

# 快速经椎间孔腰椎椎间融合术治疗腰椎椎管狭窄症 20 例

徐嘉祺<sup>1</sup> 吴从俊<sup>1</sup> 覃海飙<sup>2</sup> 陈旺<sup>1</sup> 陈祝江<sup>1</sup> 杨波<sup>1</sup> 邓昶<sup>1</sup> 张振朋<sup>1</sup> 陈明<sup>1△</sup>

**[摘要]** 目的:探讨快速经椎间孔腰椎椎间融合术(Q-TLIF)治疗腰椎椎管狭窄症的早期临床疗效。方法:纳入 2025 年 1—4 月收治的 20 例腰椎椎管狭窄症患者,均采用快速经椎间孔腰椎椎间融合术治疗。记录术前术后观察指标及并发症,比较术前、术后 3 d、术后 3 个月及末次随访的腰腿疼痛视觉模拟量表(VAS)评分和 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分,末次随访采用改良 MacNab 评分评估临床疗效。结果:术前、术后 3 d、术后 3 个月、末次随访的 VAS 评分及 ODI 评分随着时间推移显著下降,差异有统计学意义( $P \leq 0.01$ ),临床疗效优良率为 95%。结论:快速经椎间孔腰椎椎间融合术治疗腰椎椎管狭窄症安全有效,且有并发症少、恢复快的优点,但远期疗效和融合率需进一步研究证实。

**[关键词]** 快速经椎间孔腰椎椎间融合术;腰椎椎管狭窄症;微创融合

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2025)10-0067-06

**DOI:** 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.251013

## 20 Cases Clinical Report on Quick Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for the Treatment of Lumbar Spinal Stenosis

XU Jiaqi<sup>1</sup> WU Congjun<sup>1</sup> QIN Haibiao<sup>2</sup> CHEN Wang<sup>1</sup> CHEN Zhujiang<sup>1</sup> YANG Bo<sup>1</sup>  
DENG Chang<sup>1</sup> ZHANG Zhenpeng<sup>1</sup> CHEN Ming<sup>1△</sup>

<sup>1</sup> Wuhan Orthopaedics Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine (The Affiliated Hospital of Wuhan Sports University), Wuhan 430079, China;

<sup>2</sup> The First Affiliated Hospital of Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530022, China.

**Abstract Objective:** To evaluate the early clinical efficacy of quick transforaminal lumbar interbody fusion (Q-TLIF) in the treatment of lumbar spinal stenosis. **Methods:** A total of 20 patients with lumbar spinal stenosis, admitted between January 2025 and April 2025, were included. All patients underwent Q-TLIF. Preoperative and postoperative observation indices and complications were recorded. Visual analogue scale (VAS) scores for low back and leg pain and Oswestry disability index (ODI) scores were compared preoperatively and at 3 d, 3 months postoperatively, and final follow-up. Clinical efficacy was assessed using modified MacNab criteria at final follow-up. **Results:** Both VAS and ODI scores demonstrated significant decreases over time from preoperative levels to 3 d postoperatively, 3 months postoperatively, and at the final assessment, with statistical significance ( $P \leq 0.01$ ). The excellent/good clinical efficacy rate was 95%. **Conclusion:** Q-TLIF is safe and effective for lumbar spinal stenosis, with fewer complications and rapid recovery. Long-term efficacy and fusion rate require further investigation.

**Keywords:** quick transforaminal lumbar interbody fusion; lumbar spinal stenosis; minimally invasive fusion

腰椎椎管狭窄症(Lumbar Spinal Stenosis, LSS)是指由多种因素导致椎管变窄,进而引起神经组织受压,出现以神经源性跛行、下肢麻木、乏力、沉重等主要

特征的临床综合征<sup>[1-2]</sup>。现代医学研究显示一般人群中腰椎椎管狭窄症的总患病率为 11%,平均年龄为 62 岁<sup>[3]</sup>,在 60 岁及以上人群中患病率高达 47%,是影响高龄患者生活质量的主要原因<sup>[4-5]</sup>,其中 30% 的患者需要手术治疗<sup>[6]</sup>。传统的手术方法为开放式椎管减压术和腰椎内固定融合手术,对肌肉和骨骼结构的损伤较大,许多高龄患者有慢性病,对传统手术的耐受性较差<sup>[7-8]</sup>。随着微创理念快速发展,出现了单轴与双轴内

<sup>1</sup> 武汉中西医结合骨科医院(武汉体育学院附属医院)  
(武汉,430079)

<sup>2</sup> 广西中医药大学第一附属医院

△通信作者 E-mail:1053128043@qq.com

镜下微创融合手术,采用微创技术治疗腰椎椎管狭窄症能明显减少术后并发症,具有创伤小、安全性较高的优势<sup>[9-10]</sup>。

快速经椎间孔腰椎椎间融合术(Quick Transforaminal Lumbar Interbody Fusion, Q-TLIF)是覃海飙团队研发的一项新型腰椎微创技术,该术式通过自主研发的器械从 Kambin 三角处进入椎间隙并撑开,先行椎间融合操作,置入 Cage 后再进行脊柱内镜减压<sup>[11]</sup>。2025 年 1—4 月,本科室采用快速经椎间孔腰椎椎间融合术治疗腰椎椎管狭窄症 20 例,效果良好,现报告如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

本组 20 例,男 14 例,女 6 例,年龄为 42~73 岁,平均年龄为(60.85±9.37)岁;均为腰椎椎管狭窄症患者。20 例患者均为单节段融合,病变节段:L<sub>3/4</sub> 节段 2 例,L<sub>4/5</sub> 节段 17 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段 1 例。病程为 0.5~36.0 个月,平均病程为(33.92±2.41)个月;末次随访时间距离首次手术时间为 3~6 个月,平均为(4.45±1.05)个月。手术均由本科室资深医师完成。

### 1.2 诊断标准

符合《退行性腰椎管狭窄症诊疗专家共识》(2023 版)<sup>[2]</sup>和《腰椎管狭窄症中西医结合诊疗指南》(2023 版)<sup>[12]</sup>确定的腰椎椎管狭窄症的诊断标准。

### 1.3 纳入标准

1)符合腰椎椎管狭窄症,以神经源性间歇性跛行为主证的患者;2)腰椎 CT、MRI 检查符合中央椎管狭窄、侧隐窝狭窄、椎间孔狭窄中一项或多项;3)经保守治疗 3 个月以上无效,或症状进行性加重的患者。

### 1.4 排除标准

1)术后随访时间少于 3 个月的患者;2)术后应用激素类药物行骶管注射治疗的患者;3)合并有椎管内占位和感染的患者;4)美国麻醉医师协会(ASA)分级 2 级以上的患者。

## 2 方法

### 2.1 手术方法

患者行气管内插管,全身静吸复合麻醉生效后取

俯卧位。用 C 臂机透视定位责任节段上、下位椎体椎弓根、椎间隙、棘突中线在体表位置并画出标记,选择下肢症状相对较重侧实施手术,以椎间隙与脊柱中线交点为起点,画一条平行于上、下终板向手术侧的线段(长约 5~6 cm),选取距离棘突中线 5 cm 处为穿刺点并标记(见图 1)。常规术区消毒、铺巾,贴无菌皮肤保护膜,以上、下双侧椎弓根体表投影处偏外 0.5 cm 为中心,做 4 个长约 2 cm 纵向切口(用尖刀全层切开皮肤和筋膜层),用穿刺针经切口分别于 4 个椎弓根的外侧壁进针,C 臂机透视见穿刺针位于椎弓根投影内,穿刺针针尖到达椎体后缘处,置入导丝。再用穿刺针从标记好的穿刺点进入,使穿刺针正位于椎弓根投影连线的外侧缘进入椎间盘内(见图 2),留置导丝,拔出穿刺针。顺导丝依次逐级扩张筋膜和肌肉后放置 10 mm 直径圆形斜口通道,C 臂机透视见通道的斜口位于上关节突腹侧,用直径 9 mm 环锯切除部分上关节突,期间通过透视截骨范围不超过椎弓根内缘(见图 3)。截骨完成后,沿导丝方向将撑开器置入椎间盘内,逐级撑

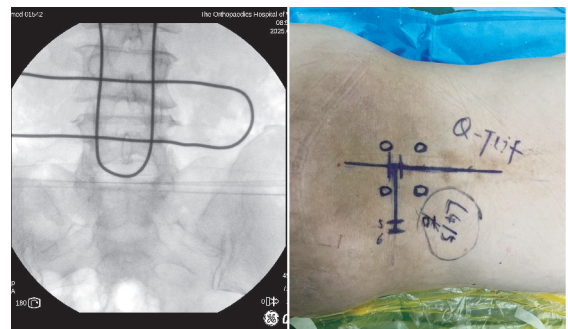


图 1 快速经椎间孔腰椎椎间融合术  
第一次透视和术前体表定位

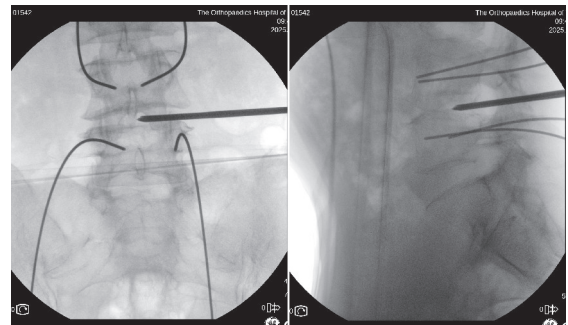


图 2 穿刺针进入椎间盘内

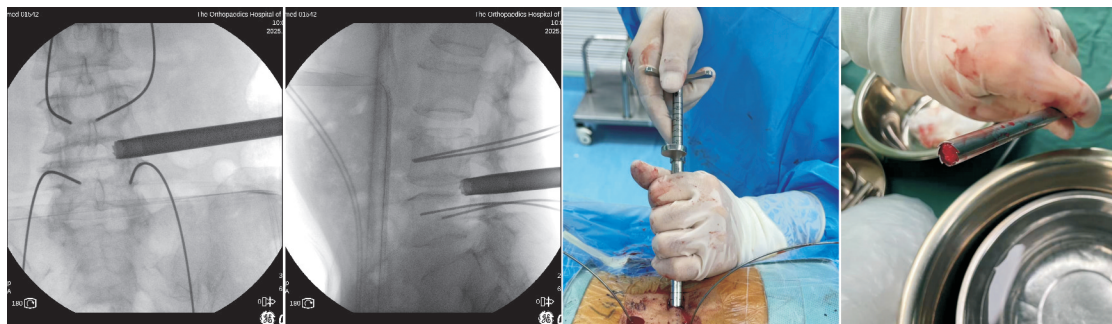


图 3 透视下环锯截骨

开 Kambin 三角和椎间隙,撑开完毕后顺导丝置入方形工作套管于椎间隙内距离椎体后缘约 1/4 处(见图 4)。用髓核钳夹出部分纤维环及髓核,铰刀、终板刮匙充分处理终板。植骨床准备完成后,将自体骨、医用诱导骨基质和骨诱导混合物通过工作套管植入椎间隙的前

缘,用植骨棒轻轻夯实,再将可撑开的椎间融合器植入,C 臂机透视见融合器位于椎间隙内合适位置后将融合器撑开至合适高度(术前三维重建 CT 测量的腰椎椎间隙高度的平均值),通过融合器的中空通道再次植入医用诱导骨基质(见图 5)。更换工作套管后,连

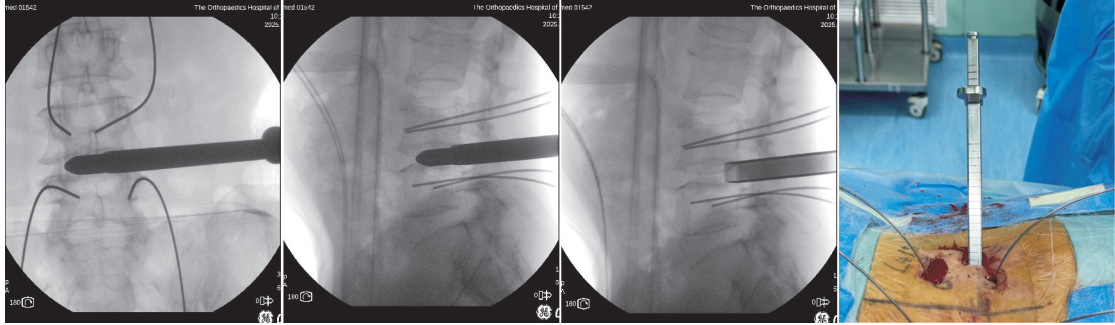


图 4 逐级撑开并置入方形套管

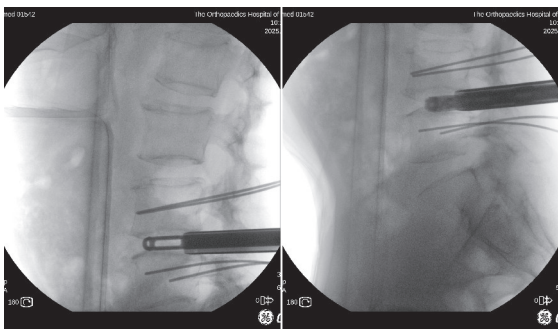


图 5 处理椎间隙后植入椎间融合器

接脊柱内镜系统和等离子刀头,用髓核钳和刀头清除、分离部分软组织,凝止视野内出血,镜下环锯于下位椎体的上关节突和上位椎体的下关节突腹侧行椎间孔成型,工作套管轻轻旋入保护出口神经根。清除肥厚的黄韧带,显露硬膜囊和行走神经根,清除神经根周围的髓核、纤维环和后纵韧带等组织,镜下见硬膜及神经根松弛,周围无压迫,最后用等离子刀头于纤维环破口多点消融、软组织止血,镜下观察无活动性出血后退出内镜和工作通道。沿导丝置入椎弓根螺钉,将合适的纵向连接杆分别放置于两侧椎弓根螺钉的 U 型口内,透

视见纵棒长度合适,拧紧所有螺帽,折断钉尾,透视见椎弓根螺钉、椎间融合器位置满意(见图 6)。予以生理盐水冲洗术口,全层缝合术口,无菌敷料覆盖。

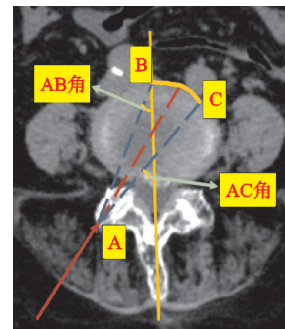


图 6 AC/AB 角

### 2.2 术后处理

术后常规予以抗生素静滴预防感染,24 h 后视患者病情复查腰椎 DR 及三维 CT(见图 7),并指导患者佩戴腰部护具下床活动。2 周后指导患者卧床行直腿抬高、五点支撑等功能锻炼,嘱患者术后佩戴腰部护具 2 个月,期间避免弯腰、负重和大幅度扭转,出院后 1 个月、3 个月、6 个月及 1 年于本科门诊复查。



图 7 术后腰椎三维 CT 显示的减压范围

### 2.3 早期疗效观察指标

记录每位患者的手术时间、术中出血量及手术并发症情况(术中神经电生理异常电位、硬膜囊破裂、神经根损伤、血肿及感染等)。术前、术后 3 d、3 个月及

末次随访时记录患者腰腿部疼痛视觉模拟量表(VAS)评分和 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分,末次随访时采用改良 MacNab 标准评估患者的临床疗效。

## 2.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计学软件对数据进行处理。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  形式表示,治疗前后的 VAS 评分和 ODI 评分均采用 Friedman 检验,  $P < 0.05$  差异有统计学意义。对于术前、术后 3 d、术后 3 个月、末次随访 4 个时间点的比较,通过 Wilcoxon 符号秩检验进行数据对比分型,两两比较采用 Bonferroni 校正,  $\alpha = 0.0167$ ,  $P < 0.0167$  差异有统计学意义。

## 3 结果

20 例患者均顺利完成手术,手术时间最短为 128 min,最长为 220 min,平均为  $(159.60 \pm 25.16)$  min;术中出血量最少为 50 mL,最多为 100 mL,平均为  $(89.00 \pm 33.39)$  mL;术后卧床时间最长为 75 h,最短为 24 h,平均为  $(30.85 \pm 12.79)$  h;最短随访 3 个月,最长随访 6 个月,平均随访  $(4.45 \pm 1.05)$  个月。患者 VAS 评分和 ODI 评分随着时间推移均显著下降,差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ ),见表 1。术后 3 d 对比术前、术后 3 个月对比术后 3 d、末次随访对比术后 3 个月 VAS 评分及 ODI 评分均降低 ( $Z$  为负数),差异有统计学意义 ( $P \leq 0.01$ ),见表 2-表 4。

表 1 术前、术后各时间段 VAS 评分和 ODI 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

时间	腰部 VAS 评分	腿部 VAS 评分	ODI 评分
术前	5.65 ± 1.04	6.80 ± 0.69	73.15 ± 6.06
术后 3 d	2.95 ± 0.99	3.60 ± 1.09	49.50 ± 6.77
术后 3 个月	1.40 ± 0.68	1.45 ± 0.94	16.10 ± 5.41
末次随访	0.55 ± 0.69	0.75 ± 0.64	7.60 ± 4.97
<i>F</i>	59.02	58.50	60.00
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001

表 2 腰部 VAS 评分各时间段对比

时间	<i>Z</i>	<i>P</i>
术后 3 d 对比术前	-3.983	<0.001
术后 3 个月对比术后 3 d	-4.018	<0.001
末次随访对比术后 3 个月	-3.900	<0.001

表 3 腿部 VAS 评分各时间段对比

时间	<i>Z</i>	<i>P</i>
术后 3 d 对比术前	-3.957	<0.001
术后 3 个月对比术后 3 d	-4.130	<0.001
末次随访对比术后 3 个月	-3.276	0.001

表 4 ODI 评分各时间段对比

时间	<i>Z</i>	<i>P</i>
术后 3 d 对比术前	-3.931	<0.001
术后 3 个月对比术后 3 d	-3.928	<0.001
末次随访对比术后 3 个月	-3.948	<0.001

末次随访时应用改良 MacNab 标准评估的临床疗效优良率为:优 15 例(75%),良 4 例(20%),可 1 例(5%),差 0 例,优良率为 95%。所有患者手术切口均 I 期愈合,无感染病例。术中 17 例患者的神经电生理监测无异常电位发生;3 例患者出现异常电位,但 5 min 内均恢复正常;3 例患者中 1 例出现肌力下降至 4 级,行电针治疗 2 周,迈之灵口服 1 个月,3 个月后恢

复;1 例出现脑脊液漏,未行特殊处理,术后无相关并发症。

## 4 讨论

腰椎管狭窄症是骨科临床中的常见病,是导致 65 岁以上患者行脊柱手术的主要原因之一<sup>[13]</sup>,当保守治疗无效时,病变节段的减压融合成为治疗的必要手段。瑞典腰椎研究中心(SLSSG)<sup>[14]</sup>的一项研究表明,腰椎融合手术比保守治疗具有更好的效果,甚至在长期随访中发现手术治疗成本低于保守治疗。腰椎融合手术中后路腰椎椎间融合术(PLIF)和经椎间孔腰椎椎间融合术(TLIF)是治疗腰椎管狭窄症的最常用手术方法,学习曲线相对较短,适应证广泛,是大多数脊柱外科医生掌握的手术方式。但这两种术式也有不可忽视的缺点:1)对脊柱、韧带、肌肉等正常结构破坏较大,术中出血较多;2)终板的处理相对困难;3)术中神经根牵拉损伤的潜在风险<sup>[15-16]</sup>。非后路入路的手术,如前路腰椎椎间融合术(ALIF)、侧方腰椎椎间融合术(LLIF)、极外侧腰椎椎间融合术(XLIF)、斜外侧腰椎椎间融合术(OLIF)可间接减压,避免破坏过多肌肉和韧带,避免直接进入椎管,但对腹腔内组织、腰丛的损伤不可忽视,术中对大血管的牵拉会造成血管内皮损伤,导致术后血栓风险升高<sup>[17]</sup>。

手术的微创化是外科医生的追求,目前临床上采用微创术式减压治疗椎管狭窄是脊柱外科领域的大趋势<sup>[18-19]</sup>,内窥镜或显微镜配合经椎弓根螺钉,脊柱外科医师以最小的创伤实现对病变部位的精细操作,与开放手术相比,微创手术更加安全,患者术后康复更快<sup>[20]</sup>。微创技术根据手术入路的不同可分为经椎间孔入路和经椎板间入路,椎间孔入路手术以经典的微创经椎间孔腰椎椎间融合术(MIS-TLIF)为代表,椎板间入路手术有经皮内镜下后路腰椎椎间融合术(PE-PLIF)和单侧腰椎椎间融合术(ULIF)等。微创手术相比于开放手术损伤更小,但是学习曲线陡峭,镜下解剖标志定位不清,导致医者容易迷失方向,有研究显示开放手术相较于微创手术耗时更短<sup>[21-22]</sup>,经皮内镜下后路腰椎椎间融合术、单侧腰椎椎间融合术等术式比微创经椎间孔腰椎椎间融合术耗时更长<sup>[23-24]</sup>。水介质中内镜下处理终板更加清晰彻底,但有研究显示内镜手术中生理盐水长时间持续冲洗植骨床上的骨移植植物,会对后期椎间融合产生负面影响<sup>[25]</sup>,经皮内镜下腰椎椎间融合术(PE-LIF)术后椎间融合器发生移位和下沉的概率高于微创经椎间孔腰椎椎间融合术<sup>[26]</sup>。虽然内镜和显微镜下处理间隙更加清晰,但对于很多腰椎退变严重的患者,间隙窄、骨性增生多,处理间隙时有一定概率损伤硬膜。朱晓龙等<sup>[27]</sup>报道微创经椎间孔腰椎椎间融合术治疗腰椎管狭窄症,硬膜撕裂发生率为 7.81%,Klingler 等<sup>[28]</sup>随访了 372 例

患者,硬膜囊破裂发生率为 6.2%。综上所述,如何缩短手术时间,减少硬膜和神经根损伤,增加术后融合概率,是很多微创脊柱外科医师探索的方向。覃海飙教授研究团队提出快速经椎间孔入路腰椎椎间融合术,使用自主研发的经皮腰椎融合器械实现五个“直接”操作,即直接Kambin三角撑开、直接椎间隙撑开、直接椎间盘切除、直接植骨床处理、直接植骨及植入融合器,在椎间盘内快速操作,避免反复刺激神经根和硬膜囊。

快速经椎间孔腰椎椎间融合术,从Kambin安全三角进入,先行椎间融合,再行内镜减压操作,兼顾了微创经椎间孔腰椎椎间融合术和经皮内镜下腰椎椎间融合术等微创手术的优势,而且手术没有陡峭的学习曲线。快速经椎间孔腰椎椎间融合术前准备及手术操作经验总结如下:1)术前规划非常重要,对本手术的时间、穿刺次数和透视次数有重要影响。术前需完善腰椎三维CT,首先需要测量每枚椎弓根螺钉的长度,外展角、头倾角或尾倾角,避免经皮置钉时间过长。2)需要测量皮肤穿刺点到椎间盘的距离,大致了解穿刺针应达到的深度,避免术中出现穿刺针未触及椎间盘时,反复透视确认穿刺针深度。3)需要测量“AC/AB”角(见图6),提前规划好穿刺路径和穿刺角度,穿刺针在“AC/AB”路径之间进入椎间盘内,要保证延长线的末端越过棘突中线,同时穿刺针不进入椎管内,可避免术中频繁透视调整穿刺角度,降低硬膜破裂的风险,椎间隙撑开更加充分。4)通过三维CT测量患者截骨侧椎间孔大小和椎弓根宽度,规划好截骨深度,避免术中截骨深度过深损伤神经根及硬膜囊。5)测量椎间隙高度,确定术中应用的撑开器型号,避免融合器撑开高度不够导致术后融合器后移,或高度过高导致融合器沉降,术前详细规划,相关路径、测量数据打印出来用于术中参考,可明显缩短手术时间,减少手术并发症。6)术中穿刺经过椎间孔,遇阻挡时可旋转穿刺针慢慢进入,穿刺完成后,透视需见穿刺针在正位上至棘突中线,侧位至1/2椎体(见图2)。7)盲视下使用环锯截骨时,可适当下压工作套管,降低损伤出口神经根风险,同时可成型更多上关节突,获得更大的减压范围。8)截骨完毕后,逐级撑开,最后的方形工作套管放置深度应达到椎体后缘1/4处(见图4),此深度处理椎间隙和植骨床安全、高效。9)通常盲视下截骨范围有限,对于椎管狭窄较严重的患者,融合操作完成后用内镜进一步减压,术中可显露椎弓根上切迹,切除部分峡部显露出口神经根全程,再加大棘突旁肌+椎板间肌(SAP+IAP)的切除范围(见图7),得到足够的空间用内镜处理硬膜背侧,充分减压椎管。10)内镜减压完成后,检查椎间融合器周围有无游离的碎骨,关闭进水口观察椎管内有无活动性出血,仔细止血后,可不放置引流管。

本研究采用快速经椎间孔腰椎椎间融合术治疗20例腰椎椎管狭窄症患者均顺利完成手术,平均手术时间为 $(159.6 \pm 25.16)$ min,平均出血量为 $(89.00 \pm 33.39)$ mL。有研究报道经皮内镜下后路腰椎椎间融合术治疗腰椎椎管狭窄症平均手术时间为 $(130.80 \pm 9.22)$ min<sup>[29]</sup>,由于快速经椎间孔腰椎椎间融合术在本科室开展的时间较短,术中要求定位精准,导致早期开展时透视次数较多,频繁调整穿刺路径,手术耗时普遍在3h以上,出血量在100mL左右。随着熟练度的增加,术中对“AB/AC”角的精准把控,截骨和处理间隙时用工作套管保护神经根,减少透视次数,手术耗时基本控制在150min左右,最快为128min。术后卧床时间最长为75h,最短为24h,平均为 $(30.85 \pm 12.79)$ h。除去1例因脑脊液漏卧床达75h的患者外,余下19位患者均在术后2d内下床活动,可佩戴腰部护具自主行走,术后2周卧床行直腿抬高、五点支撑等功能锻炼。20例患者VAS评分和ODI评分随着时间推移均显著下降,不同时间点间的差异有统计学意义,手术优良率达95%。3例(15%)患者术中出现神经电生理异常电位,术后2周内出现下肢麻木和疼痛;1例患者出现足背伸肌力稍下降,分析原因是由于此患者合并有腰椎Ⅱ度滑脱,出口神经根位置变异,考虑工作套管挤压出口神经根所致;1例患者出现脑脊液漏,分析原因是截骨过深损伤硬膜,截骨完成时正位透视见环锯末端已接近棘突中线。本科室在之后的手术操作中,将舌型套管的斜坡顶在关节突腹侧,尽量下压并稍头倾,可使环锯切除更多上关节突,在切除部分上关节突后及时停止,避免环锯过深,后续的减压由镜下环锯+枪钳完成。本组患者无感染病例,无不全瘫痪等不良事件发生,表明快速经椎间孔腰椎椎间融合术治疗腰椎椎管狭窄症可显著改善患者的疼痛症状,帮助患者快速参与术后康复,较好地恢复腰椎功能。

综上所述,快速经椎间孔腰椎椎间融合术治疗腰椎椎管狭窄症安全有效,具有创伤小、恢复快等优势,为脊柱微创医生提供了一条新思路。本研究的局限性如下:1)属于回顾性研究,纳入病例数量较少,随访时间较短,远期疗效和融合率不确切;2)未与其他腰椎融合手术对比,其优势有待进一步证明。未来将尝试开展大样本、多中心试验,比较快速经椎间孔腰椎椎间融合术与其他腰椎融合技术治疗腰椎椎管狭窄症的远期疗效及融合率。

#### 参考文献

- [1] KWON J W, MOON S H, PARK S Y, et al. Lumbar spinal stenosis: review update 2022[J]. Asian Spine J, 2022, 16(5): 789-798.
- [2] 中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会, 中国老年保健协会骨科微创分会. 退行性腰椎管狭窄症诊疗专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16(2): 97-103.

- [3] JENSEN R K, JENSEN T S, KOES B, et al. Prevalence of lumbar spinal stenosis in general and clinical populations: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2020, 29(9): 2143-2163.
- [4] KATZ J N, ZIMMERMAN Z E, MASS H, et al. Diagnosis and management of lumbar spinal stenosis: a review[J]. *JAMA*, 2022, 327(17): 1688-1699.
- [5] TOMKINS-LANE C, MELLOH M, LURIE J, et al. ISSLS prize winner: consensus on the clinical diagnosis of lumbar spinal stenosis: results of an international Delphi study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(15): 1239-1246.
- [6] DEER T, SAYED D, MICHELS J, et al. A review of lumbar spinal stenosis with intermittent neurogenic claudication: disease and diagnosis[J]. *Pain Med*, 2019, 20(Suppl 2): S32-S44.
- [7] PAN W B, RUAN B Q. Surgical decompression via the unilateral intervertebral foraminal approach with local anesthesia for treating elderly patients with lumbar central canal stenosis[J]. *Neurosurg Focus*, 2021, 51(6): E5.
- [8] AIRAKSINEN O, HERNO A, TURUNEN V, et al. Surgical outcome of 438 patients treated surgically for lumbar spinal stenosis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22(19): 2278-2282.
- [9] MINAMID E A, YOSHIDA M, YAMADA H, et al. Endoscope-assisted spinal decompression surgery for lumbar spinal stenosis: technical note[J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19(6): 664-671.
- [10] CHEN L X, GUAN B, ANDERSON D B, et al. Surgical interventions for degenerative lumbar spinal stenosis: a systematic review with network meta-analysis[J]. *BMC Med*, 2024, 22(1): 430.
- [11] 黄先盈, 覃海彪, 伍亮, 等. Q-TLIF 技术的临床应用与展望[J]. *广西医学*, 2024, 46(4): 470-474.
- [12] 魏戌, 徐卫国, 李路广, 等. 腰椎管狭窄症中西医结合诊疗指南(2023 年)[J]. *中国全科医学*, 2024, 27(25): 3076-3082.
- [13] DEYO R A, MIRZA S K, MARTIN B I, et al. Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults[J]. *JAMA*, 2010, 303(13): 1259-1265.
- [14] FRITZELL P, HÄGG O, JONSSON D, et al. Cost-effectiveness of lumbar fusion and nonsurgical treatment for chronic low back pain in the Swedish lumbar spine study: a multicenter, randomized, controlled trial from the Swedish lumbar spine study group[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(4): 421-434.
- [15] FAN S W, HU Z J, FANG X Q, et al. Comparison of paraspinous muscle injury in one-level lumbar posterior interbody fusion: modified minimally invasive and traditional open approaches[J]. *Orthop Surg*, 2010, 2(3): 194-200.
- [16] ZHANG Q H, YUAN Z, ZHOU M, et al. A comparison of posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion: a literature review and meta-analysis[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2014, 15: 367.
- [17] MOBBS R J, PHAN K, MALHAM G, et al. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF[J]. *J Spine Surg*, 2015, 1(1): 2-18.
- [18] KOU Y Q, CHANG J J, GUAN X M, et al. Endoscopic lumbar interbody fusion and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar degenerative diseases: a systematic review and meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2021, 152: e352-e368.
- [19] FUKUHARA D, ONO K, KENJI T, et al. A narrative review of full-endoscopic lumbar discectomy using interlaminar approach[J]. *World Neurosurg*, 2022, 168: 324-332.
- [20] 尹西盟, 穆胜凯, 吴岩, 等. 经椎间孔镜与开放减压手术治疗老年腰椎椎管狭窄症疗效对比[J]. *脊柱外科杂志*, 2014, 12(5): 293-297.
- [21] 庞大明, 杨晋才, 海涌, 等. 经皮内镜下经椎间孔椎体间融合术与后入路椎体间融合术治疗单节段腰椎管狭窄症的临床疗效及椎旁肌的变化[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2024, 34(6): 585-594.
- [22] 尹鹏, 海涌, 杨晋才, 等. 经皮内镜下经椎间孔与传统后入路椎间融合术治疗伴有腰椎不稳的腰椎管狭窄症的疗效对比[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2021, 31(3): 213-221.
- [23] KIM J E, YOO H S, CHOI D J, et al. Comparison of minimal invasive versus biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion for single-level lumbar disease[J]. *Clin Spine Surg*, 2021, 34(2): E64-E71.
- [24] 廖军, 宗少晖, 陈晓明, 等. 经皮内镜后路腰椎间融合术与微创经椎间孔入路腰椎椎间融合术治疗腰椎管狭窄症的效果[J]. *实用医学杂志*, 2022, 38(17): 2209-2215.
- [25] PRABHU M C, JACOB K C, PATEL M R, et al. History and evolution of the minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. *Neurospine*, 2022, 19(3): 479-491.
- [26] ZHU L, CAI T C, SHAN Y Z, et al. Comparison of clinical outcomes and complications between percutaneous endoscopic and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative lumbar disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Pain Physician*, 2021, 24(6): 441-452.
- [27] 朱晓龙, 王建, 周跃, 等. 微创经椎间孔腰椎体间融合术的围手术期并发症[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(4): 304-309.
- [28] KLINGLER J H, VOLZ F, KRÜGER M T, et al. Accidental durotomy in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: frequency, risk factors, and management[J]. *The Scientific World Journal*, 2015: 532628.
- [29] ONO K, FUKUHARA D, NAGAHAMA K, et al. Percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion (PETLIF): current techniques, clinical outcomes, and narrative review[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(16): 5391.