

· 综述 ·

# 经皮内镜术治疗多节段腰椎间盘突出症的现状<sup>△</sup>

韦湛海<sup>1</sup>, 张书娴<sup>1</sup>, 沈子聪<sup>1</sup>, 毛路<sup>2\*</sup>

(1. 东南大学医学院, 江苏南京 210009; 2. 东南大学附属中大医院脊柱中心, 江苏南京 210009)

**摘要:** 多节段腰椎间盘突出症 (multi-segmental lumbar disc herniation, msLDH) 是 2 或 3 个以上节段腰椎间盘突出退变, 引起多个神经根症状, 最佳治疗方式争议较大。最近, 经皮内镜腰椎间盘摘除术 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 用于治疗 msLDH, 但其适应证的选择及疗效尚不明确。本文对 PELD 治疗 msLDH 的临床文献进行总结, 为临床治疗提供参考。

**关键词:** 多节段椎间盘突出, 内镜术, 椎间盘摘除术

**中图分类号:** R681.57 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 24-2246-05

**Current state of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for multi-segmental lumbar disc herniation // WEI Zhan-hai<sup>1</sup>, ZHANG Shu-xian<sup>1</sup>, SHEN Zi-cong<sup>1</sup>, MAO Lu<sup>2</sup>. 1. School of Medicine, Southeast University, Nanjing 210009, China; 2. Center of Spinal Surgery, Zhongda Hospital, Southeast University, Nanjing 210009, China**

**Abstract:** Multi-segmental lumbar disc herniation (msLDH) is a degenerative disease of more than two or three levels of lumbar disc, involving multiple nerve roots, and the best treatment for it remains controversial. Recently, percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD) has been used for the treatment of msLDH, but the indications and efficacy of PELD remain unclear. In this paper, the clinical literature on PELD used in the treatment of msLDH was summarized to provide a reference for the clinician.

**Key words:** multi-segmental lumbar disc herniation, endoscopy, discectomy

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 是一种常见疾病, 多节段腰椎间盘突出症 (multi-segmental lumbar disc herniation, msLDH) 是指有 2 个及 2 个以上的责任节段腰椎间盘突出, 不仅诊断困难, 且治疗方式争议较大<sup>[1-3]</sup>。此外, 多节段腰椎间盘突出术中、术后发生硬膜撕裂、神经根损伤、复发、再突出及髓核残留等并发症的概率较大。因此, 手术方式的选择, 如何提高疗效、减少并发症已成为关注的热点之一<sup>[3, 4]</sup>。

经皮内镜腰椎间盘摘除术 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 具有切口小、恢复快、并发症少的优点。该治疗方式也逐渐应用于 msLDH 的治疗中, 但仍存在着许多争议<sup>[1-5]</sup>。因此本文着重对经皮内镜治疗 msLDH 的临床适应证选择、随访结果进行综述。

## 1 多节段腰椎间盘突出症

### 1.1 流行病学

作者以中文检索词 (多节段腰椎间盘突出, 多间隙腰椎间盘突出, 内镜) 和英文检索词 (multilevel lumbar disc herniation, multisegmental lumbar disc herniation, percutaneous endoscopic discectomy), 从 PubMed, Medline, CNKI, 万方数据库纳入 13 篇使用 PELD 治疗 msLDH 的文献<sup>[1-13]</sup>, 其中 5 篇为英文文献, 8 篇为中文文献, 共 516 例患者, 病例均来源于中国。纳入的 13 篇文献均具体描述了 PELD 治疗组患者性别分布, 共 309 (60%) 例男性患者, 207 (40%) 例女性患者, 男性明显多于女性, 年龄 19.3~58.96 岁。可见 msLDH 不仅见于中老年患者<sup>[4-10]</sup>, 在青少年多节段退变亦不罕见<sup>[3, 14]</sup>。

### 1.2 病因

LDH 的基本病因是腰椎退行性病变, 而急性创伤、遗传、过度应力负荷、感染和炎症均是易患因素<sup>[15]</sup>。另有研究发现, 腰骶移行椎与 LDH 的发生呈

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.08

<sup>△</sup>基金项目: 中国博士后基金特别资助项目 (编号: 2017T100320); 东南大学产学研横向课题项目 (编号: 8590000018)

作者简介: 韦湛海, 本硕博连读生在读, 研究方向: 微创脊柱外科学基础与临床研究, (电话) 13379949704, (电子信箱) weizhanhai666@163.com

\* 通信作者: 毛路, (电话) 15895896858, (电子信箱) bobai0008@163.com

正相关<sup>[16]</sup>。在LDH患者中,骨盆矢状面参数如骨盆入射角(pelvic incidence, PI)大小和矢状面轴向距离(sagittal vertical axis, SVA)会影响LDH病变的节段和程度<sup>[17]</sup>。Beck等<sup>[18]</sup>同样发现青少年LDH患者PI和腰椎前凸(lumbar lordosis, LL)显著低于正常人,且脊柱形态多为Roussouly I型与II型;脊柱矢状面形态与青少年多节段腰椎间盘退变的关系亟需进一步研究<sup>[3, 14, 15]</sup>。研究发现,老年患者中L<sub>4/5</sub>节段突出与腰椎小关节不对称有关<sup>[19]</sup>,腰椎小关节不对称也与PELD术后复发突出有关<sup>[20, 21]</sup>。

### 1.3 临床特征

msLDH是指2个及以上的椎间盘突出,症状可以由1个责任节段的椎间盘突出引起,也可以是多个责任节段的椎间盘突出共同导致<sup>[3, 15]</sup>。因而,责任神经根判断困难,不同的神经根压迫会影响到不同的皮节,导致不同部位的感觉异常,同时有相应的肌力改变<sup>[22]</sup>。多节段突出会累及多个责任神经根,增加诊疗难度<sup>[3, 15]</sup>。

## 2 PELD治疗msLDH

### 2.1 纳入研究的同质性和异质性

根据牛津循证医学中心分级(OCEBM)2011版评估所纳入文献<sup>[23]</sup>。31篇文献均被评为4级证据水平。纳入该评价的所有病例均使用PELD治疗msLDH患者,msLDH的诊断均依赖于临床症状、体格检查和影像学检查结果。纳入的研究在手术责任节段、随访持续时间和结果(包括成功率、VAS、ODI、JOA评分)方面存在异质性,这几项确定为评价的变量。对于每项报告,随访期分为短期(<1年)和长期(>1年)随访研究,并在可能的情况下单独评估治疗结果。

### 2.2 临床优良率

在报告了手术优良率的文章中,当结果至少符合以下标准之一时,大多数病例都被评为优良:(1)临床症状完全消失,肢体功能健全或恢复原来的工作和生活;(2)工作和生活能力得到大幅度提高;(3)有轻微症状,活动轻度受限,对工作生活无影响。“成功率”定义为上述评级具有优良结果的病例的比率。报告了临床优良率的文章有10篇<sup>[1-3, 5, 7-10, 13]</sup>,其中使用PELD的观察组病例数共359例,根据随访时间,分别评估短期(1年内),长期(1年以上)的成功率,通过加权平均数排除研究之间样本量差异对总体平均临床优良率的影响。

表1 1年以内临床优良率

| 作者                  | 年份   | 人数 | 年龄(岁) | 随访期(月) | 优良率(%) |
|---------------------|------|----|-------|--------|--------|
| He等 <sup>[1]</sup>  | 2018 | 52 | 58.96 | 0.23   | 98.00  |
| 胡明 <sup>[6]</sup>   | 2019 | 75 | 58.20 | 6.00   | 86.70  |
| 陈伟国 <sup>[8]</sup>  | 2019 | 31 | 57.00 | 6.00   | 90.30  |
| 李涛 <sup>[7]</sup>   | 2017 | 31 | 40.00 | 12.00  | 93.55  |
| 孙建磊 <sup>[10]</sup> | 2019 | 26 | 55.70 | 12.00  | 95.80  |

表2 1年以上临床优良率

| 作者                  | 年份   | 人数 | 年龄(岁) | 随访期(月) | 优良率(%) |
|---------------------|------|----|-------|--------|--------|
| 程学锋 <sup>[13]</sup> | 2022 | 25 | 54.32 | 13.88  | 92.00  |
| 蒋传海 <sup>[9]</sup>  | 2019 | 36 | 41.70 | 16.26  | 94.44  |
| Mao <sup>[3]</sup>  | 2021 | 16 | 19.30 | 17.30  | 93.75  |
| Zhou <sup>[5]</sup> | 2021 | 19 | 42.21 | 18.63  | 89.47  |
| Li <sup>[2]</sup>   | 2019 | 48 | 48.10 | 26.20  | 89.60  |

由表1、2中可以看出,短期临床优良率在86.7%~98%,加权平均临床优良率为92.04%,1年以上的随访发现,优良率在89.47%~94.44%,加权平均临床优良率为91.67%。使用SPSS软件包对短期与长期成功率进行Pearson卡方检验,结果显示P=0.884,短期与长期成功率差异无统计学意义,PELD治疗临床优良率维持性较好。

在表1中,有2篇文献中患者均为中老年人,其加权平均临床优良率为95.12%,高于总的短期加权平均临床优良率,这可能说明PELD治疗msLDH在中老年患者中有一些优势。相比需要全麻的其他术式,仅采用局麻的情况下,PELD仍可完成手术,适合身体状况较差的老年患者<sup>[24-26]</sup>。

目前应用PELD治疗青少年msLDH的文献较少,Mao等<sup>[3]</sup>报告了使用一期PELD手术治疗青少年双节段LDH,平均随访17.3个月成功率93.75%,认为一期PELD是青少年双节段LDH可靠选择,但仍需更多临床研究进一步证实。

### 2.3 PELD联合治疗与并发症

在临床治疗LDH中,PELD可联合其他疗法获得更好的临床疗效。Li等<sup>[2]</sup>使用诊断性经椎间孔硬膜外注射(DTEI)联合选择性PELD治疗单神经根症状的msLDH患者,对比单纯PELD组,联合组有更高的成功率以及更好的VAS和ODI评分。近年来有研究发现聚醚醚酮(PEEK)棒联合PELD治疗巨大腰椎间盘突出症有较好的疗效,这是利用了PEEK棒能维持椎间隙的高度,而不会因刚性固定而引起邻

近节段疾病的优势<sup>[27]</sup>，这项优势也非常适合于治疗msLDH。此外，使用双侧椎间孔阻滞可以有效改善患者术中以及术后的疼痛<sup>[28]</sup>。

在纳入的文献中，并发症发生率较低，主要报告的术后并发症为硬膜撕裂、神经根症状以及复发或再发，其余报告较少的还有浅表切口感染及肌力下降。PELD术后也可能会发生椎间盘假性囊肿和假性脑脊膜膨出等少见的并发症<sup>[29, 30]</sup>。医师通过积累学习SN-RB的经验或在术中使用内窥镜染色<sup>[31, 32]</sup>可减少术后并发症的发生，同时应告知患者术后要控制体重，避免高负荷运动和过度早期下床活动<sup>[14, 33, 34]</sup>。此外，近年有研究发现对于椎骨终板发生Modic改变或软骨化的患者，PELD术后复发突出的可能性更高<sup>[35]</sup>。

#### 2.4 手术节段选择

对于msLDH，PELD手术节段选择存在争议<sup>[6-11]</sup>。对两相邻节段LDH患者，多根据其症状和影像学表现综合分析决定手术节段，但相邻无症状的LDH的自然病程发展及手术决策对中长期手术疗效值得进一步研究<sup>[11, 12]</sup>。

选择单个责任节段椎间盘手术可以降低手术风险，缩短手术时长，但可能有复发的风险存在。研究显示：对于msLDH患者，针对性地处理单节段责任椎间盘的缓解率为69.7%<sup>[36]</sup>。一期处理多个节段可能会降低复发风险，但耗时更多，甚至因手术时间过长发生更多的并发症<sup>[3]</sup>。Wu等<sup>[4]</sup>对比了PELD与开放融合术治疗msLDH后的再手术率，发现仅处理责任节段后，PELD组因相邻无症状腰椎间盘突出(asymptomatic lumbar disc herniation, asLDH)恶化引起再手术率为4.7% (5/107)，虽然在asLDH引起再手术率上，PELD组低于融合组(7.6%)，但差异无统计学意义。越雷等<sup>[12]</sup>对双节段LDH患者比较了经皮内镜下“单节段责任椎间盘切除”与“双节段责任椎间盘切除”，结果显示双节段切除组ODI评分较单节段切除组更低，且术后ODI与术前差异较单节段切除组更大；在MacNab评分及各项影像学参数上，两组差异无统计学意义。目前仍然缺少对于手术责任节段选择的临床研究，根据现有证据推断，仅处理单节段突出的术后疗效不如处理多节段突出，并且还伴随着较高的复发率。在未来的研究中，通过建立腰椎三维模型以观察PELD术中其他节段应力变化情况，可能会有助于手术节段的选择<sup>[37]</sup>。

### 3 小结

综上所述，LDH首选保守治疗，但对于长期保守治疗欠佳者，手术治疗对缓解症状有更好的效果<sup>[14, 21, 38, 39]</sup>。一期行msLDH手术手术难度更大，并发症发生率增高。在诊断明确的情况下，选用PELD治疗不仅有着较高的临床优良率，且创伤也会更小，近年有研究证明相较于传统开窗手术，PELD可以减少疼痛介质的释放<sup>[40]</sup>。PELD在老年与青少年2个群体中都有较好的疗效<sup>[41]</sup>，近年研究显示：青少年的椎间盘结构特点与成年人有所不同<sup>[3, 14, 21, 42]</sup>，保守治疗对青少年LDH疗效欠佳<sup>[3, 14]</sup>，认为手术治疗疗效与成人相当，甚至优于成人，但仍缺乏某一特定手术方式的长期疗效随访文章。关于青少年msLDH的临床研究十分缺乏，未来仍需更多相关研究来观察PELD在不同年龄段msLDH患者中疗效是否有所不同。

#### 参考文献

- [1] He S, Sun Z, Wang Y, et al. Combining YESS and TESSYS techniques during percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for multilevel lumbar disc herniation [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97 (28): e11240.
- [2] Li K, Zhang T, Gao K, et al. The utility of diagnostic transforaminal epidural injection in selective percutaneous endoscopic lumbar discectomy for multilevel disc herniation with monoradicular symptom: a prospective randomized control study [J]. *World Neurosurg*, 2019, 126: e619-e624.
- [3] Mao L, Zhu B, Wu XT. One-stage percutaneous endoscopic lumbar discectomy for symptomatic double-level contiguous adolescent lumbar disc herniation [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (5): 1532-1539.
- [4] Wu X, Ma Y, Ding R, et al. Should adjacent asymptomatic lumbar disc herniation be simultaneously rectified? A retrospective cohort study of 371 cases that received an open fusion or endoscopic discectomy only on symptomatic segments [J]. *Spine J*, 2021, 21 (3): 411-417.
- [5] Zhou Z, Ni H J, Zhao W, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy via transforaminal approach combined with interlaminar approach for L<sub>4/5</sub> and L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> two-level disc herniation [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (3): 979-988.
- [6] 胡明, 王立奎, 方卫萍. 脊柱内镜单节段髓核摘除术治疗多节段腰椎间盘突出症 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2019, 25 (9): 676-681.
- [7] 李涛, 徐峰, 徐彬, 等. 椎间盘造影术在椎间孔镜治疗多间隙腰椎间盘突出症的诊治价值研究 [J]. *华南国防医学杂志*, 2017, 31 (5): 300-304.
- [8] 陈伟国, 王想福, 叶丙霖, 等. 经皮脊柱内镜经 TESSYS 技术治疗多节段腰椎间盘突出症的临床观察 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2019, 8 (7): 556-560.
- [9] 蒋传海, 吴成如, 陈然, 等. 侧入路单通道下经皮椎间孔镜手术

- 治疗相邻双节段腰椎间盘突出症[J]. 颈腰痛杂志, 2019, 40(6): 794-796.
- [10] 孙建磊, 崔新刚. 椎间孔镜一孔多间隙处理多节段间盘突出的临床疗效观察[J]. 中国临床解剖学杂志, 2019, 37(2): 206-209.
- [11] 尤瑞金, 于海霞, 杨德育, 等. 双节段腰椎间盘突出症的单切口镜下椎间盘切除术[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(15): 1366-1370.
- [12] 越雷, 王月田, 白纯碧, 等. 内镜治疗中青年双节段腰椎间盘突出症患者的手术策略[J]. 北京大学学报(医学版), 2021, 53(4): 734-739.
- [13] 程学锋, 张同会. 经皮内窥镜下腰椎间盘突出切除术治疗双节段腰椎间盘突出症[J]. 颈腰痛杂志, 2022, 43(1): 143-144.
- [14] Mao L, Wang K, Huang Y, et al. Transforaminal endoscopic lumbar discectomy for lumbosacral junction adolescent lumbar disc herniation with high iliac crests [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14(8): 1715-1722.
- [15] Benzakour T, Igoumenou V, Mavrogenis AF, et al. Current concepts for lumbar disc herniation [J]. *Int Orthop*, 2019, 43(4): 841-851.
- [16] Jin L, Yin Y, Chen W, et al. Role of the lumbosacral transition vertebra and vertebral lamina in the pathogenesis of lumbar disc herniation [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(8): 2355-2362.
- [17] Xu W, Li GW, Chen C, et al. Correlations between the sagittal plane parameters of the spine and pelvis and lumbar disc degeneration [J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 137.
- [18] Beck J, Brisby H, Baranto A, et al. Low lordosis is a common finding in young lumbar disc herniation patients [J]. *J Exp Orthop*, 2020, 7(1): 38.
- [19] Wang Y, Li D, Zhu M, et al. Lumbar facet tropism on different facet portions and asymmetry between ipsilateral cephalad and caudad portions: their correlations with L<sub>4/5</sub> and L<sub>5/S</sub><sub>1</sub> lumbar disc herniation [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45(20): E1312-E1318.
- [20] Li Z, Gui G, Zhang Y, et al. Are facet joint parameters risk factors for recurrent lumbar disc herniation? A pilot study in a Chinese population [J]. *J Clin Neurosci*, 2020, 77(1): 36-40.
- [21] Huang Y, Mao L, Shi H, et al. Lumbosacral transitional vertebrae in adolescents: effects on the short-term outcomes of percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021: 9911579.
- [22] Qie S, Li W, Li X, et al. Electromyography activities in patients with lower lumbar disc herniation [J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2020, 33(4): 589-596.
- [23] Oxford Centre for Evidence-based Medicine. Levels of evidence [EB/OL]. (2019-03-01) [2022-04-13]. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>.
- [24] 张群虎, 张锦洪, 邓杰林, 等. 椎间孔镜治疗老年腰椎间盘突出症的短期疗效[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(17): 1624-1626.
- [25] Erken HY, Karaeminogullari O, Yilmaz O, et al. Local anesthesia and conscious sedation does not affect patient's mood and anxiety levels during percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a prospective study [J]. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*, 2022, 83(5): 435-441.
- [26] Ye XF, Wang S, Wu AM, et al. Comparison of the effects of general and local anesthesia in lumbar interlaminar endoscopic surgery [J]. *Ann Palliat Med*, 2020, 9(3): 1103-1108.
- [27] Gao X, Tang K, Xia Y, et al. Efficacy analysis of percutaneous endoscopic lumbar discectomy combined with peek rods for giant lumbar disc herniation: a randomized controlled study [J]. *Pain Res Manag*, 2020, 2020: 3401605.
- [28] Sang X, Shan H, Hu J, et al. The efficacy of bilateral intervertebral foramen block for pain management in percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a protocol for randomized controlled trial [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(41): e22693.
- [29] Li J, Liang S, Xie W, et al. Symptomatic postoperative discal pseudocyst following percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a case report and review of the literature [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(3): e24026.
- [30] Shu W, Wang H, Zhu H, et al. Nerve root entrapment with pseudomeningocele after percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a case report [J]. *J Spinal Cord Med*, 2020, 43(4): 552-555.
- [31] Sun B, Wu H, Xu Z, et al. Is selective nerve root block necessary for learning percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a comparative study using a cumulative summation test for learning curve [J]. *Int Orthop*, 2020, 44(7): 1367-1374.
- [32] Tang J, Liang Z, He J, 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.
- [33] Wang F, Chen K, Lin Q, et al. Earlier or heavier spinal loading is more likely to lead to recurrent lumbar disc herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 356.
- [34] Liang X, Wang Y, Yue Y, et al. Whether out-of-bed activity restriction in the early postoperative period of PELD is beneficial to therapeutic efficacy or reduce recurrence [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 860140.
- [35] Hao L, Li S, Liu J, et al. Recurrent disc herniation following percutaneous endoscopic lumbar discectomy preferentially occurs when Modic changes are present [J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 176.
- [36] Jasper GP, Francisco GM, Telfeian AE. Clinical success of transforaminal endoscopic discectomy with foraminotomy: a retrospective evaluation [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2013, 115(10): 1961-1965.
- [37] Xie Y, Wang X, Jian Q, et al. Three dimensional finite element analysis used to study the influence of the stress and strain of the operative and adjacent segments through different foraminoplasty technique in the PELD: Study protocol clinical trial (SPIRIT Compliant) [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(15): e19670.

- 262.
- [30] Matuzelski E, Harvey TJ, Harkins D, et al. Expression of NFIA and NFIB within the murine spinal cord [J]. *Gene Expr Patterns*, 2020, 35: 119098.
- [31] Wang Z, Huang J, Liu C, et al. BAF45D downregulation in spinal cord ependymal cells following spinal cord injury in adult rats and its potential role in the development of neuronal lesions [J]. *Front Neurosci*, 2019, 13: 1151.
- [32] Fabbiani G, Reali C, Valentín-Kahan A, et al. Connexin signaling is involved in the reactivation of a latent stem cell niche after spinal cord injury [J]. *J Neurosci*, 2020, 40 (11): 2246–2258.
- [33] Ribeiro A, Monteiro JF, Certal AC, et al. Foxj1a is expressed in ependymal precursors, controls central canal position and is activated in new ependymal cells during regeneration in zebrafish [J]. *Open Biology*, 2017, 7 (11): 170139.
- [34] Li X, Floriddia EM, Toskas K, et al. FoxJ1 regulates spinal cord development and is required for the maintenance of spinal cord stem cell potential [J]. *Exp Cell Res*, 2018, 368 (1): 84–100.
- [35] Shin DC, Ha KY, Kim YH, et al. Induction of endogenous neural stem cells by extracorporeal shock waves after spinal cord injury [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43 (4): E200–E207.
- [36] 方超, 孙健, 魏来福, 等. 振荡电场刺激脊髓损伤模型大鼠抑制神经炎症反应促进功能恢复 [J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25 (11): 1717–1722.
- [37] 王晓玉, 王楠, 陈悦霞, 等. 嗅鞘细胞移植调节星形细胞活性促进急性脊髓损伤大鼠神经功能恢复 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (6): 548–554.
- [38] Requejo-Aguilar R, Alastrue-Agudo A, Cases-Villar M, et al. Combined polymer-curcumin conjugate and ependymal progenitor/stem cell treatment enhances spinal cord injury functional recovery [J]. *Biomaterials*, 2017, 113 (1): 18–30.
- (收稿:2021-08-04 修回:2022-10-18)  
(同行评议专家: 陈建民)  
(本文编辑: 宁 桦)

(上接 2249 页)

- [38] Chen BL, Guo JB, Zhang HW, et al. Surgical versus non-operative treatment for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Rehabil*, 2018, 32 (2): 146–160.
- [39] Rickers KW, Pedersen PH, Tvedebrink T, et al. Comparison of interventions for lumbar disc herniation: a systematic review with network meta-analysis [J]. *Spine J*, 2021, 21 (10): 1750–1762.
- [40] 张金磊, 王怀新, 喻景奕, 等. 两种腰椎间盘突出切除术式神经传导与疼痛介质比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (17): 1621–1623.
- [41] Raghu ALB, Wiggins A, Kandasamy J. Surgical management of lumbar disc herniation in children and adolescents [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2019, 185: 105486.
- [42] Dang L, Liu Z. A review of current treatment for lumbar disc herniation in children and adolescents [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19 (2): 205–214.
- (收稿:2022-04-01 修回:2022-10-17)  
(同行评议专家: 李大鹏)  
(本文编辑: 宁 桦)