

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.04.017
文章编号: 1005-8982 (2023) 04-0088-06

临床研究·论著

椎间孔镜可视环锯治疗L₅~S₁腰椎间盘突出症的有效性和安全性*

柴大起¹, 邹明¹, 吴建明¹, 路磊²

(亳州市人民医院 1. 脊柱外科, 2. 创伤骨科, 安徽 亳州 236804)

摘要: **目的** 分析椎间孔镜可视环锯治疗L₅~S₁腰椎间盘突出症(LDH)的有效性和安全性。**方法** 选取2020年1月—2021年12月亳州市人民医院收治的80例L₅~S₁节段LDH患者, 随机分为研究组、对照组, 每组40例。患者均行经皮椎间孔镜术, 研究组使用可视环锯, 对照组使用骨钻, 术后随访6个月。对比两组患者手术情况、疼痛及腰椎功能情况, 比较两组患者手术效果、手术节段影像学指标及术后并发症情况。**结果** 研究组通道建立时间、手术时间短于对照组, 透视次数少于对照组, 上关节突骨去除量多于对照组($P < 0.05$)。两组患者镜下操作时间、术中出血量比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组患者术前、术后7 d、术后1个月、术后3个月的VAS评分比较, 经重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点VAS评分有差异($P < 0.05$), 术后均低于术前($P < 0.05$); ②两组患者VAS评分无差异($P < 0.05$); ③两组患者VAS评分变化趋势无差异($P > 0.05$)。两组患者术前、术后3个月、术后6个月的JOA评分、ODI比较, 经重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点JOA评分、ODI有差异($P < 0.05$), 术后JOA评分均高于术前($P < 0.05$), ODI均低于术前($P < 0.05$); ②两组患者JOA评分、ODI无差异($P > 0.05$); ③两组患者JOA评分、ODI变化趋势无差异($P < 0.05$)。两组患者疗效比较, 差异无统计学意义($P < 0.05$)。两组患者术前、术后3个月、术后6个月的手术节段水平位移、角位移比较, 经重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点间的手术节段水平位移、角位移无差异($P > 0.05$); ②两组患者手术节段水平位移、角位移无差异($P > 0.05$); ③两组手术节段水平位移、角位移变化趋势无差异($P > 0.05$)。两组总并发症发生率比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 经皮椎间孔镜可视环锯治疗L₅~S₁ LDH是安全、有效的, 具有通道建立时间及手术时间短、透视次数少的优点。

关键词: 腰椎间盘突出症; 经皮椎间孔镜间盘切除术; 可视环锯; 效果

中图分类号: R681.53

文献标识码: A

Efficacy and safety of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with trepan in the treatment of L₅-S₁ disc herniation*

Chai Da-qi¹, Zou Ming¹, Wu Jian-ming¹, Lu Lei²

(1. Department of Spine Surgery, 2. Department of Orthopaedic Trauma, Bozhou People's Hospital, Bozhou, Anhui 236804, China)

Abstract: **Objective** To analyze the efficacy and safety of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with trepan in the treatment of L5-S1 disc herniation. **Methods** The 80 patients with L5-S1 disc herniation admitted to Bozhou People's Hospital from January 2020 to December 2021 were selected, and they were divided into study group and control group by the random number table method, with 40 cases in each group. Both groups were treated with percutaneous transforaminal endoscopic discectomy. The study group was treated with trepans, while the control group was treated with bone drills. All the patients were followed up for 6 months after the

收稿日期: 2022-08-30

* 基金项目: 安徽省重点研究与开发计划项目(No:202104j07020053)

[通信作者] 路磊, E-mail: 13856727212@163.com; Tel: 13856727212

surgery. The operation-associated conditions, pain and lumbar dysfunction, as well as the surgical outcome, imaging findings of the affected segments and postoperative complications were compared between the two groups. **Results** Compared with the control group, the duration of approach establishment and that of operation were shorter, the time of fluoroscopy was fewer, and the amount of bone removal of the superior articular process was higher in the study group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the duration of endoscopic operation and intraoperative blood loss between the two groups ($P > 0.05$). The Visual Analogue Scale (VAS) scores before and 7 days, 1 month and 3 months after the operation in the two groups were compared via repeated measures analysis of variance, and the results exhibited that the VAS scores were different among the time points, and those after the operation were all lower than those before the operation ($P < 0.05$). There was no difference in VAS scores or the change trends of VAS scores between the two groups ($P > 0.05$). The Japanese Orthopaedic Association (JOA) scores and Oswestry Disability Index (ODI) scores before and 1 month, 3 months and 6 months after the operation were compared via repeated measures analysis of variance. The JOA and ODI scores were demonstrated to be different among the time points, where JOA scores after the operation were all higher than those before the operation while ODI scores after the operation were all lower than those before the operation ($P < 0.05$). There was no difference in the JOA and ODI scores and the change trends thereof between the two groups ($P > 0.05$). The overall good and excellent therapeutic efficacy rates were not different between the two groups ($P > 0.05$). The horizontal dislocation and angular dislocation before and 1 month, 3 months and 6 months after the operation were also compared via repeated measures analysis of variance, the results revealed that the horizontal dislocation and angular dislocation were not different among the time points and between the two groups ($P > 0.05$), and that the change trends of the horizontal dislocation and angular dislocation were not different between the two groups ($P > 0.05$). There was no difference in the overall incidence of complications between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusions** Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with trepan is safe and effective for the treatment of L₅-S₁ disc herniation, and has the advantages of shorter durations of approach establishment and operation and fewer times of fluoroscopy.

Keywords: lumbar disc herniation; percutaneous transforaminal endoscopic discectomy; trepan; effect

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)是骨科常见疾病,发病率约占门诊腰腿疼痛患者的15%^[1],L₅~S₁是临床常见病变节段^[2]。LDH患者腰椎功能障碍,伴有腰痛、下肢放射痛等症状,迁延难愈,对保守治疗无效者,手术治疗是控制病情发展的主要方法^[3]。经皮椎间孔镜手术是临床针对L₅~S₁节段LDH常用的微创治疗方法,通过摘除患者突出髓核,减压神经根等措施改善腰椎功能,减轻腰痛等症状。但部分L₅~S₁节段LDH患者伴有上关节突增生肥大的骨性结构^[4],成为阻碍椎间孔入路手术镜下工作通道建立的重要因素。环锯与骨钻是经皮椎间孔镜术中常用方式,透视下使用骨钻逐级成形关节突、扩大椎间孔,步骤繁琐、效率不高,损伤神经、硬膜囊风险较大,且临床医师学习曲线较长^[5]。椎间孔镜下可视环锯不需要靶向穿刺,在内镜直视下即可对关节突成形^[6]。目前国内外研究指出,可视环锯辅助经皮椎间孔镜治疗LDH可获得与传统椎间孔镜相似疗效,且操作更便捷^[7-8]。但关于椎间孔镜可视环锯治疗L₅~S₁节段LDH的有效性和安全性报道较少,本研究通过对比椎间孔镜可视

环锯与骨钻治疗L₅~S₁节段LDH的效果,为临床制订更适宜L₅~S₁节段LDH的微创方案提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

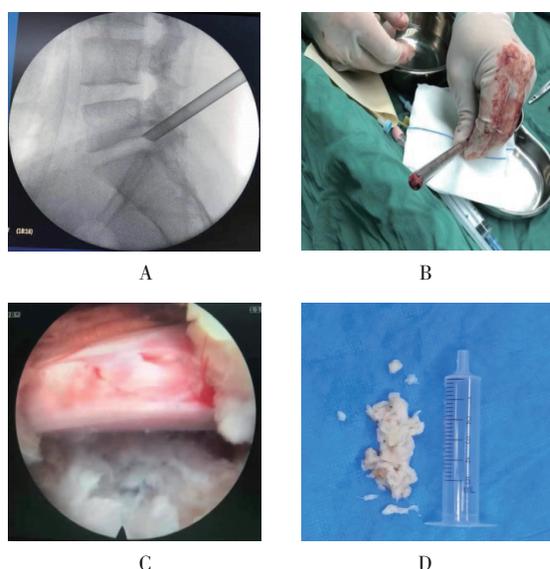
选取2020年1月—2021年12月亳州市人民医院收治的80例L₅~S₁节段LDH患者,随机分为研究组、对照组,每组40例。纳入标准:①符合《腰椎间盘突出症诊疗指南》^[9]中LDH诊断标准;②单侧、单节段突出;③保守治疗无效;④初次行经皮椎间孔镜手术治疗;⑤年龄>18岁。排除标准:①合并严重基础疾病;②合并血液系统疾病、重要脏器功能障碍;③腰椎不稳、腰椎退变性畸形、椎间盘炎及其他腰椎疾病;④中央型椎管狭窄;⑤合并严重骨质疏松、代谢性骨病;⑥病变节段有手术治疗史、脊柱治疗史;⑦责任节段不明确;⑧不能耐受手术;⑨哺乳、妊娠及自然失访。两组患者临床资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)(见表1)。本研究经过医院医学伦理委员会批准,患者或其家属对研究知情同意。

表1 两组患者临床资料比较 (n=40)

组别	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	病程/(月, $\bar{x} \pm s$)	合并下肢放射性疼痛 例	腰骶部疼痛 例	下肢无力 例
对照组	21/19	43.08 ± 10.39	12.25 ± 1.47	34	20	7
研究组	17/23	44.70 ± 11.92	11.94 ± 1.31	36	22	5
t/χ^2 值	0.802	0.650	0.996	0.457	0.201	0.392
P 值	0.370	0.397	0.322	0.499	0.654	0.531

1.2 方法

1.2.1 经皮椎间孔镜可视环锯治疗 患者使用可视环锯:穿刺针透视下穿刺至上关节突外侧,置入导丝并逐级扩张软组织,更换为成形通道(半齿半口),敲打有齿部分锚定在上关节突骨面上,后顺着成形通道进入7.5 mm环锯、内镜,内镜直视下射频暴露上关节突尖部,并使用环锯对上关节突尖部成形。见图1。



A: 透视置入工作套筒; B: 可视环锯环除部分关节突关节; C: 减压后的右侧L1神经根; D: 摘除的髓核组织。

图1 研究组患者使用可视环锯治疗

1.2.2 经皮椎间孔镜骨孔治疗 使用骨钻:穿刺针透视下穿刺至上关节突尖部后,调换导丝并逐级扩张软组织,沿导丝进入TOM针,调整角度使之在透视侧位位于上关节突尖部与椎体后上角连线,透视正位达中央椎管,透视下依次使用4 mm、6 mm和8 mm钝头骨钻逐级磨削上关节突外缘及腹侧缘成形。

两组患者最后均进入工作通道,取得满意透视位置后,椎间孔镜下摘除突出的髓核组织,并沿神经根减压,取得满意神经根减压效果后,椎间隙止

血并行纤维环成形术,缝合、包扎伤口。术后实施抗感染等常规处理,术后3 d佩戴腰围下地活动并行常规腰背部功能锻炼。

1.3 观察指标

1.3.1 手术情况 包括患者通道建立时间、镜下操作时间、上关节突骨去除量、透视次数、手术时间、术中出血量。

1.3.2 疼痛 分别在术前、术后7 d、术后1个月和术后3个月,静息时用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)^[10]评估患者腰椎疼痛,总分10分,评分越高疼痛越剧烈。

1.3.3 腰椎功能 采用日本骨科协会(Japanese orthopaedic association, JOA)评分^[11]及Oswestry功能障碍指数(oswestry disability index, ODI)^[12]评价患者术前、术后3个月和术后6个月腰椎功能,JOA总分0~29分,JOA分数越低表示腰椎功能障碍越明显,ODI越接近100%表示腰椎功能障碍越严重。

1.3.4 疗效 术后6个月采用改良Macnab标准^[13]评定疗效,优:患者症状完全消失,恢复原来工作、生活;良:有轻微症状,活动轻微受限,但不影响生活、工作;可:症状减轻,活动受限,对生活、工作有影响;差:治疗前后症状无明显差异,或病情加重。

1.3.5 影像学指标 术前、术后3个月和术后6个月拍摄腰椎过伸-过屈侧位X射线片,Dupuis法评估手术节段水平位移、角位移情况。

1.3.6 并发症 术后随访6个月,统计患者感染、神经损伤、跛行、腰椎关节疼痛、腰椎功能受限等并发症发生情况。

1.4 统计学分析

数据分析采用SPSS 18.0统计软件。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验或重复测量设计的方差分析;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者手术情况比较

两组患者通道建立时间、上关节突骨去除量、透视次数、手术时间比较,差异有统计学意义($P <$

0.05),研究组通道建立时间、手术时间短于对照组,透视次数少于对照组,上关节突骨去除量多于对照组。两组患者镜下操作时间、术中出血量比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

表2 两组患者手术情况比较 ($n=40, \bar{x} \pm s$)

组别	通道建立时间/min	镜下操作时间/min	上关节突骨去除量/cm ³	透视次数	手术时间/min	术中出血量/mL
对照组	24.01 ± 3.23	55.95 ± 9.18	0.47 ± 0.03	22.04 ± 4.13	91.63 ± 10.54	45.03 ± 4.21
研究组	13.25 ± 1.87	57.14 ± 8.02	0.59 ± 0.04	13.96 ± 2.14	83.65 ± 9.51	43.32 ± 3.45
<i>t</i> 值	18.233	0.617	15.179	10.986	3.551	1.987
<i>P</i> 值	0.000	0.539	0.000	0.000	0.001	0.050

2.2 两组患者不同时间点VAS评分比较

两组患者术前、术后7d、术后1个月、术后3个月的VAS评分比较,经重复测量设计的方差分析,结果:①不同时间点VAS评分有差异($F=13.645, P=0.000$),术后均低于术前($P < 0.05$);②两组患者VAS评分无差异($F=1.838, P=0.163$);③两组患者VAS评分变化趋势无差异($F=2.661, P=0.074$)。见表3。

表3 两组患者不同时间点VAS评分比较

($n=40, \text{分}, \bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后7d	术后1个月	术后3个月
对照组	6.12 ± 0.85	3.92 ± 0.72 [†]	2.17 ± 0.31 [†]	1.81 ± 0.17 [†]
研究组	5.98 ± 0.87	4.84 ± 0.69 [†]	2.23 ± 0.28 [†]	1.75 ± 0.16 [†]

注:†与术前比较, $P < 0.05$ 。

2.3 两组患者不同时间点腰椎功能比较

两组患者术前、术后3个月、术后6个月的JOA评分、ODI比较,经重复测量设计的方差分析,结果:

①不同时间点JOA评分、ODI有差异($F=10.435$ 和 11.203 ,均 $P=0.000$),术后JOA评分均高于术前($P < 0.05$),ODI均低于术前($P < 0.05$);②两组患者JOA评分、ODI无差异($F=2.893$ 和 $2.108, P=0.059$ 和 0.125);③两组患者JOA评分、ODI变化趋势无差异($F=1.949$ 和 $1.276, P=0.146$ 和 0.283)。见表4。

2.4 两组患者疗效比较

两组患者疗效比较,差异无统计学意义($\chi^2=0.721, P=0.396$)。见表5。

2.5 两组患者不同时间点影像学指标比较

两组患者术前、术后3个月、术后6个月的手术节段水平位移、角位移比较,经重复测量设计的方差分析,结果:①不同时间点的手术节段水平位移、角位移无差异($F=1.411$ 和 $2.563, P=0.247$ 和 0.081);②两组患者手术节段水平位移、角位移无差异($F=1.713$ 和 $1.386, P=0.184$ 和 0.253);③两组手术节段水平位移、角位移变化趋势无差异($F=2.162$ 和 $2.580, P=0.119$ 和 0.079)。见表6。

表4 两组患者不同时间点腰椎功能比较 ($n=40, \bar{x} \pm s$)

组别	JOA评分			ODI/%		
	术前	术后3个月	术后6个月	术前	术后3个月	术后6个月
对照组	14.06 ± 1.85	21.81 ± 3.23 [†]	25.29 ± 3.65 [†]	58.96 ± 6.21	21.41 ± 3.02 [†]	12.04 ± 1.72 [†]
研究组	13.71 ± 1.69	22.05 ± 3.09 [†]	24.76 ± 3.81 [†]	57.87 ± 5.98	20.86 ± 3.11 [†]	11.77 ± 1.63 [†]

注:†与术前比较, $P < 0.05$ 。

表5 两组患者疗效比较 [$n=40, \text{例}(\%)$]

组别	优	良	可	差	优良率
对照组	32(80.00)	4(10.00)	3(7.50)	1(2.50)	36(90.00)
研究组	33(82.50)	5(12.50)	2(5.00)	0(0.00)	38(95.00)

2.6 并发症情况

对照组腰椎轻度疼痛2例、腰椎活动轻度受限1例,并发症发生率为7.5%;研究组腰椎活动轻度受限1例、腰椎轻度疼痛1例,并发症发生率为5.0%。

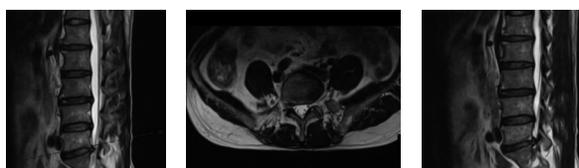
表6 两组患者不同时间影像学指标比较 ($n=40, \bar{x} \pm s$)

组别	水平位移/mm			角位移/(°)		
	术前	术后3个月	术后6个月	术前	术后3个月	术后6个月
对照组	1.82 ± 0.31	1.85 ± 0.34	1.88 ± 0.30	5.11 ± 0.98	5.27 ± 1.01	5.42 ± 0.95
研究组	1.84 ± 0.33	1.87 ± 0.35	1.91 ± 0.29	5.17 ± 0.96	5.30 ± 0.99	5.51 ± 1.02

两组总并发症发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2=0.213, P=0.644$)。

2.7 典型病例

研究组男性患者,37岁,右侧L₅~S₁节段LDH,腰疼3年,加重1个月,手术前后腰椎影像学情况见图2~5。



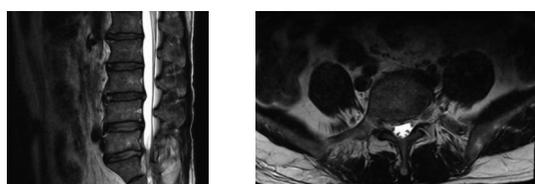
L₅~S₁节段LDH偏右侧,骶1右侧神经根受压明显。

图2 术前磁共振图



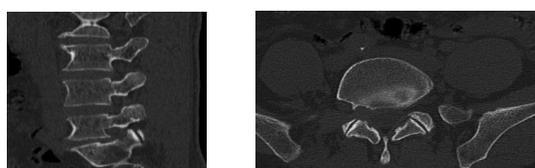
L₅~S₁节段LDH偏右侧,骶1右侧神经根受压明显,右侧腰5骶1椎间孔狭窄明显。

图3 术前腰椎CT图



神经减压效果良好。

图4 术后6个月磁共振图



椎间孔成型良好,突出髓核摘除彻底。

图5 术后6个月腰椎CT图

3 讨论

LDH多由于腰椎退变、慢性劳损等多种原因造

成纤维环破裂,髓核横向或向后移动,在破裂纤维环后面突出,压迫相应节段的硬膜囊或神经根,引起腰痛、下肢局部放射痛和麻木感,甚至出现大便功能障碍、下肢肌力下降等临床综合征,该病病程长、易复发、病情复杂,严重影响患者的生活和工作^[14]。经皮椎间孔镜腰椎间盘突出切除术是临床治疗LDH的微创手术,可在对周围软组织损伤最小、骨结构保留的情况下实现减压,有利于减轻术后疼痛,缩短住院时间,便于患者尽早恢复日常生活或工作。解剖学发现,L₅~S₁水平的经椎间孔入路可能由于L₅横突大或小关节肥大导致髂嵴高和椎间孔区域狭窄而难以进入。可视环锯作为经皮椎间孔镜下关节突成形方式之一,已广泛用于LDH、腰椎管狭窄症等减压治疗,但尚缺乏椎间孔镜可视环锯治疗L₅~S₁节段LDH的有效性和安全性的报道。

本研究发现,研究组通道建立时间、手术时间短于对照组,透视次数少于对照组,上关节突骨去除量大于对照组。两组患者镜下操作时间、术中出血量比较无差异,说明经皮椎间孔镜可视环锯治疗L₅~S₁节段LDH具有通道建立时间及手术时间短、透视次数少的优势。与骨钻靶向穿刺关节突尖部不同,可视环锯只需要穿刺至上关节突外,之后暴露上关节突尖部,直视下即可对上关节突尖部成形,对于关节突增生明显患者,切除骨量较大,采用可视环锯要比骨钻逐级磨削具有更高切除效率,进而可明显减少通道建立时间与透视次数,缩短手术时间,且神经损伤风险较小,有利于提高L₅~S₁节段LDH患者手术耐受性与安全性。笔者认为椎间孔镜下可视环锯旋转成形部位距离关节突尖部较近,成形不当可造成头端部分离断,较难取出,在可视环锯成形操作中,镜下可发现骨块随可视环锯同时转动,术者出现“落空”手感时须停止可视环锯深入,避免神经根与硬膜囊损伤。

本研究显示,两组术前、术后3个月、术后6个月的JOA评分、ODI有差异,两组的JOA评分、ODI无

差异,两组的JOA评分、ODI变化趋势无差异,提示两种治疗方案均可明显改善L₅~S₁节段LDH患者腰椎功能。研究组、对照组治疗优良率分别为90.00%、95.00%,提示两种治疗方案均可获得满意治疗效果。王作伟等^[5]分析了经皮椎间孔镜下椎间盘切除术治疗102例L₅~S₁节段LDH患者的效果,显示治疗优良率为95.1%,与本研究疗效相近。LDH患者去除部分上关节突是否造成医源性腰椎不稳是目前临床关注的焦点,GADJRADJ等^[16]指出,去除上关节突前1/3能够使椎间孔面积提高45%左右,且不会影响脊柱稳定性。本研究显示两组术前、术后3个月和术后6个月的手术节段水平位移、角位移无差异,两组手术节段水平位移、角位移无差别,两组手术节段水平位移、角位移变化趋势无差异,提示两种治疗方案均不会造成医源性腰椎不稳。笔者认为本研究均为单侧手术入路,且术中均采用软组织套筒保护L₅~S₁节段LDH患者腰背肌稳定性,此外镜下仅对关节突尖部与增生骨赘选择性切除,因此不会造成医源性腰椎不稳。

综上所述,经皮椎间孔镜可视环锯治疗L₅~S₁ LDH是安全、有效的手术方法,且具有通道建立时间及手术时间短、透视次数少的优点。本研究不足之处在于纳入样本量有限,随访时间较短,未统计复发情况,后期可开展多中心、大样本量研究,并延长随访时间进一步佐证本研究结论。

参 考 文 献 :

- [1] TANG J J, LIANG Z Y, HE J H, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for lumbar disc herniation using an endoscopic staining: a technical note[J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(4): 1430-1436.
- [2] CHENG Z X, ZHENG Y J, FENG Z Y, et al. Chinese association for the study of pain: expert consensus on diagnosis and treatment for lumbar disc herniation[J]. *World J Clin Cases*, 2021, 9(9): 2058-2067.
- [3] 中华医学会疼痛学分会脊柱源性疼痛学组. 腰椎间盘突出症诊疗中国疼痛专家共识[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2020, 26(1): 2-6.
- [4] DANAZUMI M S, BELLO B, YAKASAI A M, et al. Two manual therapy techniques for management of lumbar radiculopathy: a randomized clinical trial[J]. *J Osteopath Med*, 2021, 121(4): 391-400.
- [5] ZHOU Z, NI H J, ZHAO W, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy via transforaminal approach combined with

interlaminar approach for L_{4/5} and L₅/S₁ two-level disc herniation [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(3): 979-988.

- [6] WU T L, YUAN J H, JIA J Y, et al. Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy via laminoplasty technique for L₅-S₁ lumbar disc herniation with a narrow interlaminar window[J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(3): 825-832.
- [7] YAMAYA S, TEZUKA F, SUGIURA K, et al. Risk factor for additional intravenous medication during transforaminal full-endoscopic lumbar discectomy under local anesthesia[J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2021, 61(3): 236-242.
- [8] 吴从俊,李涛,张同会,等. 可视化环锯辅助下经皮椎间孔镜技术治疗腰椎间盘突出症[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2021, 29(3): 49-54.
- [9] 中华医学会骨科学分会脊柱外科学组,中华医学会骨科学分会骨科康复学组. 腰椎间盘突出症诊疗指南[J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(8): 477-487.
- [10] MACHADO L, THOMPSON L M, BRETT C H R. Visual analogue mood scale scores in healthy young versus older adults[J]. *Int Psychogeriatr*, 2019, 31(3): 417-424.
- [11] ANDO W, SAKAI T, FUKUSHIMA W, et al. Japanese Orthopaedic Association 2019 guidelines for osteonecrosis of the femoral head[J]. *J Orthop Sci*, 2021, 26(1): 46-68.
- [12] TANG X D, SCHALET B D, HUNG M, et al. Linking Oswestry disability index to the PROMIS pain interference CAT with equipercentile methods[J]. *Spine J*, 2021, 21(7): 1185-1192.
- [13] BURKHARDT B W, OERTEL J M. Is decompression and partial discectomy advantageous over decompression alone in microendoscopic decompression of monosegmental unilateral lumbar recess stenosis?[J]. *Int J Spine Surg*, 2021, 15(1): 94-104.
- [14] KILITCI A, ASAN Z, YUCEER A, et al. Comparison of the histopathological differences between the spinal material and posterior longitudinal ligament in patients with lumbar disc herniation: a focus on the etiopathogenesis[J]. *Ann Saudi Med*, 2021, 41(2): 115-120.
- [15] 王作伟,陈赞,王凯,等. 经皮椎间孔入路椎间孔镜治疗L₅~S₁腰椎间盘突出症[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(4): 270-273.
- [16] GADJRADJ P S, HARHANGI B S. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in a nine-year-old patient with sciatica: case report, technical note and overview of the literature[J]. *Childs Nerv Syst*, 2021, 37(7): 2343-2346.

(李科 编辑)

本文引用格式: 柴大起,邹明,吴建明,等. 椎间孔镜可视环锯治疗L₅~S₁腰椎间盘突出症的有效性和安全性[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(4): 88-93.

Cite this article as: CHAI D Q, ZOU M, WU J M, et al. Efficacy and safety of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with trepan in the treatment of L₅-S₁ disc herniation[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2023, 33(4): 88-93.