

• 临床论著 •

内镜椎间盘切除术是否修复纤维环比较[△]刘彬¹, 张廷伟¹, 刘永强¹, 吴瑞¹, 李佳佳¹, 谭远超¹, 周纪平^{1*}, 王利君²

(1. 山东省文登整骨医院, 山东文登 264400; 2. 山东威高骨科材料股份有限公司, 山东威海 264200)

摘要: [目的] 探讨采用全可视内镜下髓核摘除联合纤维环修复治疗腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 的临床疗效。[方法] 2019年1月—2021年1月共82例LDH患者纳入本研究, 依据术前医患沟通结果, 35例采用全内镜下髓核摘除联合纤维环修复, 另外47例采用单纯全内镜下髓核摘除, 未修复纤维环。比较两组围手术期、随访和影像资料。[结果] 所有手术顺利完成, 两组患者均无硬膜囊撕裂、神经根损伤、感染等严重并发症。修复组的手术时间显著长于未修复组 [(66.8±11.2) min vs (58.4±12.9) min, $P=0.034$], 但是两组切口长度、手术出血量、术后下地时间、切口愈合等级和术后住院天数的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。两组患者均获随访18个月以上。随访过程中, 椎间盘突出复发, 修复组为1例 (2.8%), 未修复组为2例 (4.2%), 两组复发率差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随时间推移, 两组患者腰痛VAS和腿痛VAS评分, 以及ODI评分均显著下降 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组间腰痛VAS和腿痛VAS评分, 以及ODI评分的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 与术前相比, 术后10d和末次随访时, 两组患者责任椎管面积和腰椎前凸角均显著增加 ($P<0.05$); 修复组责任椎间隙高度无显著变化 ($P>0.05$), 但未修复组末次随访时责任椎间隙高度显著减小 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组患者间责任椎管面积、腰椎前凸角的差异无统计学意义 ($P<0.05$); 但是末次随访时, 修复组的椎间隙高度显著大于未修复组 [(9.0±0.2) mm vs 7.4±0.5 mm, $P=0.023$]。[结论] 内镜下髓核切除联合纤维环修复术治疗腰椎间盘突出症是可行的技术。虽然修复组与未修复组早期临床效果相似, 但缝合修复纤维环缺损有利于保持椎间隙高度。

关键词: 腰椎间盘突出症, 内镜下髓核摘除术, 纤维环缝合修复术, 微创手术**中图分类号:** R681.53 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 17-1567-06

Comparison of endoscopic discectomies with or without repair of annulus fibrosus defect // LIU Bin¹, ZHANG Ting-wei¹, LIU Yong-qiang¹, WU Rui¹, LI Jia-jia¹, TAN Yuan-chao¹, ZHOU Ji-ping¹, WANG Li-jun². 1. Wendeng Orthopedic Hospital of Shandong Province, Weihai 264400, China; 2. Shandong Weigao Group Medical Polymer Co. Ltd, Weihai 264200, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical outcomes of endoscopic removal of nucleus pulposus and suture repair of annulus fibrosus defect in the treatment of lumbar disc herniation (LDH). [Methods] From January 2019 to January 2021, a total of 82 patients who received endoscopic discectomy for LDH were included in this study. According to preoperative doctor-patient communication, 35 patients underwent endoscopic removal of nucleus pulposus and suture repair of annulus fibrosus defect, while other 47 patients underwent endoscopic removal of nucleus pulposus without repairing annulus fibrosus. The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups were operated on successfully with no serious complications, such as dural sac tear, nerve root injury and infection. The repaired group consumed significantly longer operation time than the non-repaired group [(66.8±11.2) min vs (58.4±12.9) min, $P=0.034$], but there were no statistically significant differences between the two groups in incision length, intraoperative blood loss, postoperative time of ambulation, incision healing grade and postoperative hospital stay ($P>0.05$). During follow-up lasted for more than 18 months, herniation recurrence was noted in 1 case (2.8%) in the repaired group, while 2 cases (4.2%) in the non-repaired group, which was not statistically significant between the two groups ($P>0.05$). The VAS scores for both lower back pain and leg pain, as well as ODI scores were significantly decreased in both groups over time ($P<0.05$), whereas which were not statistically significant between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). Radiographically, the cross area of the responsible spinal canal and the lumbar lordotic angle significantly increased in both groups at 10 days after surgery and the last follow-up compared with those preoperatively ($P<0.05$). The intervertebral space height of the responsible segment remained unchanged in the repaired group ($P>0.05$), whereas significantly declined in the

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.17.06

[△]基金项目:第七批全国老中医药专家传承项目(编号:国中医药人教函[2022]76号);山东省医药卫生项目(编号:202204070548)

作者简介:刘彬,副主任医师,研究方向:脊柱外科,(电话)18669337908,(电子信箱)wdzglb@163.com

*通信作者:周纪平,(电子信箱)wdzgjp@163.com

non-repaired group at the latest follow-up compared with that before operation ($P<0.05$). At any corresponding time points, there were no significant differences in responsible spinal canal area and lumbar lordotic angle between the two groups ($P>0.05$). However, the repaired group had significantly higher intervertebral space height of the affected segment than the non-repaired group at the latest follow-up [(9.0±0.2) mm vs (7.4±0.5) mm, $P=0.023$]. [Conclusion] Endoscopic nucleus pulposus removal combined with annulus fiber repair is feasible for the treatment of lumbar disc herniation. Although the repaired group achieves similar early clinical consequences with the unrepaired group, the suture repair of annulus fibrosus defect secondary to discectomy is benefit to maintain the intervertebral space height.

Key words: lumbar disc herniation, endoscopic discectomy, repair of annulus fibrosus defect, minimally invasive surgery

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 发病率逐年增高, 髓核摘除手术可获得良好的近期效果^[1], 有效率可达 80%~95%^[2]。已成为治疗腰椎间盘突出症有效治疗手段, 可取得良好的治疗效果^[3], 但如何降低术后复发率一直是很多学者研究的重点^[4]。目前的各类手术技术基本都是“纤维环破坏性”手术^[5, 6], 文献报道, 单纯腰椎间盘突出术后 2 年症状性腰椎间盘突出复发率 7%~18%^[7], 与此同时, 纤维环缺损 (annular defect) 宽度≥6 mm, 其术后复发率高达 27%, 而小的纤维环缺损其复发率仅 1%。也有研究发现, 纤维环缺损≥6 mm 再手术率是小的纤维环缺损的 2.5 倍^[8]。未经处理的纤维环缺损导致更高的再突出率和相邻节段稳定性的变化^[9], 最近, Miller 等^[10]证实, 腰椎间盘突出术后大环形缺损 (≥6 mm) 患者与小环形缺损患者相比, 症状复发和再次手术的风险更高。有术者研究对髓核行有限摘除, 最小限度地减少纤维环损伤, 以降低后期椎间隙高度丢失, 获得了满意的治疗效果, 但可能面临着更高的椎间盘突出复发风险^[11]。早期有学者研究在开放手术椎板开窗或可扩张通道下行髓核摘除后纤维环裂口修复手术, 可明显降低术后复发的概率, 但手术可造成椎旁肌肉剥离, 关节韧带结构的破坏, 创伤大, 恢复慢^[12]。随着近几年脊柱微创技术的发展, 内镜下髓核摘除术逐步成为治疗腰椎间盘突出症的主要治疗手术, 在掌握好手术适应证的前提下, 可以取得较传统手术更优的治疗效果。

为此, 基于以上研究, 本研究采用全可视内镜下髓核摘除联合纤维环修复治疗腰椎间盘突出症患者, 现国内外报道极少^[13], 并进行长期随访, 探讨其临床疗效和可行性, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 术前影像学检查 (CT 及 MRI) 确诊为单节段腰椎间盘突出症患者; (2) 责任节段纤维

环无钙化或骨化; (3) 病史超过 3 个月, 严格保守治疗无效或保守治疗有效, 但经常复发且疼痛较重者; (4) 术中髓核摘除后纤维环破口 (<10 mm)。

排除标准: (1) 术前 MRI 显示病变节段终板炎者; (2) 合并腰椎不稳、滑脱、脊柱侧凸、感染或肿瘤等; (3) 双侧或多节段突出; (4) 术中髓核摘除后纤维环缺损明显。

1.2 一般资料

2019 年 1 月—2021 年 1 月本院收治 LDH 患者 82 例, 依据术前医患沟通结果, 将患者分为两组。未修复组 47 例, 修复组 35 例。两组术前基线资料见表 1, 两组年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、病程、累及节段和突出类型的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究经医院伦理委员会审批, 所有患者术前均签署手术知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料比较
Table 1 Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	修复组 (n=35)	未修复组 (n=47)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	48.3±6.9	47.7±6.0	0.226
性别 (例, 男/女)	19/16	25/55	0.990
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	22.5±1.1	22.6±1.3	0.724
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	8.1±2.0	7.7±2.5	0.435
节段 (例, L _{4/5} /L ₅ S ₁)	20/15	27/20	0.942
类型 (例, 突出/脱出/游离)	20/14/1	33/12/2	0.991

1.3 手术方法

修复组: 患者取俯卧位, 透视定位责任节段。L_{4/5} 节段采用侧方经椎间孔入路, L₅S₁ 节段采用经后路经椎板间入路内镜技术。采用局麻+基础麻醉。定位手术入路后, 用生理盐水 20 ml+盐酸利多卡因 15 ml 浸润麻醉。透视引导下穿刺, 确认位置良好, 置入导丝, 沿导丝逐级置入导杆, 扩张工作通道。置入工作套管和内镜。经椎间孔入路根据具体情况按需行关节突成形。切除黄韧带, 显露神经根及突出的椎间盘, 纤维环尖刀垂直间隙方向切开纤维环显露椎间盘, 摘除椎间盘内游离及松动的髓核组织。纤维环缝合使用

北京金新兴医疗器械厂生产纤维环缝合器（图 1a），清理摘除髓核后残留的纤维环破口（图 1b），将缝合器前端的弯针头分别刺入纤维环破裂的两侧，刺穿两侧的后纵韧带及纤维环，绿线在神经根外侧，白线在内侧（图 1c）。按照操作流程打结，第 1 个为外科结，2 根线交叉穿入推结器线孔，避免推结器滑脱，

线结推进至纤维环时拉紧绿线，松开白线，线结即可滑向绿线进针处，绿线保持绷紧状态，利用白线打第 2 个结（图 1d），确认缝合可靠后剪除多余缝线。再次检查确认神经根减压充分后结束手术。

未修复组：内镜下椎间盘切除术同上，但未行纤维环修复。

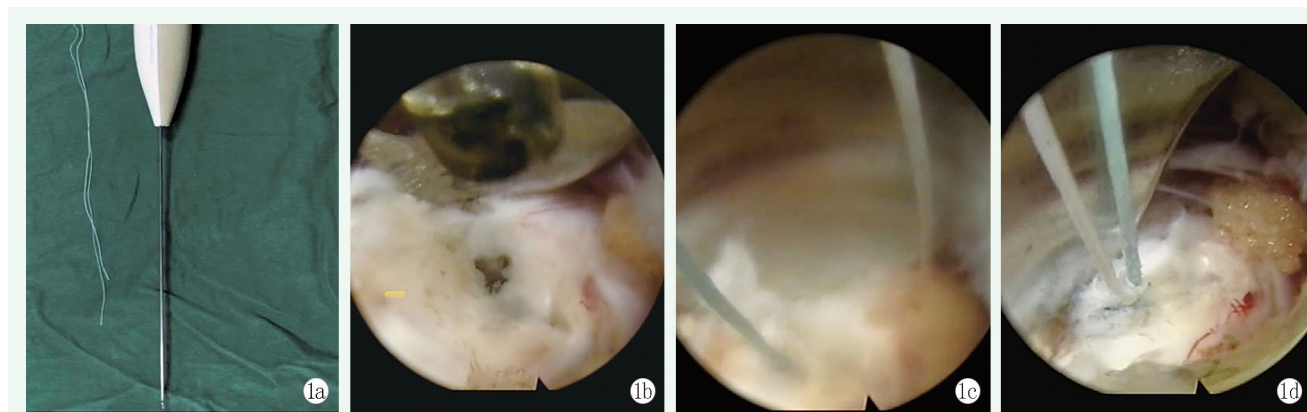


图 1 内镜椎间盘切除术纤维环缝合修复术。1a: 内镜下用纤维环缝合器的外观；1b: 清理髓核摘除后的纤维环破口；1c: 用缝合器在破口两端穿过缝线；1d: 破口缝合后。

Figure 1. Annulus fibrosus suture repair following endoscopic discectomy. 1a: Appearance of the endoscopic suture device for annular fibrosis repair. 1b: Debridement of the annular fibrosis rupture after nucleus pulposus removal. 1c: Using the suture device to place the suture at both ends of the rupture. 1d: Appearance after the suture.

1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中透视次数、术中失血量、下地时间、住院时间，切口愈合等级以及早期不良事件。采用疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、Oswestry 功能障碍指数（Oswestry disability index, ODI）评价临床治疗效果。行影像检查，测量椎管面积、椎间隙高度，腰椎前凸角（ $L_1 \sim L_5$ Cobb 角）。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26 统计软件对所得数据进行统计处理，计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 t 检验，组内两时间点比较采用配对 T 检验；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

所有手术顺利完成，两组患者组均无硬膜囊撕裂、神经根损伤、感染等严重并发症。围手术期资料见表 2。修复组的手术时间显著长于未修复组（ $P <$

0.05），但是两组切口长度、手术出血量，术后下地时间、切口愈合等级和术后住院天数的差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。

表 2 两组患者围手术期资料（ $\bar{x} \pm s$ ）比较

Table 2 Comparison of perioperative documents between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	修复组 (n=35)	未修复组 (n=47)	P 值
手术时间 (min)	66.8±11.2	58.4±12.9	0.034
切口总长度 (cm)	1.2±0.3	1.1±0.2	0.953
术中失血量 (ml)	36.6±19.1	35.6±21.3	0.766
术中透视次数 (次)	5.8±1.9	5.6±1.4	0.893
下地行走时间 (h)	35.3±1.6	34.8±1.9	0.763
术后住院时间 (d)	6.0±1.9	5.8±2.2	0.724

2.2 随访结果

两组患者均获随访 18 个月以上。随访过程中，修复组 1 例出现复发病状，复发率 2.8%，对照组 2 例出现复发病，复发率 4.2%，3 例患者均经保守治疗后症状缓解，未行再次手术，两组复发率差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。随访资料见表 3，随时间推移，两组患者腰痛 VAS 和腿痛 VAS 评分，以及 ODI 评分均显著下降（ $P < 0.05$ ）。相应时间点，两组间腰痛 VAS 和腿痛 VAS 评分，以及 ODI 评分的差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。

表 3 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较
Table 3 Comparison of follow-up documents between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	时间点	修复组 (n=35)	未修复组 (n=47)	P 值
腰痛 VAS 评分 (分)	术前	5.8±1.2	6.3±1.3	0.687
	术后 10 d	2.6±1.4	2.7±1.3	0.568
	术后 6 个月	1.5±0.8	1.6±0.9	0.487
	末次随访	0.8±0.4	0.7±0.3	0.758
	P 值	<0.001	<0.001	
下腿痛 VAS 评分 (分)	术前	6.4±1.3	6.1±1.8	0.343
	术后 10 d	2.1±0.9	1.8±1.1	0.864
	术后 6 个月	0.5±0.4	0.4±0.4	0.656
	末次随访	0.4±0.3	0.4±0.3	0.972
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	57.2±13.4	58.3±12.9	0.830
	术后 10 d	15.6±4.8	16.9±5.1	0.453
	术后 6 个月	13.7±3.2	13.2±2.4	0.703
	末次随访	9.4±2.2	9.7±2.1	0.478
	P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像测量结果见表 4。与术前相比, 术后 10 d 和末次随访时, 两组患者责任椎管面积和腰椎前凸角均显著增加 ($P<0.05$); 修复组责任椎间隙高度无显著变化 ($P>0.05$), 但未修复组末次随访时

责任椎间隙高度显著减小 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组责任椎管面积、腰椎前凸角的差异无统计学意义 ($P>0.05$); 但是末次随访时, 修复组的椎间隙高度显著大于未修复组 ($P<0.05$)。

表 4 两组患者影像资料 ($\bar{x} \pm s$) 比较
Table 4 Comparison of imaging documents between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	时间点	修复组 (n=35)	未修复组 (n=47)	P 值
责任椎管面积 (cm ²)	术前	0.9±0.1	0.9±0.2	0.764
	术后 10 d	1.3±0.2	1.4±0.3	0.387
	末次随访	1.3±0.1	1.4±0.1	0.523
	P 值	<0.001	<0.001	
责任椎间隙高度 (mm)	术前	10.4±1.7	10.3±1.9	0.214
	术后 10 d	10.4±1.5	9.9±1.8	0.124
	末次随访	10.3±1.8	7.4±0.5	<0.001
	P 值	0.293	<0.001	
腰椎前凸角 Cobb 角 (°)	术前	41.6±11.1	42.3±10.8	0.282
	术后 10 d	44.6±11.7	44.3±10.9	0.326
	末次随访	47.3±9.0	47.1±10.1	0.233
	P 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

LDH 是一种常见的腰椎退变性疾病^[14], 其为腰椎间盘突出髓核发生不同程度退变后在外力作用下髓核组织从纤维环破裂口处突出或脱出后方椎管内, 压迫邻

近神经根并产生炎性刺激, 进而引起腰痛、下肢麻木、跛行等临床症状^[15]。部分患者可通过保守治疗治愈, 但仍有 10%~20% 的患者需要手术治疗^[16]。手术治疗的根本是摘除突出的髓核, 解除神经压迫, 缓解神经受压的症状^[17, 18]。传统手术在摘除致压物髓核组织的同时, 对破口周围的纤维环进一步处理, 为

了降低复发风险,会切除周围更多的髓核组织,甚至会将那些没有明显退变的部分一并切除,但这样会加速椎间隙高度的丢失和终板退变,从而引起了更糟糕的临床结果和长期的腰背痛^[19, 20],文献关于内镜下椎间盘切除后纤维环修复治疗腰椎间盘突出症的临床报道较少,这一术式能否减缓腰间盘突出症髓核拆除术后椎间隙高度丢失仍需进一步研究。

为了验证内镜下椎间盘切除联合修复纤维环技术的优势,推动该项新技术的开展,为手术治疗腰椎间盘突出症提供更优的方法。本研究对两组患者进行随访对比发现:(1)椎间盘切除联合纤维环修复在解除压迫的同时可保留更多的髓核组织,可延缓椎间隙高度丢失及终板退变,增加了脊柱的稳定性;(2)闭合纤维环破口减少术后破口处炎症因子释放,减少对神经根的化学刺激。缩小了破口也可加快破口处瘢痕愈合进程^[21-23];(3)两组治疗效果相当,纤维环缝合组并没有增加额外的创伤。两组手术均在内镜下操作,缝合组无需额外扩大关节突和黄韧带的去除范围,不会增加手术的并发症;(4)在手术时间方面,缝合组略高于未修复组,但缝合时间多为8 min左右,缝合技术相对简单,不会增加太多的手术时间,相信随着技术的熟练,该时间会进一步缩短。从而证明该技术的安全性;(5)纤维环切口尽量靠近椎间盘的中间位置,过于靠近椎体会使缝合难度增加甚至缝合失败。本研究修复组均根据椎间盘突出的形态,采用纵行或斜行切口,横向缝合的方法,以减小纤维环切口损伤增加纤维环缝合后强度^[24],对于破口较大的纤维环采用双针平行缝合或者交叉缝合额,最大限度地维持纤维环的强度。

总之,修复与未修复纤维环的临床效果相近,但修复纤维环可维持椎间隙高度,有利于提高远期疗效,但该研究例数尚少,还需长时间大样本的临床研究。

参考文献

- [1] 陈新用,梁裕,曹鹏,等.手术治疗腰椎间盘突出症的长期疗效及其影响因素[J].中国脊柱脊髓杂志,2012,22(8):717-721. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.08.11.
- [2] 陈小路,彭昊.椎间盘镜治疗腰椎间盘突出症177例的临床疗效分析[J].临床外科杂志,2008,16(10):696-697. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6483.2008.10.023.
- [3] 郑振阳,孙兆忠,郑建民,等.经皮椎间孔镜下髓核摘除术治疗老年腰椎间盘突出症的疗效分析[J].中国矫形外科杂志,2016,24(23):2188-2191. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.23.16.
- [4] 孙桂森,王鹏.纤维环修补技术在腰椎髓核摘除术中临床疗效的Meta分析[J].中国矫形外科杂志,2017,25(9):810-815. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.09.09.
- [5] Alcántara GA, Alexander B, Andrew W, et al. Lumbar intervertebral disc herniation: annular closure devices and key design requirements[J]. Bioengineering, 2022, 9(2): 47. DOI: 10.3390/bioengineering9020047.
- [6] Iwao S, Kazuo Y, Noboru H, et al. Indication of posterior lumbar interbody fusion for lumbar disc herniation[J]. J Spinal Disord Tech, 2006, 19(2): 104-108. DOI: 10.1097/01.bsd.0000180991.98751.95.
- [7] 刘德敏,侯伟光.微创治疗腰椎间盘突出症的临床研究进展[J].中国疼痛医学杂志,2013,19(4):241-243. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2013.04.012.
- [8] 胡祖,郑超,伍骥,等.内窥镜下椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症术后复发的影响因素分析[J].中国脊柱脊髓杂志,2015,25(10):899-903. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.10.06.
- [9] Brandon SK, DiPaola Christian P, Miller Larry E, et al. Multi-center study of lumbar discectomy with Barricaid annular closure device for prevention of lumbar disc reherniation in US patients: a historically controlled post-market study protocol[J]. Medicine, 2019, 98(35): e16953. DOI: 10.1097/MD.00000000000016953.
- [10] Miller Larry E, McGirt Matthew J, Garfin Steven R, et al. Association of annular defect width after lumbar discectomy with risk of symptom recurrence and reoperation: systematic review and meta-analysis of comparative studies[J]. Spine, 2018, 43(5): e308-e315. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002501.

- [11] 徐文强, 张啸宇, 王楠, 等. 腰椎内镜下髓核摘除术对不同退变程度邻近节段椎间盘生物力学影响的有限元分析 [J]. 中国骨伤, 2021, 34 (1): 40-44. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.01.008.
- Xu WQ, Zhang XY, Wang N, et al. Biomechanical affect of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy on adjacent segments with different de-grees of degeneration: a finite element analysis [J]. Chin J Orthop Traumatol, 2021, 34 (1): 40-44. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.01.008.
- [12] 江新, 李峰, 潘海松, 等. 可扩张脊柱微创通道下腰椎间盘突出症髓核摘除后纤维环裂口的缝合修复 [J]. 中国组织工程研究, 2017, 21 (24): 3912-3917. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2017.24.024.
- Jiang X, Li F, Pan HF, et al. Clinical effectiveness of annulus repair after discectomy under Mast Quadrant system for lumbar disc herniation [J]. Chin J Tiss Eng Res, 2017, 21 (24): 3912-3917. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2017.24.024.
- [13] Alexander B, Ali A, Scott B, et al. Prospective, multicenter, randomized, controlled study of anular repair in lumbar discectomy: two-year follow-up [J]. Spine, 2013, 38 (14): 11612-1169. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31828b2e2f.
- [14] 刘磊, 李业成, 刘守正, 等. 经皮椎间孔镜与椎板开窗髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症的 Meta 分析 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2019, 16 (1): 21-27. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2019.01.005.
- Liu L, Li YC, Liu SZ, et al. Meta analysis of lumbar disc herniation treated by percutaneous endoscopic lumbar discectomy and fenestration discectomy [J]. Orthop Biomech Mater Clin Stud, 2019, 16 (1): 21-27. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2019.01.005.
- [15] Sahoo MM, Mahapatra SK, Kaur S, et al. Significance of vertebral endplate failure in symptomatic lumbar disc herniation [J]. Global Spine J, 2017, 7 (3): 230-238. DOI: 10.1177/2192568217694142.
- [16] 陈松, 张为, 索世琪, 等. 经皮椎间孔镜治疗重度脱垂移位型腰椎间盘突出症 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (19): 1748-1752. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.19.05.
- Chen S, Zhang W, Suo SQ, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for extremely migrated lumbar intervertebral disc herniation [J]. Orthop J Chin, 2020, 28 (19): 1748-1752. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.19.05.
- [17] 范胜利, 吴健. 经皮椎间孔镜下髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症 [J]. 临床骨科杂志, 2017, 20 (4): 401. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2017.04.005.
- Fan SL, Wu J. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in treatment of lumbar disc herniation [J]. J Clin Orthop, 2017, 20 (4): 401. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2017.04.005.
- [18] 伊立, 董志坚, 王锁良, 等. 经皮椎间孔镜两种手术入路治疗钙化型腰椎间盘突出症的疗效比较 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2017, 23 (4): 277-282. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2017.04.008.
- Yin L, Dong ZJ, Wang SL, et al. The comparative effectiveness of two different approach in treatment of calcified lumbar disc herniation by percutaneous transforaminal endoscopic discectomy [J]. Chin J Pain Med, 2017, 23 (4): 277-282. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2017.04.008.
- [19] 王许可, 周英杰, 李无阴, 等. 椎间孔镜靶向技术治疗中青年腰椎间盘突出症 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (7): 592-596. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.07.04.
- Wang XK, Zhou YJ, Li WY, et al. Targeted percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation in young and middle-aged [J]. Orthop J Chin, 2019, 27 (7): 592-596. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.07.04.
- [20] Ambrossi GL, McGirt MJ, Sciubba DM, et al. Recurrent lumbar disc herniation after single-level lumbar discectomy: Incidence and health care cost analysis [J]. Neurosurgery, 2009, 65: 574-578. DOI: 10.1227/01.NEU.0000337574.58662.E2.
- [21] Tom H, Shen BJ, Ashish D, et al. Therapeutic potential of growth differentiation factors in the treatment of degenerative disc diseases [J]. JOR Spine, 2019, 2 (1): e1045. DOI: 10.1002/jsp2.1045.
- [22] Gauthen J. Spinal arthroplasty: a new era in spine care [M]. St. Louis, MO: Quality Medical, 2005: 157-177.
- [23] Suh BG, Uh JH, Park SH, et al. Repair using conventional implant for ruptured annulus fibrosus after lumbar discectomy surgical technique and case series [J]. Asian Spine J, 2015, 9 (1): 14-21.
- [24] 杨洋, 叶晓健, 杨成伟, 等. 腰椎间盘突出纤维环切口不同修复方法的生物力学研究 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24 (7): 626-629. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.07.10.
- Yang Y, Ye XJ, Yang WC, et al. Biomechanical evaluation of different annulus fibrosus closure techniques [J]. Chin J Spine Spinal Cord, 2014, 24 (7): 626-629. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.07.10.

(收稿:2023-05-12 修回:2023-07-18)

(同行评议专家:任伟飞,陆景小,张毕)

(本文编辑:郭秀婷)