

## •临床研究 Clinical research•

经皮骨水泥椎间融合术与骨水泥椎间盘成形术治疗老年  
腰椎间盘突出症的疗效比较

田庆华, 王 涛, 何 煜, 宋红梅, 易 飞, 吴春根, 程永德

**【摘要】 目的** 探讨经皮骨水泥椎间融合术(PCIF)治疗老年腰椎间盘突出症的初步临床价值,并与经皮骨水泥椎间盘成形术(PCD)作比较。**方法** 回顾性分析 2013 年 1 月至 2019 年 11 月 37 例老年腰椎间盘突出症的患者,其中 29 例采用 PCIF 治疗(A 组),8 例采用 PCD 治疗(B 组)。A 组包括 L3~4 椎间盘节段 4 例、L4~5 椎间盘节段 20 例、L5~S1 椎间盘节段 5 例;B 组包括 L3~4 椎间盘节段 1 例、L4~5 椎间盘节段 6 例、L5~S1 椎间盘节段 1 例。通过比较患者术前及术后 Macnab 标准、视觉模拟评分(VAS)和 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分的变化来评价疼痛、日常运动功能状况的改善情况。**结果** 上述 37 例患者均获得手术成功。两组患者术后 VAS、ODI 评分变化均较术前有明显改善( $P<0.05$ );A 组患者在术后 1、3、6 个月和 1 年 VAS 和 ODI 评分均低于 B 组( $P<0.05$ ),邻近椎体骨折发生率低于 B 组( $P<0.05$ )。**结论** PCIF 和 PCD 均为治疗老年腰椎间盘突出症微创、安全、有效的方法,但 PCIF 较 PCD 能明显降低术后邻近椎体骨折的发生率,且长期临床疗效更优。

**【关键词】** 骨水泥;椎间融合;椎间盘成形;老年;腰椎间盘突出

中图分类号:R687.3 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2021)-03-0264-06

**Percutaneous cement interbody fusion versus percutaneous cement discoplasty for painful lumbar disc herniation in elderly patients: a comparison study** TIAN Qinghua, WANG Tao, HE Yu, SONG Hongmei, YI Fei, WU Chungeng, CHENG Yongde. Department of Interventional Radiology, Sixth People's Hospital of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China

Corresponding author: WU Chungeng, E-mail: 18930177559@163.com

**【Abstract】 Objective** To preliminarily discuss the clinical value of percutaneous cement interbody fusion(PCIF) in treating painful lumbar disc herniation in elderly patients, and to compare its clinical effect with that of percutaneous cement discoplasty(PCD). **Methods** The clinical data of 37 elderly patients with painful lumbar disc herniation, who were admitted to authors' hospital during the period from January 2013 to November 2019 to receive treatment, were retrospectively analyzed. Of the 37 patients, 29 received PCIF (group A) and 8 received PCD (group B). In group A, the diseased intervertebral disc segments included L3-4( $n=4$ ), L4-5( $n=20$ ) and L5-S1( $n=5$ ). In group B, the diseased intervertebral disc segments included L3-4( $n=1$ ), L4-5( $n=6$ ) and L5-S1( $n=1$ ). The preoperative and postoperative Macnab classification, visual analog scale(VAS) score and Oswestry dysfunction index(ODI) score were used to evaluate the improvement of pain and function status of daily activities. **Results** Successful interventional operation was accomplished in all the 37 patients. In both groups, the postoperative VAS score and ODI score were significantly improved when compared with the preoperative ones( $P<0.05$ ). All the postoperative one-month, 3-month, 6-month and one-year VAS scores and ODI scores as well as the incidence of adjacent vertebral fractures in group A were lower than those in group B( $P<0.05$ ). **Conclusion** For the treatment of lumbar disc herniation in elderly patients, both PCIF and PCD are minimally-invasive, safe and effective methods, but PCIF is superior to

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2021.03.010

基金项目:上海市科委自然科学基金面上项目(18ZR1429400)、上海市科委科技创新行动计划医学引导类科技支撑项目(19411971800)、上海市卫生健康委卫生行业临床专项研究项目(202040340)

作者单位:200233 上海交通大学附属第六人民医院放射介入科

通信作者:吴春根 E-mail: 18930177559@163.com

PCD in remarkably reducing the incidence of adjacent vertebral fractures and in obtaining a better long-term clinical effect. (J Intervent Radiol, 2021, 30:264-269)

**【Key words】** bone cement; interbody fusion; discolplasty; elderly patient; lumbar disc herniation

经皮腰椎间盘摘除术(percutaneous lumbar discectomy, PLD)在临床上已经广泛应用于腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)患者的治疗,尤其对于保守治疗和外科手术控制不佳的患者。已有诸多研究报道过 PLD 在合适选择的 LDH 患者中安全有效,甚至可作为一线治疗方案<sup>[1-2]</sup>。但有研究指出对于老年 LDH 患者来说,PLD 虽然减轻椎间盘内压力,但是也会导致腰椎间盘高度的进一步下降,加剧腰椎间盘退变、小关节紊乱、椎关节僵硬和腰椎失稳,从而进一步加重老年腰 LDH 患者腰腿痛症状<sup>[3-4]</sup>。为了克服这种不足,课题组采用经皮骨水泥椎间融合技术(percutaneous cement interbody fusion, PCIF)和经皮腰椎间盘骨水泥成形术(percutaneous cement discolplasty, PCD)来治疗老年 LDH,以更大程度减轻腰椎间盘压力和维持或恢复椎间盘高度。本研究回顾性分析和比较 PCIF 和 PCD 治疗老年 LDH 的临床疗效。

## 1 材料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2013 年 1 月至 2019 年 11 月,回顾性对比研究 37 例老年 LDH 患者采用 PCIF 和 PCD 治疗的疗效差异,29 例患者均采用 PCIF(A 组),8 例患者均采用 PCD 治疗(B 组),其中男 21 例、女 16 例,平均年龄为(72.0 岁±5.6)岁(61~86 岁)。A 组包括 L3-4 椎间盘节段 4 例、L4-5 椎间盘节段 20 例、L5-S1 椎间盘节段 5 例;B 组包括 L3-4 椎间盘节段 1 例、L4-5 椎间盘节段 6 例、L5-S1 椎间盘节段 1 例。入选标准:所有患者年龄均大于 60 岁;有典型的腰痛和/或下肢放射痛症状,伴或不伴下肢麻木等感觉异常,且直腿抬高试验阳性;术前磁共振和 CT 检查提示 LDH,伴有椎间盘严重退变,包括出现真空征、相邻终板增生硬化、椎间盘高度明显降低;既往无腰椎手术病史;至少保守治疗 3 个月无效,不耐受或拒绝外科手术。排除标准:严重心肺功能障碍;出血凝血功能障碍;腰椎间盘感染;腰椎间盘脱垂;腰椎滑脱;骨水泥过敏;合并椎管或椎体肿瘤。

### 1.2 治疗方法

所有的 PCIF 和 PCD 手术均由 3 名有经验的介入放射学医师在 DSA(GE 公司, Innova IGS 630,

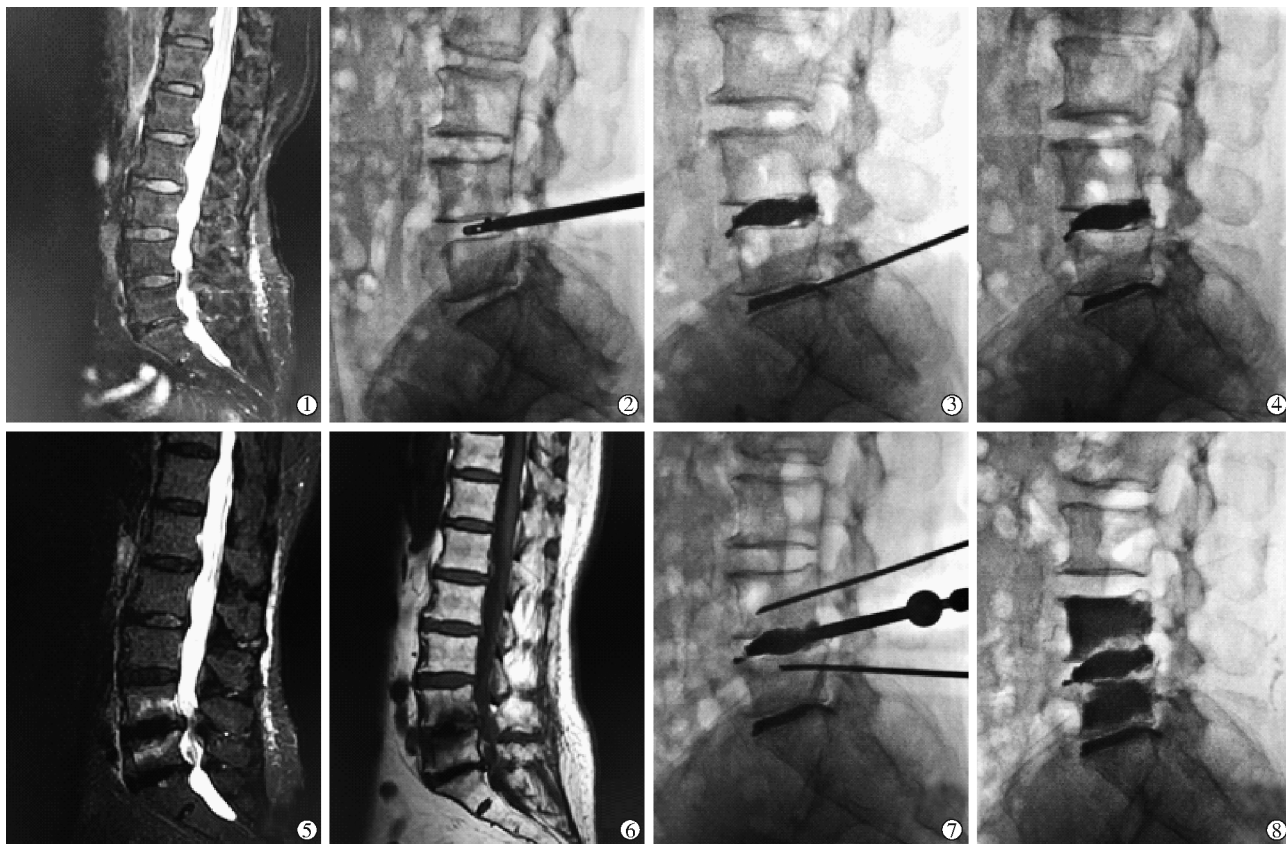
美国)引导下完成。术前签订知情同意书,术中监护患者生命体征。

所有 PCIF 和 PCD 手术均在局麻下完成,穿刺入路为侧后入路,穿刺点距离中线向患侧旁开 8~10 cm。PCD 具体手术方法为(图 1):患者取俯卧位,将 EV 针套入 Brad 鞘,正侧位透视下调整进针方向、角度,直至针尖穿刺入病变节段椎间盘髓核。然后取出 EV 针,插入长导针,缓慢取出 Brad 鞘,在导针的导引下依次由细到粗逐级插入扩张套管,最后置入工作套管。保留工作套管,取出导针和其他扩张套管,用环锯开窗,并用髓核钳反复钳取摘除髓核组织。髓核摘除后,接负压吸引器,反复抽吸残余髓核组织。然后将推送杆置入工作套管并缓慢进至病变椎间盘前缘;调和骨水泥(Heraeus 公司,德国),待黏稠后缓慢注入病变椎间盘内,边退工作套管边注射,当骨水泥到达椎间盘后缘时停止注射。而 PCIF 则是在 PCD 的基础上,联合病变椎间盘上下椎体经皮椎体成形术(PVP)术来完成 PCIF 治疗(图 2)。术后均行腰椎正侧位 X 线片、腰椎 CT 平扫或腰椎 MRI 平扫检查,以评估骨水泥分布情况及有无渗漏。

### 1.3 统计和评价

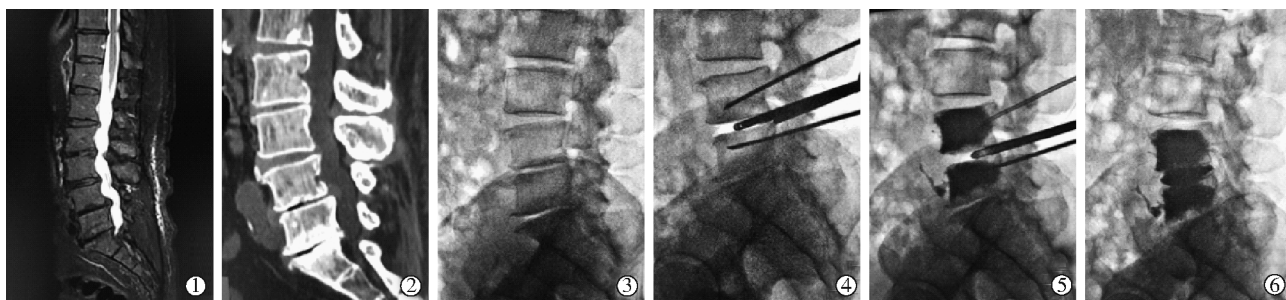
记录手术成功率、并发症发生情况;记录手术时间、术中骨水泥用量、住院时间。临床评估观察采用 Macnab 标准<sup>[5]</sup>、视觉模拟评分(VAS)<sup>[6]</sup>、Oswestry 功能障碍指数(ODI)<sup>[7]</sup>指标来评估术前术后患者疼痛改善情况和日常生活影响情况。影像学评估指标为术前和术后 24 h 骨水泥分布情况和椎间盘高度变化情况。所有患者术前、术后 24 h、术后 1 周、术后 1 个月、术后 3 个月、术后 6 个月、术后 1 年及随后每 6 个月进行临床评估随访;所有患者术前、术后 24 小时、术后 3 个月进行影像学随访。其中,骨水泥分布情况借鉴椎体骨水泥分布情况评价方法<sup>[8]</sup>,根据术后腰椎正侧位 X 线上观察骨水泥分布情况,来评定骨水泥分布的优良率。优:骨水泥在椎间盘内的填充占整个椎间盘的 70%~100%;良:骨水泥在椎间盘内的填充占整个椎间盘的 50%~70%;差:当骨水泥在椎间盘内的填充不足整个椎间盘的 50%。而椎间盘高度(DH)的测量采用 Tian<sup>[9]</sup>所描述的方法。

所有的数据分析都是用 SPSS version 16.0



患者女, 77 岁。①磁共振 T2WI 提示 L4~5、L5~S1 椎间盘突出; ②髓核钳反复摘除椎间盘过程; ③向椎间盘缓慢注入骨水泥过程; ④PCD 结束后, 实现 L4~5、L5~S1 椎间盘骨水泥成形术; ⑤⑥为磁共振 T2WI、T1WI 提示 L4、L5 椎体骨折伴骨髓水肿; ⑦⑧为针对 L4、L5 椎体行 PVP 后完成 PCIF 治疗。

图 1 患者 1 L4~5 LDH 治疗过程



患者男, 78 岁。①~③术前腰椎磁共振 T2WI 矢状位、腰椎 CT 矢状面重建和腰椎侧位 X 线片图, 提示 L4~5 椎间盘突出伴椎间隙严重狭窄; ④骨穿针穿刺入 L4、L5 椎体, 髓核钳通过工作套管反复钳取 L4~5 椎间盘组织; ⑤L4、L5 椎体注入骨水泥过程; ⑥L4~5 椎间盘缓慢注入骨水泥后, 最终实现 PCIF

图 2 患者 2 L4~5 LDH 治疗过程

(SPSS, Chicago, IL, USA) 进行处理。用平均值 $\pm$ 标准差或中位数来表示描述性数据。用数字或百分数来表示二分类及多分类数据。采用 Mann-Whitney U 检验和卡方检验来进行统计分析。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

所有患者均顺利完成手术。本组病例随访时间

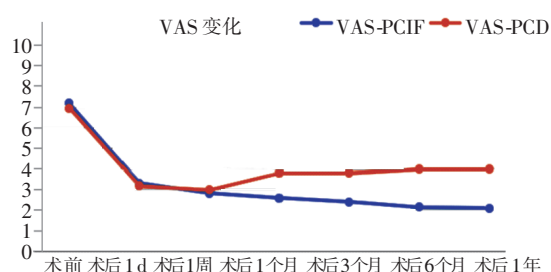
为 1~72 个月, 平均每例  $(28.4 \pm 25.3)$  个月。根据 Macnab 评定标准, A 组 19 例患者为优、6 例为良、3 例为可、1 例为差等, 总体优良率为 86.2%。B 组患者 4 例患者为优等、1 例为良、1 例为可、2 例为差, 总体优良率为 62.5%。A 组患者在术后 1、3、6 个月, 1 年 VAS 和 ODI 均低于 B 组 ( $P < 0.05$ ), 但以上指标在术后 1 周时两组比较均无明显区别 (表 1、图 3、图 4)。



表 1 两组患者随访期间 VAS、ODI 评分情况

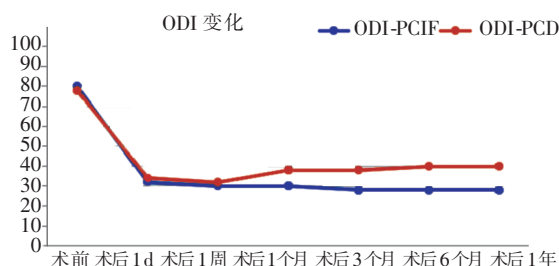
评价指标	术前		术后 1 d		术后 1 周		术后 1 个月	
	A 组(PCIF)	B 组(PCD)	A 组(PCIF)	B 组(PCD)	A 组(PCIF)	B 组(PCD)	A 组(PCIF)	B 组(PCD)
VAS	7.21±1.65	6.95±1.70	3.33±1.23	3.20±1.25	2.83±1.23	3.00±1.17	2.60±1.19*	3.80±1.87*
ODI	80.53±11.79	78.33±10.54	32.58±5.98	34.52±5.10	30.34±4.03	32.66±4.33	30.84±4.91*	38.76±4.73*
评价指标	术后 3 个月		术后 6 个月		术后 1 年			
	A 组(PCIF)	B 组(PCD)	A 组(PCIF)	B 组(PCD)	A 组(PCIF)	B 组(PCD)		
VAS	2.40±1.01*	3.80±1.87*	2.17±0.92*	4.00±1.98*	2.11±0.97*	4.00±2.01*		
ODI	38.81±4.73*	28.81±3.75*	28.81±3.75*	40.67±4.00*	28.33±4.16*	40.71±3.96*		

PCIF=经皮骨水泥椎间融合术; PCD=经皮骨水泥椎间盘成形术; VAS=视觉模拟评分; ODI=功能障碍指数; \* $P<0.05$ , 即在每个随访节点两组比较有统计学意义



两组患者术后 VAS 评分均较术前明显降低,但在术后 1 个月、3 个月、6 个月、1 年时 PCIF 组 VAS 评分低于 PCD 组 VAS 评分

图 3 两组患者 VAS 术前和术后随访过程



两组患者术后 ODI 评分均较术前明显降低,但在术后 1 个月、3 个月、6 个月、1 年时 PCIF 组 ODI 评分低于 PCD 组 ODI 评分

图 4 两组患者 ODI 术前和术后随访过程变化图

影像学评估方面,A 组患者术后骨水泥分布,等级为优者 24 例,良者 5 例,差者 0 例,骨水泥分布优良率为 100%;B 组患者术后骨水泥分布,优者 6 例,良者 2 例,差者 0 例,骨水泥分布优良率为 100%;两组患者术后椎间盘骨水泥分布情况无明显统计学差异( $P>0.05$ )。A 组术前患者椎间盘高度平均为(10.58±3.06) mm,术后椎间盘高度平均为(14.12±3.56) mm,术后较术前椎间盘高度有一定程度恢复( $P<0.05$ )。B 组术前患者椎间盘高度平均为(9.03±1.91) mm,术后椎间盘高度平均为(11.93±2.09) mm,术后较术前椎间盘高度有一定程度恢复( $P<0.05$ )。两组患者术后椎间盘高度变化无明显统计学差异( $P>0.05$ )。

A、B 两组骨水泥注射量分别为(13.0±1.13) mL(11~16 mL)和(2.62±1.51) mL(1~6 mL)( $P<0.05$ )。A 组患者 8 例发生骨水泥渗漏至椎旁软组织或血管,但无明显临床症状;1 例患者术后发生吸入性肺炎,经抗感染等对症治疗后好转。B 组患者 3 例发生骨水泥渗漏至椎旁软组织,因无明显临床症状未予特殊处理。两组患者骨水泥渗漏率无明显统计学意义( $P>0.05$ )。B 组 8 例患者中 2 例患者分别在术后 1 个月和 5 个月发生邻近椎体骨折,PVP 后疼痛症状好转(图 1);而 A 组 29 例患者术后均未发生邻近椎体骨折,故邻近椎体骨折发生率 A 组明显低于 B 组( $P<0.05$ ,Fisher 精确试验)。

### 3 讨论

腰腿痛是现代社会影响人们生活健康的年龄相关问题之一;在西方国家,约 80% 人群一生中至少经历过一次腰腿痛症状。腰椎间盘突出因其特定的解剖结构和生理作用,为腰腿痛的主要来源之一;而 LDH 作为腰椎间盘突出退变的最常见表现形式之一,在老年人最为常见,好发于 L4~5 和 L5~S1 椎间盘,可引起腰痛、下肢放射痛、马尾神经损害等神经症状<sup>[10-11]</sup>。随着预期寿命的增加,老年患者在晚年生活中仍较为积极活跃,但 LDH 严重影响着老年患者的活动能力和生活质量。

老年 LDH 治疗主要要有牵引、针灸等保守治疗和外科手术治疗。然而,保守治疗虽然使得大部分患者腰腿痛症状得到缓解,但仍有至少 20% 左右的患者因保守治疗无效而选择手术治疗,而老年患者行外科手术又面临着并发症和疗效不确定性。最近研究表明老年 LDH 接受外科手术后面临着住院时间延长、术后主要并发症风险增加、非常规出院的可能性更大的风险<sup>[12]</sup>。这迫使医务工作者寻求更好的替代方法。

经皮椎间盘髓核切除(PLD)被认为是一种有效的微创手术,可以迅速控制 LDH 患者的疼痛并改善

其活动能力,有报道指出 PLD 既可以作为初始治疗方案,也可以作为有吸引力的替代方案来治疗腰椎间盘突出<sup>[13]</sup>。PLD 的原理主要基于椎间盘摘除和抽吸带来的机械减压<sup>[14]</sup>。然而,PLD 摘除部分髓核后,会导致本身已经降低的椎间盘高度进一步降低,必然带来后方椎小关节压力的增加,并加速椎小关节和椎间盘的退变<sup>[15-16]</sup>。近年来,国外两项纵向长时间的流行病学调查研究也证实了这一点。Akeda 等<sup>[17]</sup>和 Jarraya 等<sup>[18]</sup>分别对中老年人群进行长时间跨度的流行病学调查,发现椎间盘高度丢失的人群中绝大部分伴有椎小关节炎症和下腰痛,且二者在 60~69 岁和 70~89 岁的老年患者中发病率分别增加了 2 倍和 4 倍。国内也有学者对老年人椎间盘高度与慢性腰痛的相关性进行了分析<sup>[19]</sup>,指出 60~69 岁老年人椎间盘高度与慢性腰痛导致的功能障碍极为相关。此外,有研究表明,L4~5 椎间盘高度的显著增加与轴性背部和根性腿部疼痛的显著临床改善有关<sup>[20]</sup>。因此,除了摘除髓核以减轻对神经的压力以外,寻求椎间盘内高度恢复或增高的新途径来进一步提高老年 LDH 患者的临床疗效是可行的。

本研究中 PCIF 和 PCD 均向椎间盘内注入骨水泥,通过骨水泥塑形来增加椎间盘高度,结果证明行之有效。然而,老年 PCD 后可能会带来腰椎活动度的降低,但与之也带来腰椎刚度和稳定性的提高,这是行骨水泥融合术的一个理论基础。PCIF 这种治疗方式包括髓核摘除、骨水泥盘内成形和邻近椎体成形 3 个同等重要的手术步骤,而骨水泥的有效分布也有赖于 PLD 扇形髓核摘除的程度。PLD 工作套管可从单侧或双侧后外侧入路通过安全三角区经逐级交换扩张进入病变椎间盘内,并用环锯开窗,然后通过髓核钳扇形范围内尽量多地摘除髓核,最后调和骨水泥,待黏稠后通过推送杆经工作套管缓慢注入髓核摘除后形成的空腔完成盘内骨水泥成形。PCIF 技术的基本原理为神经减压、稳定加固和抗炎作用。首先,PLD 可以直接摘除突出和未突出的髓核,减轻了髓核对神经的压力;其次,PCIF 增加了椎间盘高度,恢复了病变节段椎间孔的正常解剖形态、增大腰椎管的容积,以进一步减轻对神经根的压迫;再次,骨水泥的发热效应可减轻周围炎症、灭活周围神经末梢。以上 3 个原理相互协同,使得此类患者腰腿痛症状得到改善。本研究中,所有患者的治疗均符合这一原则,且大部分患者术后临床疼痛症状得到改善、生活质量得到提高。

Varga 等<sup>[21]</sup>在 2015 年命名并报道到了 PCD 治疗顽固性机械性下腰痛和椎间盘真空现象患者的有效性和安全性,并指出 PCD 需要严格把握患者的适应证和禁忌证,对于合并有严重骨质疏松、严重畸形、肥胖、感染和肿瘤等患者需慎重考虑。本研究 B 组 2 例经 PCD 治疗的患者发生了邻近椎体骨折,不得不采取 PVP 治疗来缓解临床疼痛症状。同时, A 组患者在术后 1、3、6 和 12 月时的 VAS 和 ODI 明显低于 B 组,提示 A 组患者效果更优,这说明 PCD 治疗老年腰椎间盘突出症是有一定局限性的。因为老年患者大多伴随着骨质疏松,而 PCD 术椎间盘内的骨水泥对邻近椎体上下终板的机械刺激必然带来腰椎生物力学的改变,也增加了继发终板炎和骨折的风险。而 PCIF 则是一种更深度的骨水泥融合方式,它将 PLD、PCD、PVP 联合在一起,对整个病变腰椎节段提供了更强的稳定性,且减轻了神经根的压力、降低了邻近椎体继发骨折的风险。课题组曾报道过 PLD 联合椎间盘骨水泥成形术治疗伴或不伴终板炎的老年 LDH 取得了显著疗效<sup>[22-23]</sup>,也报道过经皮骨水泥融合术治疗脊柱转移瘤和强直性脊柱炎应力骨折取得了可喜临床效果<sup>[24-25]</sup>;本研究结果表明 PCIF 较 PCD 能显著降低邻近椎体骨折的发生率。因此,对于老年患者来说,PCIF 较 PCD 的拥有更广阔的临床应用前景。

本研究存在以下不足之处,首先本研究的样本量相对较少,其次本研究中 PCIF 和 PCD 均未与成熟的治疗技术进行对照,再次本部分研究采取了骨水泥盘内成形术,骨水泥作为椎间盘成形性材料的报道较少,虽然本部分研究中大部分患者取得了令人振奋的临床疗效,但这仍不可避免地会引发学术争议;但这毕竟只是一个初步的探索尝试,这也为后续相关研究提供了初步临床经验。

总之,本研究结果表明 PCIF 和 PCD 治疗老年腰椎间盘突出都是安全、有效的手术方式,但 PCIF 较 PCD 能显著降低邻近椎体骨折的发生率,且长期临床效果更优;但是尚需大样本、长时间随访研究。

#### [参考文献]

- [1] Manchikanti L, Singh V, Falco FJ, et al. An updated review of automated percutaneous mechanical lumbar discectomy for the contained herniated lumbar disc[J]. Pain Physician, 2013, 16: SE151-SE184.
- [2] Kelekis A, Filippidis DK. Percutaneous treatment of cervical and lumbar herniated disc[J]. Eur J Radiol, 2015, 84: 771-776.

- [3] Muraki S, Akune T, Oka H, et al. Incidence and risk factors for radiographic lumbar spondylosis and lower back pain in Japanese men and women: the ROAD study[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2012, 20: 712-718.
- [4] Paholpak P, Wang Z, Sakakibara T, et al. An increase in height of spinous process is associated with decreased heights of intervertebral disc and vertebral body in the degenerative process of lumbar spine[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22: 2030-2034.
- [5] Macnab I. Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1971, 53: 891-903.
- [6] Zanolli G, Stromqvist B, Jonsson B. Visual analog scales for interpretation of back and leg pain intensity in patients operated for degenerative lumbar spine disorders[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2001, 26: 2375-2380.
- [7] Fairbank J, Pynsent P. The Oswestry disability index[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2000, 25: 2940-2952.
- [8] 何仕诚, 滕皋军, 邓 钢, 等. 椎体成形术治疗合并囊腔样变的骨质疏松性椎体压缩骨折[J]. *介入放射学杂志*, 2005, 14: 256-260.
- [9] Tian H, Wu A, Guo M, et al. Adequate restoration of disc height and segmental lordosis by lumbar interbody fusion decreases adjacent segment degeneration[J]. *World Neurosurg*, 2018, 118: e856-e864.
- [10] Hirsch JA, Singh V, Falco FJ, et al. Automated percutaneous lumbar discectomy for the contained herniated lumbar disc: a systematic assessment of evidence[J]. *Pain Physician*, 2009, 12: 601-620.
- [11] Ohtori S, Yamashita M, Yamauchi K, et al. Low back pain after lumbar discectomy in patients showing endplate modic type I change[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2010, 35: E596-E600.
- [12] Horowitz JA, Jain A, Puvanesarajah V, et al. Risk factors, additional length of stay, and cost associated with postoperative ileus following anterior lumbar interbody fusion in elderly patients[J]. *World Neurosurg*, 2018, 115: e185-e189.
- [13] Mariconda M, Galasso O, Attingenti P, et al. Frequency and clinical meaning of long-term degenerative changes after lumbar discectomy visualized on imaging tests[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19: 136-143.
- [14] Liu WG, Wu XT, Guo JH, et al. Long-term outcomes of patients with lumbar disc herniation treated with percutaneous discectomy: comparative study with microendoscopic discectomy[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2010, 33: 780-786.
- [15] Chen IR, Wei TS. Disc height and lumbar index as independent predictors of degenerative spondylolisthesis in middle-aged women with low back pain[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2009, 34: 1402-1409.
- [16] Hangai M, Kaneoka K, Kuno S, et al. Factors associated with lumbar intervertebral disc degeneration in the elderly[J]. *Spine J*, 2008, 8: 732-740.
- [17] Akeda K, Yamada T, Inoue N, et al. Risk factors for lumbar intervertebral disc height narrowing: a population-based longitudinal study in the elderly[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2015, 16: 344.
- [18] Jarraya M, Guermazi A, Loebergs AL, et al. A longitudinal study of disc height narrowing and facet joint osteoarthritis at the thoracic and lumbar spine, evaluated by computed tomography: the Framingham Study[J]. *Spine J*, 2018, 18: 2065-2073.
- [19] 王晓东, 马 丽, 王德洪, 等. 60-69 岁老年人腰椎椎间隙高度与慢性腰痛的相关性研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2013, 32: 540-544.
- [20] Lidar Z, Behrbalk E, Regev GJ, et al. Intervertebral disc height changes after weight reduction in morbidly obese patients and its effect on quality of life and radicular and low back pain[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2012, 37: 1947-1952.
- [21] Varga PP, Jakab G, Bors IB, et al. Experiences with PMMA cement as a stand-alone intervertebral spacer. Percutaneous cement discoplasty in the case of vacuum phenomenon within lumbar intervertebral discs[J]. *Orthopade*, 2015, 44: 124-131.
- [22] Tian QH, Lu YY, Sun XQ, et al. Feasibility of percutaneous lumbar discectomy combined with percutaneous cementoplasty for symptomatic lumbar disc herniation with modic type I endplate changes[J]. *Pain Physician*, 2017, 20: E481-E488.
- [23] Tian QH, Liu ZJ, Liu HF, et al. Safety and efficacy of percutaneous lumbar discectomy and percutaneous cementoplasty for painful lumbar disk herniation in patients greater 60 years old[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2019, 30: 894-899.
- [24] 刘鹤飞, 田庆华, 易 飞, 等. 经皮骨水泥椎间融合术在椎体转移瘤中的应用[J]. *介入放射学杂志*, 2019, 28: 459-464.
- [25] 田庆华, 卢莹莹, 宋红梅, 等. 经皮骨水泥融合术治疗强直性脊柱炎伴假关节形成的邻近椎体应力骨折 4 例[J]. *介入放射学杂志*, 2017, 26: 551-554.

(收稿日期: 2019-12-01)

(本文编辑: 俞瑞纲)