

· 综述 ·

内镜椎间盘切除术后残留症状原因与处理[△]林顺¹, 刘锦涛², 姜宏², 俞鹏飞^{2*}

(1. 南京中医药大学, 江苏南京 210046; 2. 南京中医药大学附属苏州市中医医院, 江苏苏州 215009)

摘要: 腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 是骨科常见疾病之一。近年来, 随着脊柱微创手术的发展, 经椎间孔内窥镜脊柱手术系统 (transforaminal endoscopic surgical system, TESSYS) 因其创口小、损伤程度低、术后恢复快等优势, 被广泛应用于腰椎间盘突出症的治疗。而部分患者经内镜治疗后出现了不同程度的术后残留症状, 其发生的具体机制未完全明确, 且最佳治疗方式的选择仍有争议。笔者基于近年来对于术后残留症状的研究做一综述, 分析其发生原因及相关治疗措施, 为术后残留症状的临床治疗提供参照方案。

关键词: 腰椎间盘突出症, 内镜术后残留症状, 发生机制, 临床治疗, 综述文献

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 01-0061-06

Reason and management of residual symptoms after endoscopic discectomy // LIN Shun¹, LIU Jin-tao², JIANG Hong², YU Peng-fei². 1. Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 210046, China; 2. Suzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Suzhou 215009, China

Abstract: Lumbar disc herniation (LDH) is one of the common orthopedic diseases in the clinic. In recent years, with the development of minimally invasive spinal surgery, the transforaminal endoscopic surgery system (TESSYS) is widely used in the treatment of lumbar disc herniation due to its small incision, minimizing injury and rapid postoperative recovery. However, some patients have developed postoperative residual symptoms in varying degrees after endoscopic treatment, and the specific mechanism of their occurrence is not fully understood, and the choice of the best treatment mode remains controversial. This article reviews the research on postoperative residual symptoms in recent years, analyzes the causes and related treatment measures to provide a reference for the clinical management of postoperative residual symptoms.

Key words: lumbar disc herniation, transforaminal endoscopic surgical system, residual symptoms, mechanism, literature review

经椎间孔内窥镜脊柱手术系统 (transforaminal endoscopic surgical system, TESSYS) 是治疗腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 的常用治疗方式, 但 7.4%~21% 的 LDH 患者在行内镜术后, 原有症状未见明显缓解, 或者短期缓解后又加重, 该现象统称为腰椎间盘突出症内镜术后的残留症状^[1, 2]。其具体原因尚未完全明确, 已有研究认为可能与术中损伤、减压不彻底以及髓核再突出有关^[3], 但目前术后残留症状缺乏治疗上高质量证据, 最佳治疗方案的选择仍有待明确。笔者基于近年来治疗 LDH 术后残留症状的相关研究做一综述。

1 术后残留症状的发生原因

目前主流观点认为腰椎间盘突出症内镜术后残留症状发生与以下因素有关: 术中损伤、术中椎管内减压不完全以及术后椎间盘的再突出。多种原因造成椎管内神经根组织受压状况未解除, 甚至伴有神经根损伤, 从而导致相关症状的发生^[4]。

1.1 手术损伤

手术治疗 LDH 的关键在于建立有效的工作通道和精准的手术靶点。相较于传统手术方式, 可视化内镜技术尽可能地减少了对手术入路周围组织及椎体结

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.01.10

△基金项目: 国家自然科学基金项目 (编号: 82004393; 82074467); 江苏省自然科学基金项目 (编号: BK20190191; BK20201180); 苏州市科技发展计划项目 (编号: SKJY2021135)

作者简介: 林顺, 硕士研究生, 研究方向: 脊柱及骨关节病研究, (电话) 15995486416, (电子信箱) 1715586537@qq.com

* **通信作者:** 俞鹏飞, (电子信箱) yupengfei86@163.com

构的损伤破坏,相当程度上降低了术后残留症状的发生率^[5]。但由于操作空间小、手术安全区有限等因素,实际的手术过程对术者操作水平要求较高,单纯盲视下低效率成形需要尝试性地进行反复穿刺,而术中 C 形臂 X 线机透视或者 CT 引导的对 LDH 责任节段的定位误差进一步增加了一次成形的失败风险,其造成的手术路径周围组织与神经根损伤是引起术后早期疼痛的主要原因^[6-8],并且反复透视存在增加患者射线暴露量的风险^[9]。因此,准确定位责任节段、选择合适的手术入路是腰椎间盘突出症内镜手术治疗的首要步骤,而经皮内镜下椎间孔入路是目前常用的术式^[10]。

对于椎间孔入路的内镜下椎间盘切除术,椎间盘的生理解剖位置紧邻神经根及椎管内硬膜囊,术中操作不当易引起神经根损伤或硬膜囊撕裂等手术损伤^[11]。尤其对于老年 LDH 患者,在腰椎间退变(intervertebral disc degeneration, IDD)的过程中,突出节段的神经根与硬膜囊在炎性因子的刺激下与周围组织粘连,在术中剥离粘连组织时极易造成硬膜囊的撕裂,导致局部术中乃至术后出血,甚至直接损伤周围神经根,加重相应节段的神经症状与体征,影响内镜手术治疗的预后。并且由于椎管内部空间狭小,在术中出血处理不及时的情况下,中等量的出血凝固后就会压迫邻近神经根及硬膜囊,使得术后症状反复,乃至有加重趋势^[12]。

1.2 减压不彻底

TESSYS 通过切除病变节段的椎间盘突出组织实现减压效果,减轻对周围神经根的压迫,从而缓解腰椎间盘突出症的临床症状。但 TESSYS 技术在同心逐级扩张、逐步成形的过程中容易出现成形不完全的问题,造成减压不彻底的现象;而手术过程中如何判断受压的神经根得到充分减压仍是手术治疗的一大难题^[13],内镜下术者工作通道的放置以及术中实际应切除多少椎间盘组织,从而避免切除残留,此类问题仍有待循证医学的方法进行深入研究。

另有部分患者受到突出组织体积大、游离距离远、椎管狭窄等因素的影响,内镜手术无法完全清除突出组织,亦无法彻底减压,进而影响内镜手术的疗效^[8, 14, 15]。椎间盘组织突出体积、突出方向及游离距离的差异产生了相应的椎管狭窄,是造成手术预后的差异的主要原因,其中神经根管(侧隐窝)狭窄型发生率更高,具有临床症状重、手术失败率高且再手术风险大的特点。李振宙等^[16]在对行内镜下侧隐窝减压术的 85 例患者 2 年的随访后,约有 9.6% 的患者对

术后的疗效表示不满,其原因可能与减压不完全有关。

1.3 椎间盘再突出

脊柱是人体的主要承重结构,而患者 BMI 超重、过早的活动以及高强度的劳动是引发内镜术后残留症状的危险因素^[17-19]。椎间孔成形术的过程中往往会部分切除关节突关节、黄韧带及后纵韧带,影响脊柱的稳定性,原发阶段或邻近节段的髓核组织在外力的挤压下进入后方的椎管内,压迫周围神经根,造成 LDH 术后的腰腿痛症状的反复,也被称为复发性腰椎间盘突出症(recurrent lumbar disc herniation, RLDH)。

1.3.1 原发节段再突出

原节段的椎间盘再突出较为常见,复发率为 3.5%~27%^[20]。脊柱的稳定性在椎间孔成形术的过程中受到不同程度的破坏,髓核组织在外力的挤压下突破损伤的纤维环,进入后方的椎管内,压迫周围神经根,造成腰椎间盘突出症术后疼痛的反复。因此纤维环破损越大,越容易发生术后椎间盘组织再突出。

椎间盘突出方向、突出体积、游离距离以及突出髓核摘除量是腰椎间盘突出症术后复发的主要影响因素。内镜手术通过切除突出椎间盘组织达到减压效果,相对于脱出型或游离型的 LDH,中央型突出髓核组织在手术中切除体积小,失活部分残留量多,更有可能发生椎间盘组织的再突出。McGirt 等^[21]在 13 359 例内镜手术治疗的腰椎间突出症患者荟萃分析后,发现术中仅摘除突出或破裂的椎间盘组织与完全清除失活组织的患者,术后复发率分别为 7% 与 3.5%,证实内镜术中尽可能切除突出椎间盘组织术后复发可能性小于对突出组织有限切除。但也有报道发现“尽可能切除”的手术方式术后顽固性腰痛的发生率更高,其原因可能与脊柱稳定性的破坏有关,因此目前主流观点认为尽可能保留骨肌肉韧带结构可给患者带来更大益处^[4]。

1.3.2 相邻椎间盘突出

相邻节段的椎间盘突出较少见,复发率约为 5.6%^[22, 23]。在腰椎间突出症的内镜手术过程中,阻挡操作的关节突关节与部分椎弓根遭到不同程度破坏,影响了腰椎与椎间盘的稳定性。在高强度的劳作或过早的活动后,外力作用于内镜手术节段及其相邻节段,从而引发椎间盘的突出。若术前相邻节段椎间盘在腰椎退变的进展中发生病理变化,如椎间盘膨隆及轻度突出,则术后突出的概率更大。

2 术后残留症状的治疗

2.1 手术治疗

2.1.1 内镜手术治疗

TESSYS 同样适用于腰椎间盘突出症术后残留症状、椎间孔狭窄等,通过重复切除责任节段突出的椎间盘组织治疗术后早期复发也可取得较好的预后。经皮内镜下髓核摘除术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)是术后残留症状有效且安全治疗方法^[24],但相较于其他手术方式,PELD TESSYS 治疗术后残留症状出现症状反复的时间更短,其原因可能仍与椎间盘突出组织残留、减压不彻底、脊柱失稳等因素有关。再次行 PELD 手术无论切除同侧或者对侧乃至相邻节段的突出组织,都必然会切除更多的突出组织及关节突关节的骨性结构,从而造成手术节段的失稳,进而引起相应术后残留症状。Yoshikane 等^[25]以 PELD 治疗 52 例复发性腰椎间盘突出症患者(平均年龄 51.8 岁;男性/女性:13/39),翻修过程中均成功减压,术后症状得到明显改善,但在 18 个月的随访过程中仍有 3 例出现了腰痛症状的反复。

针对反复穿刺透视可能引起的术中损伤、减压不彻底等问题,骨钻技术、偏心环锯技术、镜下动力等改良技术提高了关节突成形的效率,为实现术中进一步的减压创造了条件。而近年来,在“镜外环锯”理论的指导下,TESSYS ISEE 作为可视化内镜的代表技术,实现了内镜手术的定点、定量、多次成形,最大程度上减少了对椎体结构的破坏,保护了椎体的稳定性,尽可能实现椎管内减压效果,避免腰痛症状的反复与 LDH 再发生。但因术中仍需要借助透视多次穿刺,其具体长期疗效仍有待临床实践中的进一步检验。

2.1.2 腰椎器械融合术

治疗腰椎间盘突出症术后残留症状,腰椎器械融合术是术后翻修的成熟术式,常见的手术入路包括经后路腰椎椎体间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)、经椎间孔腰椎椎体间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)、微创 TLIF(MIS-TLIF)、经侧方入路腰椎椎体间融合术(lateral lumbar interbody fusion, LLIF)等,而 TLIF 是术后翻修的主要术式^[26, 27]。

内镜术后可能导致严重的椎间孔区域神经根与瘢痕组织粘连,术后行翻修手术存在一过性神经功能加重、脑脊液漏以及术后感染的风险^[26],TLIF 可以在

前次手术的对侧进行相关操作,从而避开瘢痕粘连的硬膜外间隙,充分暴露椎间孔行走根、出口根与突出髓核组织,近年来作为腰椎术后翻修手术的主要方式被广泛应用。姜宇等^[28]在对 TLIF 治疗内镜术后残留症状的 46 例患者随访后,发现 MacNab 疗效优良率达到 93.8%。Iwata 等^[29]发现单侧 TLIF 术可以恢复椎间隙高度,并且通过在减压侧置入单枚椎间融合器,增大对侧椎间孔面积,完成对侧椎间孔的间接解压,进而间接缓解 RLDH 相应的临床症状。但有部分报道发现 TLIF 翻修术后仍有神经症状加重的风险,其发生原因可能与矢状位不平衡、瘢痕组织粘连及椎间孔狭窄有关^[30, 31]。单侧 TLIF 术椎间融合器的放置角度会影响手术节段腰椎前凸角,导致对侧椎间孔面积减小,未完全解除责任节段神经根压迫,导致术后残留症状预后较差。而椎体间融合器的沉降与移位有可能损伤椎管减压的效果,严重时会引起术后剧烈腰背部疼痛、神经损伤等不良后果,且再翻修难度大^[30, 32-34]。无论术中操作不当亦或神经根长期受压都会造成神经根的损伤,神经损伤恢复较慢,是导致术后顽固性腰痛的主要原因,这类情况应值得引起重视。

2.2 保守治疗

内镜术后腰椎间盘突出组织摘除不彻底与髓核再突出是术后残留症状的主要原因,而术后再次行腰椎手术治疗的优良率为 22%~92%,有很大的不确定性,并且疗效往往随着手术时间的延长逐渐减退^[35],因此对于术后残留症状是否需要再次行手术治疗仍有争议。

既往观点认为游离型的腰椎间盘突出症是最有可能发生重吸收的类型,而是否突破后纵韧带是突出组织发生重吸收的关键^[36]。TESSYS 在手术过程中破坏了纤维环与后纵韧带结构,人为地创造了突出组织与周围血运的接触环境,为重吸收的发生创造了可能性。有学者发现,部分内镜术后残留症状的患者在未进行外科手段干预的情况下,经保守治疗后相关症状也能取得较好的疗效^[37, 38],其具体机制临床上仍未完全明确,已有的研究发现可能与以下几种机制有关:(1)炎性反应与新生血管的长入;(2)内镜术后残留组织与再突出椎间盘诱发的自身免疫。多种因素共同作用双向调控炎症反应的进行,消除周围神经根组织的炎性水肿,促成术后残留椎间盘与再突出组织的自发吸收,达到椎管内减压的目的,从而缓解内镜术后的残留症状。

已有研究表明,口服中药可改善突出节段椎间盘

组织微循环, 调控机体炎性反应, 缓解神经根水肿, 促进残留椎间盘组织与再突出髓核的自发吸收^[39-41]。其可能机制大概率与残留髓核及再突出组织的血管化与炎性因子聚集有关。受损的椎间盘细胞会激活机体T细胞(CD3+, CD4+, CD8+)、巨噬细胞的表达、促炎因子TNF- α 与IL-6 β 表达, 并且上调VEGF、NGF、COX-2和mPGES1等因子, 通过引起炎性因子聚集, 加速机体自身髓核细胞自噬与凋亡的进程^[42], 增强免疫细胞对突出物的吞噬溶解作用, 促进突出物的自发吸收^[43, 44]。同时, 随着髓核细胞血管化与炎性反应的发展, 髓核细胞内活性氧(ROS)的增加进一步增强了氧化应激反应, 诱导残留组织与再突出髓核的过度自噬与凋亡, 促进重吸收现象的发生, 实现椎管内的减压效果, 从而有效缓解椎间盘突出术后的残留症状, 为术后残留症状提供了新的治疗思路。

3 小 结

随着脊柱微创手术的广泛应用, 内镜术后的残留症状逐渐引起人们重视。部分患者内镜术中难以完成有效的减压治疗, 或是在危险因素的作用下造成术后髓核再突出, 多种原因导致手术治疗未能取得较好的预后, 甚至反而有加重趋势, 而中药治疗为内镜术后残留症状补充了一种有效的治疗方式。已有研究证实口服中药可有效缓解并减轻腰间盘突出症内镜术后残留症状, 改善腰椎功能, 其发生的机制可能与残留髓核的自发吸收有关, 而具体作用机制仍有待进一步探索。如何有效激活相关作用机制, 进一步提高术后残留症状治疗效果, 应当是下一阶段的研究方向。

参考文献

- [1] Eun SS, Lee SH, Sabal LA. Long-term follow-up results of percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. *Pain Physician*, 2016, 19 (8) : E1161-e1166. DOI: 10.36076/ppj/2016.19.E1161.
- [2] Yin S, Du H, Yang W, et al. Prevalence of recurrent herniation following percutaneous endoscopic lumbar discectomy: A Meta-analysis [J]. *Pain Physician*, 2018, 21 (4) : 337-350. DOI: 10.36076/ppj.2018.4.337.
- [3] 刘新宇, 原所茂, 田永昊, 等. 腰椎经皮内镜手术后疗效不佳的原因分析 [J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38 (8) : 497-503. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2018.08.006.
Liu XY, Yuan SM, Tian YH, et al. Unsuccessful percutaneous endoscopic lumbar discectomy for lumbar degenerative diseases [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2018, 38 (8) : 497-503. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2018.08.006.
- [4] Choi KC, Lee JH, Kim JS, et al. Unsuccessful percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a single-center experience of 10 228 cases [J]. *Neurosurgery*, 2015, 76 (4) : 372-381. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000628.
- [5] Ruetten S, Komp M. Endoscopic lumbar decompression [J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2020, 31 (1) : 25-32. DOI: 10.1016/j.nec.2019.08.003.
- [6] Fjeld OR, Grøvre L, Helgeland J, et al. Complications, reoperations, readmissions, and length of hospital stay in 34 639 surgical cases of lumbar disc herniation [J]. *Bone Joint J*, 2019, 101-b (4) : 470-477. DOI: 10.1302/0301-620X.101B4.BJJ-2018-1184.R1.
- [7] Krzok G. Transforaminal endoscopic surgery: outside-in technique [J]. *Neurospine*, 2020, 17 (Suppl 1) : S44-s57. DOI: 10.14245/ns.2040128.064.
- [8] 刘滔, 周全, 章君鑫, 等. 内镜与开放手术治疗腰神经根管狭窄症比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (24) : 2230-2234. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.24.05.
Liu T, Zhou Q, Zhang JX, et al. Comparison of endoscopic and open surgery for lumbar nerve root canal stenosis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (24) : 2230-2234. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.24.05.
- [9] Swiatek PR, McCarthy MH, Weiner J, et al. Intraoperative image guidance for lateral position surgery [J]. *Ann Transl Med*, 2021, 9 (1) : 90. DOI: 10.21037/atm-2020-ioi-10.
- [10] 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. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200402-00213.
Chinese Orthopaedic Association of Spinal Surgery Group, Chinese Orthopaedic Association of Orthopaedic Rehabilitation Group. guidelines for lumbar disc herniation [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2020, 40 (8) : 477-487. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200402-00213.
- [11] Khandge AV, Sharma SB, Kim JS. The evolution of transforaminal endoscopic spine surgery [J]. *World Neurosurg*, 2021, 145 : 643-656. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.08.096.
- [12] Grotle M, Småstuen MC, Fjeld O, et al. Lumbar spine surgery across 15 years: trends, complications and reoperations in a longitudinal observational study from Norway [J]. *BMJ Open*, 2019, 9 (8) : e028743. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-028743.
- [13] Yang J, Guo C, Kong Q, et al. Learning curve and clinical outcomes of percutaneous endoscopic transforaminal decompression for lumbar spinal stenosis [J]. *Int Orthop*, 2020, 44 (2) : 309-317. DOI: 10.1007/s00264-019-04448-1.
- [14] Turk O, Antar V, Yaldiz C. Spontaneous regression of herniated nucleus pulposus: The clinical findings of 76 patients [J]. *Medicine*, 2019, 98 (8) : e14667. DOI: 10.1097/MD.00000000000014667.
- [15] Qin R, Liu B, Hao J, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus posterior open lumbar microdiscectomy for the treatment of symptomatic lumbar disc herniation: a systemic review and meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2018, 120 : 352-362. DOI:

- 10.1016/j.wneu.2018.08.236.
- [16] 李振宙, 侯树勋, 商卫林, 等. 经皮内镜下经椎间孔入路腰椎侧隐窝减压术: 技术要点及 2 年随访结果 [J]. 中国骨与关节杂志, 2016, 5 (5): 333-338. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2016.05.003.
- Li ZZ, Hou SX, Shang WL, et al. Percutaneous lumbar foraminoplasty and percutaneous endoscopic lumbar decompression for lateral recess stenosis through transforaminal approach: technique notes and 2 years' follow-up [J]. Chinese Journal of Bone and Joint, 2016, 5 (5): 333-338. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2016.05.003.
- [17] Park CH, Park ES, Lee SH, et al. Risk factors for early recurrence after transforaminal endoscopic lumbar disc decompression [J]. Pain Physician, 2019, 22 (2): E133-E138.
- [18] Khan JM, Basques BA, Kunze KN, et al. Does obesity impact lumbar sagittal alignment and clinical outcomes after a posterior lumbar spine fusion [J]. Eur Spine J, 2020, 29 (2): 340-348. DOI: 10.1007/s00586-019-06094-y.
- [19] Taree A, Mikhail CM, Markowitz J, et al. Risk factors for 30- and 90-day readmissions due to surgical site infection following posterior lumbar fusion [J]. Clin Spine Surg, 2021, 34 (4): E216-E222. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001095.
- [20] Henssen D, Scheepers N, Kurt E, et al. Patients' expectations on spinal cord stimulation for failed back surgery syndrome: a qualitative exploration [J]. Pain Pract, 2018, 18 (4): 452-462. DOI: 10.1111/papr.12617.
- [21] McGirt MJ, Ambrossi GL, Dato G, et al. Recurrent disc herniation and long-term back pain after primary lumbar discectomy: review of outcomes reported for limited versus aggressive disc removal [J]. Neurosurgery, 2009, 64 (2): 338-345. DOI: 10.1227/01.NEU.0000337574.58662.E2.
- [22] 周超, 田永昊, 郑燕平, 等. 腰椎椎间盘突出术后症状复发原因分析 [J]. 脊柱外科杂志, 2015, 13 (2): 98-100. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2015.02.009.
- Zhou C, Tian YH, Zheng YP, et al. Analysis on causes of postoperative symptoms recurring of lumbar disc herniation [J]. Journal of Spinal Surgery, 2015, 13 (2): 98-100. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2015.02.009.
- [23] Zhao Y, Liang Y, Wang T, et al. A hybrid therapeutic approach for decreasing postoperative complications in patients with adult lumbar degenerative scoliosis [J]. Medicine, 2020, 99 (30): e21221. DOI: 10.1097/MD.00000000000021221.
- [24] Pan M, Li Q, Li S, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: indications and complications [J]. Pain Physician, 2020, 23 (1): 49-56.
- [25] Yoshikane K, Kikuchi K, Izumi T, et al. Full-endoscopic lumbar discectomy for recurrent lumbar disc herniation: a retrospective study with patient-reported outcome measures [J]. Spine Surg Relat Res, 2021, 5 (4): 272-277. DOI: 10.22603/ssr.2020-0159.
- [26] Liang JQ, Chen C, Zhao H. Revision surgery after percutaneous endoscopic transforaminal discectomy compared with primary open surgery for symptomatic lumbar degenerative disease [J]. Orthop Surg, 2019, 11 (4): 620-627. DOI: 10.1111/os.12507.
- [27] Qiao G, Feng M, Wang X, et al. Revision for endoscopic discectomy: is lateral lumbar interbody fusion an option [J]. World Neurosurg, 2020, 133: e26-e30. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.07.226.
- [28] 姜宇, 袁磊, 郭昭庆, 等. 经椎间孔腰椎椎体间融合术治疗经皮内镜腰椎间盘切除术后复发性单节段腰椎间盘突出症 [J]. 中国微创外科杂志, 2021, 21 (1): 41-46. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2021.01.010.
- Jiang Y, Yuan L, Guo ZQ, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar revision surgery after percutaneous endoscopic lumbar discectomy of single-segment lumbar disc herniation [J]. Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery, 2021, 21 (1): 41-46. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2021.01.010.
- [29] Iwata T, Miyamoto K, Hioki A, et al. Morphologic changes in contralateral lumbar foramen in unilateral cantilever transforaminal lumbar interbody fusion using kidney-type intervertebral spacers [J]. J Spinal Disord Tech, 2015, 28 (5): E270-276. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318286bb14.
- [30] 孟海, 杨雍, 孙天胜, 等. 腰椎后路手术椎间融合器应用的专家共识 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2021, 31 (4): 379-384. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.04.16.
- Meng H, Yang Y, Sun TS, et al. Expert consensus on the application of interbody fusion cage in posterior lumbar surgery [J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31 (4): 379-384. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.04.16.
- [31] Wang SJ, Zhang SB, Yi YY, et al. Estimation of the ideal correction of lumbar lordosis to prevent reoperation for symptomatic adjacent segment disease after lumbar fusion in older people [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21 (1): 429. DOI: 10.1186/s12891-020-03463-3.
- [32] Marie-Hardy L, Pascal-Moussellard H, Barnaba A, et al. Screw loosening in posterior spine fusion: prevalence and risk factors [J]. Global Spine J, 2020, 10 (5): 598-602. DOI: 10.1177/2192568219864341.
- [33] 艾力沙提·艾克热木, 刘刚. 46 例经椎间孔腰椎间融合术后再手术报告及文献综述 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (3): 240-243. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.03.10.
- Ailishati Aikere-mu, Liu G. Reoperation secondary to transforaminal lumbar interbody fusion: a 46-case report and literature review [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (3): 240-243. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.03.10.
- [34] 郭新虎, 孟妍, 齐强, 等. 后路腰椎椎体间融合术后 cage 移位的危险因素分析及处理策略 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2022, 32 (1): 42-49. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.01.06.
- Guo XH, Meng Y, Qi Q, et al. Risk factors and treatment strategies for cage migration following posterior lumbar interbody fusion [J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2022, 32 (1): 42-49. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.01.06.
- [35] 李学林, 晏怡果, 薛静波, 等. 经皮椎间孔镜技术在腰椎手术失败综合征中的应用 [J]. 中国内镜杂志, 2021, 27 (6): 74-78.

- DOI: 10.12235/E20200393.
- Li XL, Yan YG, Xue JB, et al. Application of percutaneous endoscopic lumbar discectomy in the failure syndrome of lumbar surgery [J]. Chinese Journal of Endoscopy, 2021, 27 (6) : 74-78. DOI: 10.12235/E20200393.
- [36] 俞鹏飞, 姜宏, 马智佳, 等. 增强 MRI 对脱出和游离型腰椎间盘突出症转归的预测价值 [J]. 中华骨科杂志, 2021, 41 (18) : 1350-1360. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200804-00481.
- Yu PF, Jiang H, Ma ZJ, et al. The outcome predicted value of enhanced MRI for prolapsed or sequestered lumbar disc herniation [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2021, 41 (18) : 1350-1360. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200804-00481.
- [37] 丁秀芳, 孙丽双, 王英华, 等. 电针治疗腰椎间盘突出症椎间孔镜术后残留症状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (23) : 2158-2161. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.23.11.
- Ding XF, Sun LS, Wang YH, et al. Electroacupuncture for residual symptoms secondary to percutaneous endoscopic lumbar discectomy for lumbar disc herniation [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (23) : 2158-2161. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.23.11.
- [38] 戎毅, 马勇, 郭杨, 等. 中医药治疗腰椎间盘突出症微创术后残留症状的研究进展 [J]. 中华中医药杂志, 2021, 36 (5) : 2830-2834.
- Rong Y, Ma Y, Guo Y, et al. Research progress of traditional Chinese medicine in residual symptoms after minimally invasive surgery of lumbar disc herniation [J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medical Pharmacy, 2021, 36 (5) : 2830-2834.
- [39] 杨召, 苑珍珠. 炎性因子在中医药治疗椎间盘退变中的机制研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (24) : 2246-2248. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.24.08.
- Yang Z, Yuan ZZ. Mechanism of Traditional Chinese Medicine on inflammatory factors in intervertebral disc degeneration [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (24) : 2246-2248. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.24.08.
- [40] Dai F, Dai YX, Jiang H, et al. Non-surgical treatment with XSH-HD for ruptured lumbar disc herniation: a 3-year prospective observational study [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21 (1) : 690. DOI: 10.1186/s12891-020-03723-2.
- [41] Yu P, Mao F, Chen J, et al. Characteristics and mechanisms of resorption in lumbar disc herniation [J]. Arthritis Res Ther, 2022, 24 (1) : 205. DOI: 10.1186/s13075-022-02894-8.
- [42] 李瑶, 孙中仪, 戴健, 等. 椎间盘退变 IL-1 β 激活 NF- κ B 信号通路增强 ADAMTS-4 的表达 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (23) : 2177-2181. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.23.14.
- Li Y, Sun ZY, Dai J, et al. IL-1 β activates the NF- κ B signal pathway to enhance the expression of ADAMTS-4 in intervertebral disc degeneration [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (23) : 2177-2181. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.23.14.
- [43] Guo YJ, Pan WW, Liu SB, et al. ERK/MAPK signalling pathway and tumorigenesis [J]. Exp Ther Med, 2020, 19 (3) : 1997-2007. DOI: 10.3892/etm.2020.8454.
- [44] Zhao R, Liu W, Wang M, et al. Lysyl oxidase inhibits TNF- α induced rat nucleus pulposus cell apoptosis via regulating Fas/FasL pathway and the p53 pathways [J]. Life Sci, 2020, 260: 118483. DOI: 10.1016/j.lfs.2020.118483.

(收稿:2022-02-11 修回:2023-05-31)

(同行评议专家: 孙海涛, 王明飞)

(本文编辑: 宁桦)