

经皮椎间孔镜技术治疗腰椎融合术后相邻节段椎间盘突出症*

朱 剑 镐英杰** 任志楠 朱广铎 于 磊 张盼可 曹书严 宋 鑫

(郑州大学第一附属医院骨科, 郑州 450000)

【摘要】 目的 探讨经皮椎间孔镜技术治疗腰椎融合术后相邻节段椎间盘突出症的疗效。 **方法** 回顾性分析 2015 年 8 月~2019 年 8 月 66 例腰椎融合术后相邻节段椎间盘突出症资料, 根据患者意愿行椎间孔镜 30 例, 开放后路手术 36 例。比较 2 组手术时间、出血量、术后住院时间, 术前、术后 1 周、术后 3 个月、术后 1 年采用疼痛视觉模拟评分 (Visual Analogue Scale, VAS)、日本骨科协会 (Japanese Orthopedic Association, JOA) 评分进行评估。 **结果** 与开放组相比, 椎间孔镜组手术时间短 $[(65.8 \pm 6.4) \text{ min vs. } (126.1 \pm 7.6) \text{ min}, t = -34.463, P = 0.000]$, 出血少 $[(29.4 \pm 9.1) \text{ ml vs. } (294.4 \pm 31.2) \text{ ml}, t = -48.633, P = 0.000]$, 术后住院时间短 $[(5.9 \pm 1.6) \text{ d vs. } (11.2 \pm 2.4) \text{ d}, t = -10.511, P = 0.000]$, 腰痛和腿痛 VAS 评分、JOA 评分改善更多 ($P < 0.05$), 术后 1 年疗效 (JOA 改善率) 更优 ($Z = -3.349, P = 0.001$)。 **结论** 在严格把握椎间孔镜技术适应证的前提下, 经皮椎间孔镜技术治疗腰椎融合术后相邻节段椎间盘突出症较常规后路开放手术具有手术时间短、出血少、住院时间短、恢复快的优点。

【关键词】 经皮内镜腰椎间盘切除术; 腰椎间盘突出症; 邻椎病

文献标识: A 文章编号: 1009-6604(2022)03-0222-06

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2022.03.007

Percutaneous Transforaminal Endoscopic Discectomy in the Treatment of Adjacent Segment Disc Herniation After Lumbar Fusion Zhu Jian, Hao Yingjie, Ren Zhinan, et al. Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China

Corresponding author: Hao Yingjie, E-mail: haojack77@126.com

【Abstract】 Objective To explore the efficacy of percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD) in the treatment of adjacent segment disc herniation after lumbar spine fusion. **Methods** A retrospective analysis was made on data of 66 cases of adjacent segment disc herniation from August 2015 to August 2019. According to patients' wishes, there were 30 cases of PELD and 36 cases of posterior lumbar interbody fusion (PLIF). The two groups were compared in terms of operative time, intraoperative bleeding, and postoperative hospital stay. The efficacy of the two groups was assessed by using the Visual Analogue Scale (VAS) and Japanese Orthopedic Association (JOA) scores for pain before surgery, 1 week after surgery, 3 months after surgery, and 1 year after surgery. **Results** Compared with the PLIF group, the PELD group had a shorter operative time $[(65.8 \pm 6.4) \text{ min vs. } (126.1 \pm 7.6) \text{ min}, t = -34.463, P = 0.000]$, less bleeding $[(29.4 \pm 9.1) \text{ ml vs. } (294.4 \pm 31.2) \text{ ml}, t = -48.633, P = 0.000]$, shorter postoperative hospital stay $[(5.9 \pm 1.6) \text{ d vs. } (11.2 \pm 2.4) \text{ d}, t = -10.511, P = 0.000]$, more improvement in VAS scores and JOA scores for low back pain and leg pain ($P < 0.05$). And the JOA improvement rate was better 1 year after surgery ($Z = -3.349, P = 0.001$). **Conclusion** Based on the premise of strictly grasping the indications for intervertebral foraminoscopic technology, PELD for the treatment of adjacent segment disc herniation has advantages of shorter operative time, less bleeding, shorter hospital stay and faster recovery than PLIF.

【Key Words】 Percutaneous endoscopic lumbar discectomy; Lumbar disc herniation; Adjacent segment disease

* 基金项目: 河南省医学科技攻关计划省部共建项目 (SB201903001)

** 通讯作者, E-mail: haojack77@126.com

腰椎融合手术是治疗多种腰椎退行性疾病的标准手术方式,术后相邻节段退变引发神经压迫症状称为邻椎病(adjacent segment disease, ASD)^[1]。对于高龄、内科疾病较多的相邻节段椎间盘突出患者,再次手术往往较首次手术具有更大的困难与不确定性。经皮椎间孔镜技术具有对肌肉软组织、椎板等后方结构破坏小,可在局麻下完成,麻醉并发症少的优势,但也存在操作空间有限,学习曲线较长等局限性,不适用于椎管狭窄及椎体滑脱病例。本文回顾性分析 2015 年 8 月~2019 年 8 月我科行再次手术的 66 例腰椎融合术后相邻节段椎间盘突出患者临床资料,其中 30 例选择椎间孔镜手术,36 例行开放后路手术,随访时间≥1 年。现将手术特点与随访结果报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:①腰椎融合术后出现一侧下肢放射性疼痛、麻木、肌力下降,或伴有不同程度的腰部疼痛,影像学资料证实为邻近节段椎间盘突出,且症状、体征与影像学资料一致,保守治疗不缓解;②责

任节段无滑脱或不稳定,无严重椎管狭窄。
排除标准:①无法定位责任节段;②合并明显终板炎症或关节炎、腰椎骨折、感染性疾病、恶性肿瘤等;③责任椎间隙严重狭窄退变。
共纳入 66 例,男 35 例,女 31 例。年龄 60~83 岁,(69.4±5.6)岁。初次手术因椎间盘突出 32 例,腰椎退变性滑脱 15 例,椎管狭窄 19 例。腰椎融合术后再次出现症状的时间 1~21 年,中位数 7 年。表现为一侧下肢痛 48 例,一侧下肢肌力下降、神经根相应支配区域感觉减退 12 例,腰痛及一侧下肢痛 6 例。术前行腰椎 MRI、CT 提示椎间盘膨出 7 例,突出 46 例,脱出 13 例;中央型 4 例,旁中央型 27 例,旁侧型 35 例;均无骨性椎管狭窄。合并冠心病和高血压 8 例,糖尿病 7 例,冠心病、高血压、糖尿病 1 例,轻度阻塞性肺通气功能障碍 1 例。ASA 分级 I 级 49 例,II 级 17 例。术前体格检查及影像学检查确定责任节段,向患者及家属详细讲解两种手术方式各自的优劣,由患者自行选择手术方式,行经皮椎间孔镜手术 30 例,传统后路开放手术 36 例。2 组一般资料比较见表 1,有可比性($P>0.05$)。

表 1 2 组一般资料比较

组别	年龄 (岁)	性别		责任节段				突出类型			ASA 分级	
		男	女	L _{2/3}	L _{3/4}	L _{4/5}	L ₅ /S ₁	中央型	旁中央型	旁侧型	I	II
椎间孔镜($n=30$)	68.9±4.5	16	14	2	8	13	7	1	12	17	22	8
开放($n=36$)	69.9±6.5	19	17	2	10	15	9	3	15	18	27	9
$t(\chi^2)$ 值	$t=-0.687$	$\chi^2=0.002$		$\chi^2=0.070$				$\chi^2=0.823$			$\chi^2=0.024$	
P 值	0.495	0.964		1.000				0.729			0.877	

1.2 手术方法

2 组手术由同一医师完成。
椎间孔镜组(图 1):使用德国 joimax 椎间孔镜手术系统。俯卧位,胸髂垫高。局部浸润麻醉后使用导丝穿刺,C 臂 X 线机透视下定位于正位在病变椎体后上缘,侧位在病变椎体椎弓根连线内侧缘。切开皮肤 1 cm 左右,依次放置皮肤扩张器,扩张通道后放置套管,固定于椎间孔内。连接光源后将椎间孔镜置入套管内,咬除管道周围软组织。如手术区域血管增生明显,操作时易出血影响视野,可以适当升高灌洗液平面提高水压,并用射频刀头充分止血,避免粗暴操作出现不可控制的出血。使用环锯在直视下缓慢磨除部分关节突关节,暴露突出椎间盘部位,髓核钳抓取突出髓核,充分暴露行走根,神

经根松弛、随呼吸而活动,以神经根张力明显降低作为充分减压标志。最后行纤维环成形。再次探查神经根周围,确认无明显致压物且神经根松弛,无张力。
开放组:全麻,俯卧位,胸髂垫高。以责任椎间盘为中心,做腰背部正中切口 5~10 cm(根据初次手术节段适当增减),切开皮肤、皮下、深筋膜,使用电刀及骨剥分离两侧椎旁肌,显露椎板及关节突关节。于责任节段两侧椎弓根内各置入一枚椎弓根螺钉。咬除责任节段棘突、椎板、黄韧带,充分暴露硬膜,松解神经根。用神经拉钩向内侧牵开硬膜囊保护,显露责任椎间盘,绞刀切除髓核组织,刮匙刮取椎间盘并刮除上下软骨终板。植入合适量骨块,放入植有自体骨的 cage,重新延长前次手术内固定,加

压后将螺丝旋紧固定。透视椎弓根钉位置合适,冲洗并充分止血,放置引流管。

术后处理:2 组均酌情给予消炎止痛、抗感染等对症治疗。椎间孔镜组术后 1 天佩戴腰围下地活动,术后 1 个月内以卧床休息为主,1 个月后锻炼弯腰、下蹲等动作。开放组术后 24 h 新增引流量 <50 ml 后拔除引流管,佩戴腰围下地活动,术后 3 个月内以卧床休息为主,3 个月后锻炼弯腰、下蹲等动作。

1.3 观察指标

记录 2 组手术时间,出血量,术后住院时间(出院标准为腰腿痛症状明显缓解,可佩戴腰围下地活动,切口愈合良好,无渗液)以及并发症情况。术前、术后 1 周、术后 3 个月、术后 1 年采用视觉模拟评分(Visual Analogue Scale,VAS)评估腰痛、腿痛程度(0 分为无痛,10 分为剧痛),并进行日本骨科协会(Japanese Orthopedic Association,JOA)评分^[2](满分 29 分,分数越低表明功能障碍越明显)。疗效评价采用术后 1 年 JOA 评分改善率^[3],即[(术后 1 年评分 - 术前评分)/(29 - 术前评分)] × 100%,JOA 评分改善率为 100% 为治愈,60% ~ 99% 为显效,25% ~ 59% 为有效,<25% 为无效。行腰椎 MRI 等影像学检查评估术前术后影像学改变。

1.4 统计学分析

使用 SPSS23.0 进行统计学分析。计量资料以

$\bar{x} \pm s$ 表示,2 组比较采用独立样本 *t* 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验,2 组术前、术后不同时间点 VAS 评分和 ODI 的比较采用重复测量资料的方差分析,术后 1 年疗效比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

66 例均顺利完成手术,椎间孔镜组较开放组手术时间短,出血少,术后住院时间短,见表 2。椎间孔镜组 1 例术后一过性踝背伸无力,给予营养神经等药物治疗,术后 1 个月恢复正常。开放组 2 例术中脑脊液漏,及时修补,术后 1 周引流量 <50 ml/d 拔除引流管,加压包扎,未见脑脊液渗出;1 例术后 2 天谵妄,拔除镇痛泵,口服喹硫平等药物治疗,出院前恢复正常。

2 组术后均定期随访,随访时间 12 ~ 50 个月,(30.5 ± 9.9)月。椎间孔镜组术后 1 年疗效评价优于开放组,见表 2。2 组术后腰腿痛 VAS 评分均明显下降,JOA 评分明显提高,且椎间孔镜组优于开放组,见表 3。术后复查腰椎动力位 X 线片及腰椎 MRI,椎间孔镜组未出现腰椎不稳定及滑脱,典型病例手术前后 MRI 见图 2;开放组内固定未出现松动、断裂现象,cage 位置正常,无明显偏移及下沉,均实现骨性融合。

表 2 2 组手术指标比较

组别	手术时间 (min)	术中出血 (ml)	术后住院时间 (d)	术后 1 年疗效			
				治愈	显效	有效	无效
椎间孔镜(<i>n</i> = 30)	65.8 ± 6.4	29.4 ± 9.1	5.9 ± 1.6	1	26	3	0
开放(<i>n</i> = 36)	126.1 ± 7.6	294.4 ± 31.1	11.2 ± 2.4	0	19	17	0
<i>t</i> (<i>Z</i>) 值	<i>t</i> = -34.463	<i>t</i> = -48.633	<i>t</i> = -10.511	<i>Z</i> = -3.349			
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.001			

表 3 2 组手术前后 VAS、JOA 比较

项目	组别	术前	术后 1 周	术后 3 个月	术后 1 年
腰痛 VAS	椎间孔镜(<i>n</i> = 30)	7.0 ± 1.1	3.2 ± 0.8	2.4 ± 0.8	1.6 ± 0.8
	开放(<i>n</i> = 36)	7.1 ± 0.9	4.2 ± 1.2	3.1 ± 0.6	2.0 ± 0.6
	统计值	组间: <i>F</i> = 9.458, <i>P</i> = 0.003;时间: <i>F</i> = 812.863, <i>P</i> = 0.000;时间 * 组间: <i>F</i> = 9.378, <i>P</i> = 0.000			
腿痛 VAS	椎间孔镜(<i>n</i> = 30)	7.6 ± 1.0	3.5 ± 0.8	2.6 ± 0.8	1.7 ± 0.7
	开放(<i>n</i> = 36)	7.7 ± 1.2	4.6 ± 0.8	3.5 ± 0.9	2.6 ± 0.8
	统计值	组间: <i>F</i> = 13.411, <i>P</i> = 0.001;时间: <i>F</i> = 2128.272, <i>P</i> = 0.000;时间 * 组间: <i>F</i> = 9.842, <i>P</i> = 0.000			
JOA	椎间孔镜(<i>n</i> = 30)	6.5 ± 2.3	17.0 ± 1.9	20.6 ± 2.6	24.7 ± 1.8
	开放(<i>n</i> = 36)	6.6 ± 2.3	13.1 ± 3.2	17.4 ± 2.7	20.0 ± 2.4
	统计值	组间: <i>F</i> = 61.149, <i>P</i> = 0.000;时间: <i>F</i> = 599.829, <i>P</i> = 0.000;时间 * 组间: <i>F</i> = 14.282, <i>P</i> = 0.000			

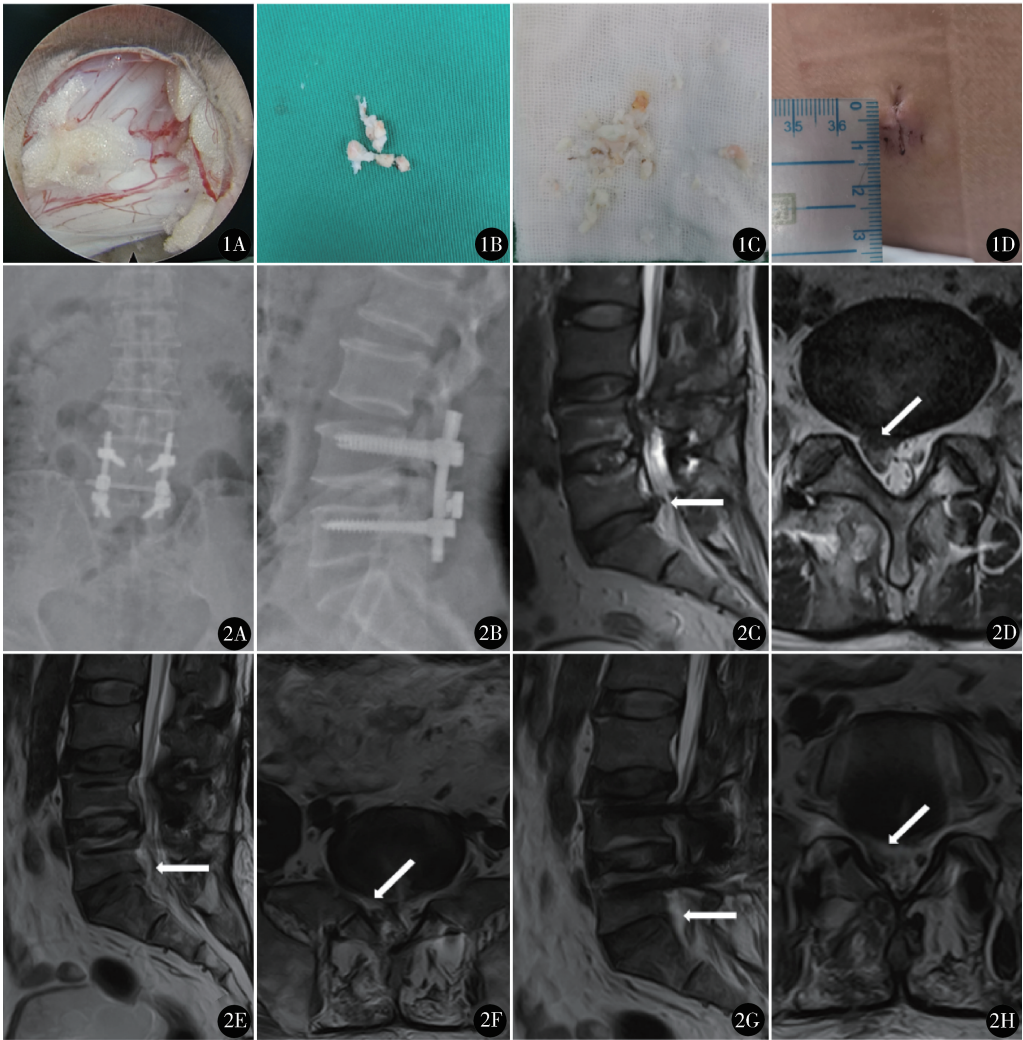


图1 椎间孔镜手术:A:硬膜及神经根减压充分,搏动良好;B:环锯磨除的部分关节突关节;C:摘除的髓核组织;D:术后切口 图2 患者男,62岁,L_{4/5}椎间盘切除植骨融合内固定术后6年,右下肢疼痛半月余。术前腰椎正侧位X线(A、B)示L_{4/5}内固定在位,L₅椎体未见滑脱;腰椎MRI(C、D)示L₅/S₁椎间盘向右后方突出,硬膜、神经根受压。在局麻下行椎间孔镜L₅/S₁椎间盘摘除术,术后1周复查腰椎MRI(E、F),显示髓核摘除后硬膜及神经压迫解除。术后1年复查腰椎MRI(G、H),显示L₅/S₁椎间盘无突出

3 讨论

ASD 是腰椎融合术后常见的远期并发症,一般定义为一次成功的腰椎融合手术后,邻近节段加速退变并出现对应节段神经症状,发生率在 1.8% ~ 31.9%^[4~6]。高龄、多节段融合、额外的椎板减压可能加速 ASD 的发展^[7,8]。多数采用传统开放手术治疗,技术比较成熟,视野清晰,且减压效果较好;但手术时间长,出血多,广泛的组织剥离可能导致术后持续性腰痛^[9]。Miwa 等^[10]对 18 例 ASD 行开放手术延长内固定,短期优良率为 94% (17/18),但长期随访只有 56% (10/18)。Dekutoski 等^[11]的研究表明

延长内固定手术可能会促进 ASD 复发。

由于相邻节段椎间盘突出的患者通常年龄较大且心肺功能欠佳,常合并糖尿病、骨质疏松等内科疾病,手术耐受性差,并发症发生率较高,缓解临床症状并改善生活质量是治疗的关键^[12]。椎间孔镜技术已广泛用于脊柱退行性疾病,相较于开放手术,具有创伤小、手术时间短、术后恢复快等优势,更重要的是,在局麻下进行且尽可能地保留腰椎运动功能,老年患者更容易接受。每种脊柱微创手术都有其优势,也存在缺点^[13]。椎间孔镜技术存在学习曲线较长^[14],缺乏立体感,操作空间及可达到的病变靶点有限等局限性,对术者技术熟练度要求较高。因此,

我们认为椎间孔镜治疗相邻节段椎间盘突出症的适应证为:①以单侧下肢疼痛等根性症状为主要临床表现;②责任节段无明确临床不稳定、滑脱征象;③责任节段无严重椎管狭窄。

本研究 2 组均符合以上标准,由患者选择手术方式,结果显示 2 组术后腰、腿痛 VAS 评分均较术前明显降低,JOA 评分均较术前明显升高,表明 2 种手术方式均可缓解相邻节段椎间盘突出患者腰腿疼痛症状,改善生活质量。然而本研究中,明显根性症状伴腰痛的患者开放手术后可能腰痛缓解缓慢,甚至加重;个别年龄较大、内科疾病较多的患者开放手术后生活质量未得到有效改善。相较于开放手术,椎间孔镜组术后各时间点腰、腿痛 VAS 降低更多,JOA 评分升高更显著,这可能因为椎间孔镜技术全程在内镜下操作,在解决突出髓核压迫的同时,尽可能保护脊柱正常解剖结构,减少术后腰痛的可能,有利于术后早期功能恢复。本研究结果显示,椎间孔镜组手术时间、术中出血、术后住院时间均少于开放组,与 Sun 等^[15]研究结果一致。由于存在前次手术瘢痕,开放手术在切除椎板及进行神经减压时难度高,出血多,手术时间相对更长;而椎间孔镜手术入路不受前次手术瘢痕影响,降低手术难度,且利用灌洗液静水压可有效减少术中出血。不仅如此,椎间孔镜术后第 1 天就可以佩戴腰围下地活动,可以更早地锻炼腰背肌,利于快速康复。

本研究开放组 2 例术中硬膜与瘢痕组织粘连较重,松解时硬膜撕裂,虽然及时修补,但仍存在少量渗漏,术后无法及时拔除引流管,导致卧床时间久,不能及时下地活动,增加术后护理成本和发生感染、血栓等术后并发症的风险。1 例开放术后出现谵妄状态,考虑麻醉药物导致,虽及时给予药物干预后逐渐恢复正常,但增加术后护理难度及家属的心理负担。相比之下,椎间孔镜手术在局麻下进行,在与患者交流的同时保障操作过程中神经不受损伤;同时降低麻醉费用,减少麻醉并发症。硬膜撕裂、神经根损伤是椎间孔镜技术严重的并发症^[16]。本研究椎间孔镜组 1 例术后踝背伸无力,经营养神经、脱水等治疗 1 个月后好转。因此,椎间孔镜术中需仔细辨别神经根及周围组织,避免粗暴操作误伤神经。术中一旦发生硬膜撕裂,在水压作用下容易出现严重的颈项痛,需及时终止手术。

准确定位是椎间孔镜手术成功的前提,还可以显著缩短手术时间^[17]。 L_5/S_1 穿刺点高度在髂嵴最高点连线上约 1 cm, $L_{4/5}$ 在连线上约 2 cm; L_5/S_1 穿刺点距中线 12 ~ 14 cm,每上升一个节段,距离相对缩短约 2 cm;外展角度一般为 20° ~ 40°,头倾 30° ~ 50°,不同体型、节段患者需要适量增减^[18]。在去除硬脊膜及神经根表面增厚的黄韧带时,使用斜口通道紧贴黄韧带较为薄弱的关节突内缘,利用斜口通道的剥离作用逐渐旋转加压,沿黄韧带纤维间隙进入直至看见椎管内脂肪即可。

既往报道椎间孔镜手术后 1 年内的复发率为 3.92%^[19],与传统开放手术类似^[20]。由于初次手术内固定融合制动会使邻近节段椎间盘和关节突关节压力增高,生物力学的改变容易导致邻近节段椎间盘突出,因此椎间孔镜技术治疗相邻节段椎间盘突出是否会导致更高的复发率值得商榷。为达到满意疗效及避免复发,我们认为术中需注意以下几点:①术中应将突出游离于椎管及椎间盘内退变的髓核组织一并取出,但不要刻意摘除椎间盘内“新鲜黏腻”的髓核。②上关节突磨除程度不应超过 1/2,最好不要超过 1/4。③神经根背侧减压完成后,旋转斜口通道将神经根推至一侧显露侧隐窝腹侧进行探查减压,彻底松解行走根。④由于椎间盘血供差,术后恢复慢,术中摘除髓核后应小心仔细进行纤维环皱缩成形。⑤把握好手术结束指征,把硬膜囊和神经根随心脏搏动良好作为手术结束指征^[21]。本研究随访期间 2 组患者均未出现复发,可能与纳入研究的患者人数较少、随访时间较短有关,我们会继续跟踪随访以明确该术式复发情况。

本研究的局限性在于只随访 1 年,缺乏长期随访结果说明椎间孔镜技术治疗相邻节段椎间盘突出症的远期临床疗效和复发率;且为回顾性研究,证据质量较低;未统计适合做椎间孔镜患者占邻椎病患者的比例。此外,椎间孔镜技术无法处理邻近节段滑脱或严重的椎管狭窄,对于这类 ASD 患者仍需传统开放手术。

综上,对于相邻节段椎间盘突出症,在严格掌控适应证前提下,经皮椎间孔镜技术是一种可供选择的手术方式,与开放手术相比,手术时间短,出血少,住院时间短,恢复快。

参考文献

- 1 Hilibrand AS, Robbins M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? *Spine J*, 2004, 4(Suppl 6): S190 – S194.
- 2 Toyone T, Takahashi K, Kitahara H, et al. Visualisation of symptomatic nerve roots. Prospective study of contrast-enhanced MRI in patients with lumbar disc herniation. *J Bone Joint Surg Br*, 1993, 75(4): 529 – 533.
- 3 冯皓宇, 马 迅, 何李明, 等. 后路椎间植骨融合与椎弓根钉内固定修复复发性腰椎间盘突出症: 6 个月随访. *中国组织工程研究*, 2015, 19(9): 1371 – 1376.
- 4 Zhang C, Berven SH, 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. *Clin Spine Surg*, 2016, 29(1): 21 – 29.
- 5 Ren C, Song Y, Liu L, et al. Adjacent segment degeneration and disease after lumbar fusion compared with motion-preserving procedures: a meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014, 24(Suppl 1): S245 – S253.
- 6 Xia XP, Chen HL, Cheng HB. Prevalence of adjacent segment degeneration after spine surgery: a systematic review and meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(7): 597 – 608.
- 7 Lee JC, Kim Y, Soh J, et al. Risk factors of adjacent segment disease requiring surgery after lumbar spinal fusion: comparison of posterior lumbar interbody fusion and posterolateral fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(5): E339 – E345.
- 8 Sears WR, Sergides IG, Kazemi N, et al. Incidence and prevalence of surgery at segments adjacent to a previous posterior lumbar arthrodesis. *Spine J*, 2011, 11(1): 11 – 20.
- 9 Basques BA, Ibe I, Samuel AM, et al. Predicting postoperative morbidity and readmission for revision posterior lumbar fusion. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(6): E770 – E775.
- 10 Miwa T, Sakaura H, Yamashita T, et al. Surgical outcomes of additional posterior lumbar interbody fusion for adjacent segment disease after single-level posterior lumbar interbody fusion. *Eur Spine J*, 2013, 22(12): 2864 – 2868.
- 11 Dekutoski MB, Schendel MJ, Ogilvie JW, et al. Comparison of in vivo and in vitro adjacent segment motion after lumbar fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1994, 19(15): 1745 – 1751.
- 12 李新锋, 王 琨, 靳林煜. 脊柱内镜减压治疗高龄腰椎退变性脊柱侧凸合并神经根管狭窄. *中国微创外科杂志*, 2020, 20(2): 151 – 155.
- 13 周 跃. 正确认识经皮椎间孔镜技术. *中国骨与关节杂志*, 2013, 2(4): 181 – 184.
- 14 刘丰平, 赵红卫, 陈海丹, 等. TESSYS 椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症的学习曲线及经验. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(3): 235 – 241.
- 15 Sun Y, Zhang W, Qie S, et al. Comprehensive comparing percutaneous endoscopic lumbar discectomy with posterior lumbar internal fixation for treatment of adjacent segment lumbar disc prolapse with stable retrolisthesis: a retrospective case-control study. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(29): e7471.
- 16 Teli M, Lovi A, Brayda-Bruno M, et al. Higher risk of dural tears and recurrent herniation with lumbar micro-endoscopic discectomy. *Eur Spine J*, 2010, 19(3): 443 – 450.
- 17 白一冰, 徐 岭, 赵文亮, 等. 经皮腰椎间孔镜手术的穿刺定位策略. *中国微创外科杂志*, 2012, 12(6): 540 – 543.
- 18 王建顺, 张 军, 张国华, 等. 个体化靶向穿刺技术在椎间孔镜手术中的应用体会. *颈腰痛杂志*, 2016, 37(2): 121 – 124.
- 19 Hoogland T, Schubert M, Miklitz B, et al. Transforaminal posterolateral endoscopic discectomy with or without the combination of a low-dose chymopapain: a prospective randomized study in 280 consecutive cases. *Spine (Philadelphia Pa 1976)*, 2006, 31(24): E890 – E897.
- 20 Lee DY, Lee SH. Learning curve for percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2008, 48(9): 383 – 388.
- 21 Ahn Y. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: technical tips to prevent complications. *Expert Rev Med Devic*, 2012, 9(4): 361 – 366.

(收稿日期: 2021 – 06 – 04)

(修回日期: 2021 – 12 – 08)

(责任编辑: 王惠群)