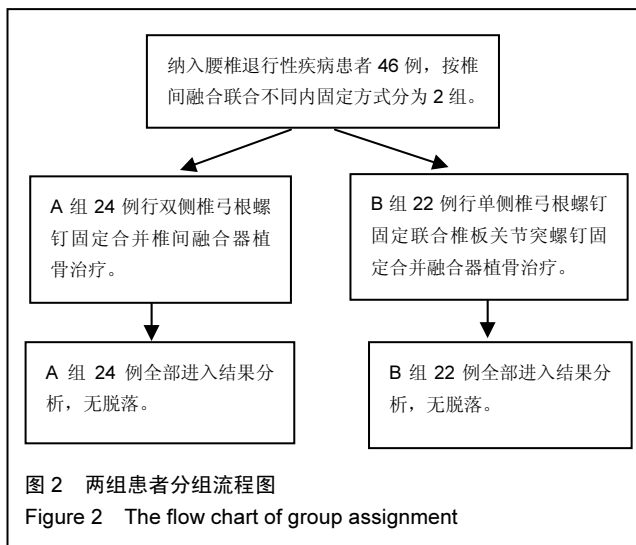


图 2 两组患者分组流程图

Figure 2 The flow chart of group assignment

表 2 两组患者手术切口长度、手术时间、术中出血量、术后引流流量、住院费用情况 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 The length of incision, operation time, intraoperative blood loss, postoperative drainage volume and cost of hospitalization in the two groups

项目	A 组(n=24)	B 组(n=22)	t	P
切口长度(cm)	9.8±2.84	5.4±1.62	2.626	0.012
手术时间(min)	110±10.96	84±12.38	2.478	0.018
术中出血量(mL)	410±18.25	270±16.41	2.746	0.009
术后引流流量(mL)	270±23.00	110±27.00	2.532	0.014
住院费用(万元)	5.1±0.18	3.4±0.21	2.469	0.019

表注: A 组行双侧椎弓根螺钉固定合并椎间融合器植骨; B 组行单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨治疗。

3 讨论 Discussion

双侧椎弓根螺钉固定合并椎间减压植骨融合术作为一种经典的腰椎手术方式得到广泛的应用, 其坚强的内固定可以提供可靠的初始稳定, 术后远期效果好, 然而其带来的腰后部肌肉、韧带等软组织损伤^[3], 局部应力遮挡造成的邻近节段退变等问题常常给临床医师带来困扰^[4-5]。单侧

2.6 典型病例 男性患者, 64 岁, 腰痛 2 年, 加重伴左下肢放射痛半年, 术前腰椎 MRI 显示 L₅-S₁ 巨大腰椎间盘突出, 给予 L₅-S₁ 同侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨治疗, 相关影像学图片见图 3。

椎弓根螺钉固定技术作为一种改良技术逐渐得到应用^[6-8], 它减少了双侧固定所造成的广泛的肌肉组织剥离, 有利于患者术后的恢复, 但单侧椎弓根螺钉仅提供约一半的固定强度^[9], 可引起明显的离-轴运动, 导致稳定性降低及融合率下降^[10-11], 这种微动和应力负荷将会对对侧的小关节造成一定程度的影响, 引发对侧小关节紊乱及炎症性疼痛。关节突关节作为脊柱椎间唯一的真正活动关节, 主要起导向和抗压缩、剪力、旋转和抗张力作用, 其承受轴向载荷仅为总量的10%-20%^[12], 固定关节突关节理论上可以减少其旋转等运动。

表 3 两组患者术前与术后各时间点腰痛目测类比评分及 JOA 评分变化 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Changes of the visual analogue scale and Japanese Orthopaedic Association scores at baseline and each time point postoperatively in the two groups

时间	腰痛目测类比评分		腰痛 JOA 评分	
	A 组	B 组	A 组	B 组
术前	7.74±1.24	7.72±1.29	12.23±1.84	2.17±2.07
术后				
1 周	2.53±1.26 ^a	2.49±1.28 ^a	22.45±2.35 ^a	22.76±2.17 ^a
3 个月	1.92±1.13 ^a	1.94±1.09 ^a	24.27±1.34 ^a	24.56±1.69 ^a
6 个月	1.81±0.84 ^a	1.83±0.78 ^a	24.46±1.28 ^a	24.85±1.46 ^a
12 个月	1.62±0.57 ^a	1.58±0.59 ^a	24.73±1.12 ^a	25.09±1.27 ^a
24 个月	1.44±0.51 ^a	1.46±0.53 ^a	24.96±1.04 ^a	25.15±1.14 ^a

表注: 与术前比较, ^a $P < 0.05$ 。A 组行双侧椎弓根螺钉固定合并椎间融合器植骨; B 组行单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨治疗。

Kornblatt 等^[13]最早报道评价经椎板关节突螺钉固定术。此后 Heggeness 等^[14]在此基础上进行改进, 选用更符合生物力学的反复屈曲载荷试验, 试验结果表明经椎板关节突螺钉能提供较好的稳定性。Deguchi 等^[15]实验研究发现, 应用经椎板关节突螺钉固定羊标本 L₄-L₅ 节段后, 该节段的活动度减少到未固定前的 9% 左右, 甚至比椎弓根螺钉还要小; 固定后的节段刚度在屈曲时比椎弓根螺钉要强, 但后伸时相对较弱; 两者的生物力学性能差异无显著性意义。Eskander 等^[16]比较经椎板关节突螺钉与椎弓根螺钉在尸体多节段椎体间融合模型中的固定强度, 结果两者作用相似, 无明显差异。早期的生物力学研究均揭示了椎板关节突螺钉固定的可行性, 国外较多病例也支持了这一技术的应用, 可以达到满意的影像融合率和良好的临床疗效^[17-18]。但是双侧椎板关节突螺钉固定需要保证病变节段椎板和关节突的完整性, 不适用于后路手术需要切除小关节突、部分切除椎板等需要对椎管进行减压融合的病例, 对于患者的选择有严格的要求。有学者提出了经腰椎前路减压置入融合器后路固定的手术方式^[19], 生物力学方面也给予相应的支持^[20-22], 但是其植骨融合率低以及所带来的如男性逆行射精、女性尿失禁等术后并发症^[23-24], 都对临床医师造成了很大的困扰, 影响了这项

技术的应用。

将椎弓根螺钉和椎板关节突螺钉结合在一起的混合内固定技术应运而生, Cao 等^[25]对 40 例单节段腰椎病患者行 TLIF 术式下联合双侧椎弓根螺钉固定或单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定, 结果显示单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定平均手术时间、术中失血量少于双侧椎弓根螺钉固定组, 在术上和术后各时间段 2 组 ODI、JOA 评分、目测类比评分差异均无显著性意义, 其对患者损伤较小, 手术费用也相对减少。曾忠友等^[26-28]在自行研制的瞄准器引导下行单侧椎弓根螺钉联合经皮对侧椎板关节突螺钉与双侧椎弓根螺钉两种固定方法联合椎间融合器植骨术治疗下腰椎病变, 均取得满意的疗效。

本回顾性研究的 46 例患者中, 24 例行双侧椎弓根螺钉固定合并椎间融合器植骨术, 术中需广泛剥离两侧竖脊肌; 22 例行单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨术, 保持了对侧椎旁肌的正常状态, 保留了对侧棘间韧带、棘上韧带, 保护腰椎后部张力带结构。而 2 组比较, 单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定组在手术切口长度、手术时间、术中出血量、术后引流量、住院费用等方面均优于双侧椎弓根螺钉固定组, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$)。由于椎板关节突螺钉技术具有弹性固定的特点, 较少出现应力遮挡现象, 减少了像部分双侧椎弓根螺钉固定需行二次手术螺钉取出的可能, 从而避免对部分患者的手术创伤及降低住院花费。

下腰椎单节段病变运用单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉可以取得满意的临床效果, 而对于腰椎两个病变节段的病例效果如何, 临床上 Liu 等^[29]给出了病例支持。在一项共 84 例患者的腰椎两节段手术的回顾性分析中, 相较于双侧椎弓根螺钉固定, 单侧椎弓根螺钉固定和单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定均可以取得满意的中期临床疗效, 但两节段手术单侧椎弓根螺钉固定因潜在的较低融合率需谨慎选择; 而对于单侧椎弓根螺钉联合对侧椎板关节突螺钉固定, 尽量选择实心螺钉以避免空心关节突螺钉的断裂风险。在 Liu 等^[30]的另一个病例报告中, 50 例患者行经椎间孔入路椎间融合术下单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定治疗, 其中单节段 22 例, 双节段 28 例, 术后 12 个月目测类比评分、JOA 评分、ODI 均较术前明显改善, 术后 1 年复查三维 CT 显示融合满意, 坚强融合率为 88.6%。由于单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定是腰椎两种固定方式的结合, 对于两节段及以上病例的应用需严格把握适应证, 尚需相关生物力学研究的支持。随着有限元分析逐渐显现出在骨科力学分析方面的独特优势, Gong 等^[31]运用三维有限元分析模拟两节段 (L₃-L₅) 腰椎后路内固定术的受力情况, 结果显示单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定的最大受力在 3 种模型中最小, 且其相对于单侧椎弓根螺钉固定和双侧椎

弓根螺钉固定能够提高稳定性,减少应力情况。上述病例及力学分析结论均反映了单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉的广泛应用前景。

在椎板关节突螺钉的置入过程中,术者通常根据术前腰椎CT片及腰椎X射线片测量置入螺钉的长度、椎板外倾角、椎板下倾角等参数并以此作为术中操作参考^[32-34]。但是这种测量方式是一种间接测量,因为观测角度、椎板关节突螺钉直径等因素的影响往往造成较大误差,不利于手术的操作。本回顾分析的46例患者中,均采用Mimics软件,重建腰椎目标节段几何模型,利用CAD软件建好的椎板关节突螺钉模拟置入,直视下观测各指标数据,有效减小了测量误差,有利于降低手术难度^[35-36]。陆声等^[37]解剖学研究结论认为:腰椎椎板上缘的厚度太薄不适合经椎板关节突螺钉的放置,从L₄₋₅使用4.5 mm的皮质骨螺钉固定是安全的,但应该在椎板的下缘置入。本文通过Mimics软件测量术前患者椎板厚度,研究结果表明棘突基底线上中1/3处椎板厚度和下缘的椎板厚度相差无几,且靠上置入螺钉在术中因其下倾角相对较大避免被椎旁肌肉干扰更易于手术操作,故本回顾性研究中主要选用“上中1/3处作为导针的入点”,Mimics软件可以很好的辅助术前对于置钉部位的选择,并且可以直观观测螺钉在椎板中的位置,避免穿破椎板内壁等不良后果,确保术中可以安全准确置入螺钉,相对于传统根据CT片等测量具有独特的优势。

同侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定也有其自身的局限性,要求体质量指数基本正常、椎体后部结构相对完整,且无明显骨质疏松或畸形的病例。对于需要减压而切除较多椎板或双侧关节突的病例不太适合;不适用于峡部断裂、椎体滑脱需复位病例;对于腰椎2节段以上应用尚需临床相关研究和生物力学支持。经椎板关节突螺钉置入需要详细的术前规划,并有损伤关节突关节的风险,带来术后小关节突关节炎等不良事件,术者应仔细操作避免上述关节突的损伤,术后应对患者进行定期的随访观察,可疑不良事件发生患者应进行对症处理,必要时行手术翻修治疗。综上所述,单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉固定合并椎间融合器植骨术是一种操作简单、创伤小、稳定性好、融合率高和并发症少的手术方式,是部分下腰椎病变固定融合的较好选择。

致谢: 感谢导师袁峰教授的辛勤指导,感谢徐州医科大学附属医院全体老师在工作和学习中给予的帮助,感谢徐州叁帝科技有限公司提供技术支持。

作者贡献: 文章设计姜伟、袁峰;资料收集、实施姜伟;文献质量控制袁峰;审校袁峰。

利益冲突: 所有作者共同认可文章内容不涉及相关利益冲突。

伦理问题: 临床试验研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和医院对人体研究的相关伦理要求。文章的撰写与编辑修改后文章遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE指南)。参与试验的患病个体及其家属为自愿参加,在充分了解本治疗方案的前提下签署“知情同意

书”。

文章查重: 文章出版前已经过CNKI反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 文章经国内小同行外审专家双盲外审,符合本刊发稿宗旨。

作者声明: 第一作者对研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁,可接受核查。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享3.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] Park P, Garton HJ, Gala VC, et al. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion:review of the literature. Spine.2004;29(17):1938-1944.
- [2] Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. Clin Orthop Relat Res.1984; 189:125-141.
- [3] Ferrara LA, Secor JL, Jin BH, et al. A biomechanical comparison of facet screw fixation and pedicle screw fixation: effects of short-term and long-term repetitive cycling. Spine (Phila Pa 1976).2003;28(12):1226-1234.
- [4] Kim TH, Lee BH, Moon SH, et al. Comparison of adjacent segment degeneration after successful posterolateral fusion with unilateral or bilateral pedicle screw instrumentation: a minimum 10-year follow-up. Spine J. 2013 ;13(10):1208-1216.
- [5] Imagama S, Kawakami N, Matsubara Y, et al. Radiographic Adjacent Segment Degeneration at 5 Years After L4/5 Posterior Lumbar Interbody Fusion With Pedicle Screw Instrumentation: Evaluation by Computed Tomography and Annual Screening With Magnetic Resonance Imaging. Clin Spine Surg.2016;29(9):442-451.
- [6] Xie Y, Ma H, Li H, et al. Comparative study of unilateral and bilateral pedicle screw fixation in posterior lumbar interbody fusion. Orthopedics. 2012;35(10):1517-1523.
- [7] Minghua X, Yihui T, Minwei C. Comparison of unilateral versus bilateral instrumented transforaminal lumbar interbody fusion in degenerative lumbar disease. J Spine. 2012;12(3):209-215.
- [8] Deutsch H, Musacchio MJ. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with unilateral pedicle screw fixation. Neurosurg Focus. 2006;20:E10.
- [9] Goel VK, Lim TH, Gwon J, et al. Effects of an internal fixation device: a comprehensive biomechanical investigation. Spine. 1991;16(3 Suppl):155-161.
- [10] Mao L, Yang HL, Tang TS. Postoperative back pain of opposite lumbosacral area attribute to unilateral fixation with diagonal cage-instrumented transforaminal lumbar interbody fusion. J Chin Orthopedic. 2012;24:2260-2263.
- [11] Suk KS, Lee HM, Kim NH, et al. Unilateral versus bilateral pedicle screw fixation in lumbar spinal fusion. Spine. 2000; 25(14):1843-1847.

- [12] Reich SM,Kuflik P,Neuwirth M. Translaminar facet screw fixation in lumbar spine fusion. *spine(Phila Pa 1976)*.1993; 18(4):444-449.
- [13] Kornblatt MD,Casey MP,Jacobs RR. Internal fixation in lumbosacral spine fusion. A biomechanical and clinical study. *Clin Orthop Relat Res*.1986;203:141-150.
- [14] Heggeness MH,Esses SI. Translaminar facet joint screw fixation for lumbar and lumbosacral fusion. A clinical and biomechanical study. *Spine(Phila Pa 1976)*.1991;16(Suppl 6):S266-S269.
- [15] Deguchi M, Cheng BC, Sato K, et al. Biomechanical evaluation of translaminar facet joint fixation. A comparative study of poly-L-lactide pins, screws, and pedicle fixation. *Spine(Phila Pa 1976)*.1998;23(12):1307-1312.
- [16] Eskander M,Brooks D,Ordway N,et al. Analysis of pedicle and translaminar facet fixation in a multisegment interbody fusion model. *Spine(Phila Pa 1976)*.2007;32(7):E230-E235.
- [17] Apli M,Mannion AF,Grob D.Translaminar screw fixation of the lumbar spine:long-term outcome. *Spine(Phila Pa 1976)*.2009; 34(14):1492-1498.
- [18] Jacobs RR,Montesano PX,Jackson RP. Enhancemem of lumbar spine fusion by use of translaminar facet joint screws. *Spine(Phila Pa 1976)*.1989;14(1):12-15.
- [19] Shim CS, Lee SH, Jung B, et al. Fluoroscopically assisted percutaneous translaminar facet screw fixation following anterior lumbar interbody fusion: technical report. *Spine(Phila Pa 1976)*.2005;30(7):838-843.
- [20] Wang M,Tang SJ,McGrady LM,et al. Biomechanical comparison of supplemental posterior fixations for two-level anterior lumbar interbody fusion. *Proc Inst Mech Eng*.2013; 227(3):245-250.
- [21] Zhan Y,Tian D. Do translaminar facet screws have the same stability as pedicle screws in two-level anterior lumbar interbody fusion? A biomechanical study. *Turk Neurosurg*. 2012;22(5):630-633.
- [22] Hou Y, Shen Y, Liu Z, et al. Which posterior instrumentation is better for two-level anterior lumbar interbody fusion: translaminar facet screw or pedicle screw? *Arch Orthop Trauma Surg*.2013;133(1):37-42.
- [23] Frantzides CT, Zeni TM, Phillips FM, et al. L5-S1 laparoscopic anterior interbody fusion. *JSLs*.2006;10:488-492.
- [24] Rick C,Sasso J, Burkus K,et al. Retrograde ejaculation after anterior lumbar interbody fusion. *Spine*.2003;28:1023.
- [25] Cao Y, Chen Z, Jiang C, et al. The combined use of unilateral pedicle screw and contralateral facet joint screw fixation in transforaminal lumbar interbody fusion. *Eur Spine J*.2015; 24(11):2607-2613.
- [26] 曾忠友,严卫锋,陈国军,等. 单侧椎弓根螺钉联合对侧椎板关节突螺钉固定并椎间融合治疗下腰椎病变的临床观察[J]. *中华骨科杂志*,2011,31(8):834-839.
- [27] 曾忠友,张建乔,严卫锋,等. 椎板关节突螺钉瞄准器在治疗下腰椎退行性病变的临床应用[J]. *中国矫形外科杂志*,2011,19(5): 378-381.
- [28] 曾忠友,吴鹏,宋永新,等. 小切口单侧椎弓根螺钉联合对侧经皮椎板关节突螺钉固定并椎间融合治疗腰椎病变的并发症分析[J]. *中国骨伤*,2016,29(3):232-241.
- [29] Liu F, Cao Y, Feng Z, et al. Comparison of three different posterior fixation techniques in transforaminal lumbar interbody fusion for two-level lumbar degenerative diseases: At a mean follow up time of 46 months. *Clin Neurol Neurosurg*. 2016 ;141:1-6.
- [30] Liu F, Jiang C, Cao Y, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion using unilateral pedicle screw fixation plus contralateral translaminar facet screw fixation in lumbar degenerative diseases. *Indian J Orthop*.2014 ;48(4):374-379.
- [31] Gong Z, Chen Z, Feng Z, et al. Finite element analysis of 3 posterior fixation techniques in the lumbar spine. *Orthopedics*. 2014 ;37(5):441-448.
- [32] Amoretti N, Amoretti ME, Hovorka I, et al. Percutaneous facet screw fixation of lumbar spine with CT and fluoroscopic guidance: a feasibility study. *Radiology*.2013; 268(2):548-555.
- [33] 毛克亚,王岩,肖嵩华,等. 单侧微创经椎间孔腰椎体间融合术采用椎弓根螺钉结合经椎板关节突螺钉混合内固定可行性研究[J]. *中华外科杂志*,2011,49(12):1067-1070.
- [34] Park SH, Park WM, Park CW, et al. Minimally invasive anterior lumbar interbody fusion followed by percutaneous translaminar facet screw fixation in elderly patients. *J Neurosurg Spine*.2009;10(6):610-616.
- [35] 陶勇,吴云乐,宗少晖,等. 基于有限元分析腰椎内固定的生物力学特征[J]. *中国组织工程研究*,2016,20(13):1932-1938.
- [36] Chen SH, Lin SC, Tsai WC, et al. Biomechanical comparison of unilateral and bilateral pedicle screws fixation for transforaminal lumbar interbody fusion after decompressive surgery—a finite element analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:72.
- [37] 陆声,徐永清,丁自海,等. 经皮椎板关节突螺钉固定的应用解剖及影像学研究[J]. *中国矫形外科杂志*, 2006, 14(5):351-352.