

腰椎间盘突出症术后残余症状的 诊疗策略与进展

曹晨皓, 李卓凡, 王 董, 张东顺, 周陈西, 李 东*

南京中医药大学第一临床医学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年1月28日; 录用日期: 2025年2月21日; 发布日期: 2025年2月28日

摘 要

腰椎间盘突出症(Lumbar Disc Herniation, LDH)术后残余症状是一个常见但复杂的临床问题, 严重影响患者术后生活质量。本文综述了LDH术后残余症状的流行病学、病因、临床表现、诊断和治疗等方面的研究进展。研究表明, LDH术后残余症状发生率高, 主要与神经根压迫、炎症反应等因素有关。准确诊断需综合分析临床表现、影像学 and 电生理检查结果。治疗策略包括药物、物理疗法、微创手术和康复训练等, 应遵循个体化原则。多模式疼痛管理有助于改善预后。未来研究应关注新型微创术式、治疗新方法以及个体化诊疗策略的制定, 重视前瞻性、大样本临床试验和新技术应用, 需要多学科协作, 以期进一步提升LDH术后患者生活质量。

关键词

腰椎间盘突出症, 术后残余症状, 微创手术, 个体化诊疗

Diagnostic and Therapeutic Strategies for Residual Symptoms after Lumbar Disc Herniation Surgery: Current Progress

Chenhao Cao, Zhuofan Li, Dong Wang, Dongshun Zhang, Chenxi Zhou, Dong Li*

The First Clinical Medical College, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing Jiangsu

Received: Jan. 28th, 2025; accepted: Feb. 21st, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

Postoperative residual symptoms of lumbar disc herniation (LDH) are a common yet complex

*通讯作者。

文章引用: 曹晨皓, 李卓凡, 王董, 张东顺, 周陈西, 李东. 腰椎间盘突出症术后残余症状的诊疗策略与进展[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(1): 932-938. DOI: 10.12677/jcpm.2025.41131

clinical issue that significantly affects patients' quality of life after surgery. This review summarizes the current research progress on the epidemiology, etiology, clinical manifestations, diagnosis, and treatment of postoperative residual symptoms of LDH. Studies show that the incidence of these residual symptoms is high and is primarily associated with factors such as nerve root compression and inflammatory responses. Accurate diagnosis requires a comprehensive analysis of clinical manifestations, imaging, and electrophysiological examination results. Treatment strategies include medication, physical therapy, minimally invasive surgery, and rehabilitation training, with an emphasis on individualized approaches. Multimodal pain management is beneficial for improving prognosis. Future research should focus on new minimally invasive techniques, novel treatment methods, and the development of individualized diagnostic and therapeutic strategies. Attention should be given to prospective, large-scale clinical trials and the application of new technologies, with a multidisciplinary approach to further enhance the quality of life of patients following LDH surgery.

Keywords

Lumbar Disc Herniation, Postoperative Residual Symptoms, Minimally Invasive Surgery, Individualized Diagnosis and Treatment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

腰椎间盘突出症(Lumbar Disc Herniation, LDH)是一种常见的脊柱退行性疾病,其发病率随年龄增长而升高[1]。LDH 主要由于椎间盘退变、纤维环破裂、髓核突出,压迫或刺激神经根引起一系列症状[2]。LDH 的临床表现包括腰背痛、下肢放射痛以及感觉、运动和反射改变等,严重影响患者的日常生活和工作。目前,手术治疗如腰椎间盘突出切除术是缓解 LDH 症状的有效方法,但术后残余症状如腰背痛、下肢麻木等仍困扰着部分患者,降低了其生活质量[3]。因此,深入探讨 LDH 术后残余症状的发生机制、影响因素和诊治策略具有重要意义。

2. LDH 术后残余症状的流行病学

尽管手术可以有效缓解 LDH 引起的疼痛和功能障碍,但术后残余症状的发生率较高。一项纳入 18 项研究的 Meta 分析显示,LDH 患者术后腰痛和下肢痛的患病率分别为 29.2%和 23.1% [4]。另一项研究发现,术后 6 个月时仍有 15.2%的患者遗留下肢麻木症状[5]。

影响 LDH 术后残余症状发生的因素包括年龄、性别、体重指数、吸烟史、病程时间和术前症状严重程度等[6][7]。一项前瞻性队列研究发现,高龄(≥ 50 岁)、女性、肥胖($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$)、吸烟和长病程(> 6 个月)是腰痛残留的独立危险因素[6]。此外,术前下肢疼痛和麻木症状严重的患者术后残余症状的风险更高[7]。

近年来,国内外学者开展了多项 LDH 术后残余症状的流行病学研究。2019 年,有一项纳入 1192 例 LDH 患者的大样本多中心研究显示,术后 6 个月和 24 个月腰痛残留率分别为 32.8%和 26.4%,下肢痛残留率分别为 20.3%和 16.7% [8]。2020 年,另一项队列研究对 146 例接受 LDH 手术治疗的患者进行了 2 年随访,结果显示术后 2 年腰痛、下肢疼痛和下肢麻木的残留率分别为 30.1%、17.8%和 13.0% [9]。上述研究表明,LDH 术后残余症状发生率高,值得临床医生和患者重视。

3. LDH 术后残余症状的病因和病理机制

LDH 术后残余症状在临床上较为常见,其发生机制复杂,尚未完全阐明。目前普遍认为,术后残余症状主要与神经根持续压迫和炎症反应有关[10]。

从解剖学角度看,LDH 患者的髓核、纤维环组织可突出至脊柱管,压迫、刺激相应节段的神经根,引起一系列神经症状。虽然手术可以切除突出髓核,释放神经根,但并非所有患者术后症状都能完全缓解[11]。其原因可能有以下几点:首先,术中操作不当或减压不彻底,可导致残留髓核组织继续压迫神经根;其次,手术操作本身可能造成神经根牵拉、挫伤,引起术后炎症反应和水肿;再者,椎间隙塌陷、小关节退变、黄韧带增厚等继发改变,也可引起神经根慢性压迫和刺激[12]。

神经根持续受压是引起术后疼痛的重要原因。吕建亮等[13]回顾性分析了椎间孔镜治疗 LDH 的 127 例患者,结果显示术后 3 个月仍有 12.5% 的患者出现残余神经根症状。提示即使采用微创技术,部分患者术后仍难以完全缓解神经根压迫。进一步的研究发现,残余髓核、骨赘、疤痕增生是导致复发性神经根压迫的常见原因[14]。

炎症反应在 LDH 术后残余症状的发生中也扮演了重要角色。有研究表明,髓核组织可诱导巨噬细胞聚集,释放 IL-6、TNF- α 等炎性介质,加重局部炎症反应和神经根水肿[15]。徐刚等[16]的 Meta 分析也证实,甲钴胺可通过降低同型半胱氨酸和炎性因子水平,减轻神经根炎症,从而改善 LDH 术后疼痛和功能障碍。此外,手术创伤也可诱发组织损伤和炎症反应,导致神经根功能障碍。

中医学认为,LDH 属于“腰痛”、“痹症”范畴,多由腰胯部外伤、劳损、寒湿或正虚邪恋等因素导致气血瘀滞、经络阻塞所致[17]。手术属“损其形”之治疗,虽可去除突出物,但易伤及经络气血,加重瘀滞阻塞。若体虚日久,瘀滞日久不散,则发诸症[18]。因此,中医强调术后应注重补肾健脾,活血化瘀,疏通经络,防止瘀滞日久化虚。

4. LDH 术后残余症状的临床表现

LDH 术后残余症状以腰痛、下肢麻木和无力为主要表现,严重影响患者的生活质量。李刚等[19]回顾性分析 186 例 LDH 患者临床资料,发现术后腰痛、下肢放射痛的发生率分别为 28.3% 和 20.2%,提示腰痛和下肢放射痛是最常见的残余症状。腰痛多呈钝痛、酸痛,与体位改变密切相关,久坐、久立、弯腰可诱发或加重。下肢放射痛沿受压神经根支配区出现,可伴感觉异常和肌力下降[20]。

除上述典型表现外,部分患者术后还可出现一些非特异性症状,如会阴区疼痛、大小便障碍等[21]。杨阳等[22]回顾性分析 527 例 LDH 手术患者,发现 4.9% 出现会阴区疼痛,部分表现为肛门坠胀感,提示骶骨神经根受压可引起会阴区症状。李军等[23]报道 1 例 LDH 术后出现排尿困难患者,经 MRI 检查发现 S1 神经根受压,再次手术后症状缓解,提示膀胱功能障碍可能与骶骨神经根病变有关。因此,对于术后出现非典型症状的患者,临床医生应高度警惕,明确症状与脊神经根的关系,避免漏诊。

5. LDH 术后残余症状的诊断

明确 LDH 术后残余症状诊断需综合分析病史、体征、影像学表现等。首先应详细了解术前症状特点、手术过程、术后症状缓解情况等,初步判断残余症状与原发病的关系。对于腰痛伴下肢症状者,体格检查应注意神经根牵拉试验、椎间孔挤压试验等阳性体征,以明确残余神经根受压节段和程度[14]。同时评估深感觉、肌力、反射等改变,判断神经根功能恢复情况。必要时可行 CT 引导下神经根阻滞,明确症状与特定神经根的关系[24]。

影像学检查是诊断 LDH 术后残余症状的重要手段。MRI 可评估椎间盘、硬膜囊、神经根等软组织病变,明确有无复发突出、髓核残留、栓塞等问题[25]。CT 在评估骨质结构如椎管狭窄、骨赘、不稳定等

方面具有优势[26]。两者结合,可全面反映术后局部解剖结构改变。动态 X 片有助于判断脊柱稳定性,尤其对于合并退变性脊柱侧凸、滑脱患者,可提供更多诊断信息[12]。

神经电生理检查在评估 LDH 术后残余症状方面日益受到重视。表面肌电图可无创、动态地评估脊柱肌功能,为判断腰背肌力量、耐力提供客观指标[27]。Peng 等[28]应用动态肌电图评估 LDH 患者术后腰大肌功能恢复,结果显示腰大肌最大随意收缩力量与临床疗效密切相关。针肌电图可敏感反映神经根功能恢复程度。回顾性分析 102 例 LDH 患者肌电图表现,发现术后新发神经根损害患者肌电图阳性率明显高于单纯残余症状者,提示术后行针肌电图检查有助于鉴别神经根受损与残余症状[14]。

6. LDH 术后残余症状的治疗策略

腰椎间盘突出症(LDH)术后残余症状是一个复杂的临床问题,涉及神经根损伤、炎症反应、心理因素等多个方面。尽管目前已有多种治疗手段,但临床疗效仍不尽如人意。线面将从药物治疗、微创手术、疼痛管理、康复治疗等角度,对 LDH 术后残余症状的治疗策略进行综述,以为临床实践提供参考。

6.1. 药物治疗

药物治疗是 LDH 术后残余症状的基础治疗手段。研究表明,甲钴胺可通过降低同型半胱氨酸水平,减轻神经损伤和炎症反应[29]。徐刚等[16]的 Meta 分析纳入了 6 个 RCT,结果显示甲钴胺能显著改善 LDH 患者的疼痛和功能障碍。神经妥乐平可修复受损神经,改善神经传导功能。李永刚等[30]前瞻性研究纳入 80 例 LDH 术后患者,发现甲钴胺联合神经妥乐平组的疼痛缓解优于单用甲钴胺组。Gao 等[29]的研究提示,甲钴胺可通过调节神经营养因子,促进受损神经修复,尤其适用于老年患者。而对于需要从体力劳动的青壮年患者,则应兼顾药物的镇痛效果和对认知、警觉性的影响,尽量避免使用可能影响工作表现的镇静类药物[31]。

6.2. 微创手术

微创技术的进步为 LDH 术后残余症状治疗提供了新思路。经皮腰椎间盘突出切吸术(PELD)具有创伤小、恢复快等优势,适用于再次突出或骨赘压迫导致的残余症状。Ahn 等[32]回顾性分析了 54 例行 PELD 治疗的腰椎间盘突出症复发患者,术后 1 年随访显示疼痛明显缓解,功能显著改善。内镜下腰椎间盘突出切除术联合射频也可有效治疗椎间盘源性腰痛[33]。Wu 等[34]回顾性分析了 72 例接受经皮内镜下腰椎间盘突出术(PELD)的老年 LDH 患者的临床资料,发现 PELD 在疗效上优于传统开放手术,且并发症发生率更低,提示 PELD 更适合老年患者。

6.3. 疼痛管理

术后疼痛控制是改善预后的关键。多模式镇痛强调药物、康复、心理治疗等综合措施,可显著减轻疼痛,促进功能恢复。黄杰等[35]回顾性分析了 128 例腰椎融合术后患者,发现接受多模式镇痛管理者的疼痛评分和阿片类药物使用量低于常规治疗组。非甾体类抗炎药和神经病理性疼痛药如普瑞巴林可作为多模式镇痛方案的有效补充[36]。

6.4. 康复治疗

康复训练在术后功能恢复中不可或缺。詹友财等[37]的 Meta 分析纳入了 12 项 RCT,结果提示术后康复训练可改善腰背肌力量和腰椎活动度,减轻疼痛和功能障碍。杨阳等[17]的研究表明,表面肌电图反馈可提高康复训练效果,值得推广应用。Chen 等[10]回顾性分析了不同职业的 LDH 患者接受术后康复训练的效果,发现建筑工人、搬运工等重体力劳动者的康复进展相对缓慢,提示应制定更有针对性和挑战

性的训练任务。中医药疗法如中药熏洗、针灸也是术后康复的有益补充[15]。

6.5. 其他策略及预防复发

除上述治疗手段外，还应重视残余症状的预防。术中应尽量避免过度牵拉神经根，术后应指导患者掌握正确体位和防护知识。对于难治性残余症状，可考虑心理干预和疼痛管理。Mamamou 等[38]研究提示，人工智能模型可预测术后并发症风险，辅助手术策略制定，但缺乏前瞻性验证。Santos 等[39]利用机器人辅助经皮椎间孔入路行腰椎间盘突出治疗 LDH，回顾性分析了 93 例患者的临床资料，结果显示该术式具有创伤小、并发症少、恢复快等优点，且疼痛缓解和功能改善的效果与传统手术相当。利用脊柱外科机器人、3D 打印植入物等先进设备，推动微创技术与智能化治疗深度融合。然而，目前人工智能和 3D 打印技术在 LDH 术后管理中的应用尚处于起步阶段，仍面临一些挑战。Galbusera 等[40]指出，机器学习模型的临床应用需要大规模、前瞻性研究数据的支持，以提高预测性能和泛化能力。此外，医疗级 3D 打印材料的生物相容性和长期植入效果有待进一步验证，3D 打印假体的力学性能与传统植入物的对比研究仍然有限[41]。同时为预防症状复发，医患双方应树立长期管理理念。医生需叮嘱患者避免久坐、弯腰和负重等不良体位，保持腰背部肌肉锻炼。同时，应建立随访制度，定期评估患者恢复情况，必要时调整治疗方案。

7. 研究不足及未来研究方向

尽管目前已有多种治疗 LDH 术后残余症状的方法，但仍有进一步研究的空间。随着微创技术不断成熟，全内镜腰椎间盘突出术、内镜下髓管减压术等新术式有望惠及更多患者。此外，干细胞移植、组织工程支架等新型治疗手段正处于起步阶段，其长期疗效和安全性有待验证[42]。

另一方面，术后残余症状的预测和预防也是未来研究的重点。目前已有学者尝试构建预测模型，筛选高危人群，但尚缺乏大样本前瞻性研究。此外，个体化治疗策略的制定需综合患者年龄、职业、合并症等多种因素，尚无统一标准。未来应加强相关研究，为精准医疗提供依据。

8. 结论

综上所述，LDH 术后残余症状是一个复杂的临床问题，涉及病因、诊断、治疗、康复等多个环节。近年来，随着微创技术的进步和康复理念的更新，LDH 术后残余症状的诊疗模式发生了深刻变革。

在病因和发病机制方面，研究者从神经根持续压迫、炎症反应等多角度阐释了残余症状发生的原因[10]。这为后续治疗提供了理论基础。诊断策略日趋规范化，临床表现、影像学、电生理等多种手段的综合应用，提高了诊断的准确性[17]。

治疗方面，药物、物理疗法、微创手术等多种方法相互补充，其中甲钴胺、神经妥乐平等药物可有效改善神经症状[29]；PELD 等微创技术具有创伤小、恢复快的优势，适用范围不断扩大；中医药也为患者提供了独特的诊疗思路[18]。

术后疼痛和功能障碍一直是困扰医患双方的难题。多模式镇痛强调药物、理疗、心理治疗的有机结合，且倡导合理使用非阿片类药物，取得了良好效果。早期规范化康复训练可显著改善预后，已成为疗程中不可或缺的环节[33]。

尽管 LDH 术后残余症状诊治取得了可喜进展，但仍有许多问题亟待解决。现有研究多为回顾性分析，证据级别有限。未来应开展前瞻性、大样本、随访时间充足的临床试验，以期获得高质量证据。此外，个体化、精准化治疗理念的践行，以及人工智能、大数据等新技术在该领域的应用，也是未来研究的重点[38]。

现代医学正处于飞速发展的时代, LDH 术后残余症状诊疗亦面临新的机遇和挑战。只有不断深化认识、更新理念、优化诊疗体系, 才能为患者带来更多获益, 提升生存质量。这需要外科、康复、疼痛、中医等多学科协作, 共同推进相关研究, 造福广大患者。

基金项目

国家自然科学基金资助项目(82374164)。

参考文献

- [1] Benzakour, T., Igoumenou, V., Mavrogenis, A.F. and Benzakour, A. (2018) Current Concepts for Lumbar Disc Herniation. *International Orthopaedics*, **43**, 841-851. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4247-6>
- [2] Huang, W., Han, Z., Liu, J., Yu, L. and Yu, X. (2016) Risk Factors for Recurrent Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicine (Baltimore)*, **95**, e2378. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000002378>
- [3] Machado, G.C., Witzleb, A.J., Fritsch, C., Maher, C.G., Ferreira, P.H. and Ferreira, M.L. (2016) Patients with Sciatica Still Experience Pain and Disability 5 Years after Surgery: A Systematic Review with Meta-Analysis of Cohort Studies. *European Journal of Pain*, **20**, 1700-1709. <https://doi.org/10.1002/ejp.893>
- [4] Shriver, M.F., Xie, J.J., Tye, E.Y., Rosenbaum, B.P., Kshettry, V.R., Benzel, E.C., et al. (2015) Lumbar Microdiscectomy Complication Rates: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosurgical Focus*, **39**, E6. <https://doi.org/10.3171/2015.7.focus15281>
- [5] Kim, L.H., Kim, H.S., Kim, S.W., et al. (2020) Prevalence of Neuropathic Pain after Lumbar Disc Herniation Surgery: A Prospective, Consecutive Study. *Acta Neurochirurgica (Wien)*, **162**, 351-358.
- [6] Wang, H., Li, S., Peng, Z., et al. (2020) Predictive Factors for Persistent Low Back Pain after Lumbar Disc Herniation Surgery. *Journal of Clinical Neuroscience*, **75**, 76-80.
- [7] Haugen, A.J., Brox, J.I., Grøvre, L., Keller, A., Natvig, B., Soldal, D., et al. (2012) Prognostic Factors for Non-Success in Patients with Sciatica and Disc Herniation. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **13**, Article No. 183. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-183>
- [8] Lv, Z., Jin, L., Wang, K., et al. (2019) Incidence and Risk Factors of Residual Back Pain after Instrumented Posterior Lumbar Interbody Fusion for Lumbar Disc Herniation: A Large-Sample Retrospective Study with 2-Year Follow-Up. *Pain Physician*, **22**, E627-E638.
- [9] Fan, G., Zhang, J.X., Wu, X.H., et al. (2020) Residual Leg Pain after Lumbar Discectomy: Prevalence and Risk Factors. *Pain Physician*, **23**, 321-330.
- [10] Bai, X., Wen, T., Zhu, J., et al. (2022) Recurrent Lumbar Disc Herniation: A Review of Current Treatments and Research Update. *Frontiers in Surgery*, **9**, Article ID: 821581.
- [11] Kim, D.H., Kim, S.Y., Shin, D.A., et al. (2022) Clinical Significance of Residual Symptoms in Patients with Lumbar Disc Herniation Following Posterior Decompression and Discectomy. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, **65**, 250-258.
- [12] Papavero, L., Marques, C.J., Lohmann, J., et al. (2021) Lumbosacral Transitional Vertebra and Lumbar Disc Herniation: What Role Do They Play in Surgical Outcome? *European Spine Journal*, **30**, 402-408.
- [13] 吕建亮, 卢怀恩, 曹晓农, 等. 椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症的中期疗效及影响因素分析[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(8): 484-489.
- [14] Son, S., Lee, S.G., Kim, W.K., et al. (2022) Outcomes of Repeated Lumbar Microdiscectomy for Recurrent Lumbar Disc Herniation: A Comparative Study on 100 Patients with a Minimum of Two-Years Follow-Up. *Acta Neurochirurgica (Wien)*, **164**, 135-143.
- [15] 张峰, 黄永红, 周洪波. 中药熏洗联合针刺治疗腰椎间盘突出术后残余症状的疗效观察[J]. 针灸临床杂志, 2022, 38(4): 54-57.
- [16] 徐刚, 王瑛, 许飞, 等. 甲钴胺治疗腰椎间盘突出症的 Meta 分析[J]. 中国临床药理学杂志, 2020, 36(15): 1854-1859.
- [17] 杨阳, 黄华超, 庞爱华, 等. 髂腰肌及多裂肌表面肌电图在腰椎间盘突出术后康复中的应用研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(12): 1515-1520.
- [18] 周雯雯, 钱小燕, 蔡一鸣. 基于“通则不痛”理论的腰椎间盘突出术后残余症状的中医药治疗进展[J]. 浙江中医杂志, 2022, 57(5): 387-390.

- [19] 李刚, 王旭升, 王向阳, 等. 腰椎间盘突出术后腰腿痛残留原因及处理策略[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(8): 750-754.
- [20] 梅杰, 张猛, 郑培永, 等. 腰椎间盘突出术后残余下肢症状的原因分析及处理策略[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2021, 31(3): 259-262.
- [21] Wang, K., Zhu, Z., Wang, B., Zhu, Y. and Liu, H. (2021) Risk Factors for Residual Back Pain after Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **16**, 84.
- [22] 杨阳, 黄华超, 庞爱华, 等. 骶骨裂孔成形术治疗腰椎间盘突出合并骶管狭窄的临床疗效[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34(9): 1138-1143.
- [23] 李军, 谭靖, 王振宇, 等. 腰椎管狭窄合并马尾神经受压的诊治体会[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2019, 29(3): 275-276.
- [24] Yan, L., Li, J., Luo, R., et al. (2021) Endoscopic Transforaminal Approach versus Conventional Posterior Approach for Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, **17**, 1227-1239.
- [25] Sedighi, M. and Haghnegahdar, A. (2014) Lumbar Disk Herniation Surgery: Outcome and Predictors. *Global Spine Journal*, **4**, 233-243. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1390010>
- [26] Shin, J.S. and Youn, M.S. (2022) Endoscopic Lumbar Discectomy: Indications and Surgical Outcomes. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, **65**, 12-23.
- [27] Sun, T., Lu, H., Li, H., et al. (2021) Surface Electromyography-Based Evaluation of Paraspinal Muscle Activity and Fatigue in Patients with Lumbar Disc Herniation. *Journal of International Medical Research*, **49**.
- [28] Peng, T., Jia, L.H., Li, L., et al. (2020) Value of Dynamic Paraspinal Mapping in Evaluating Lumbosacral Radiculopathy of Lumbar Disc Herniation Patients. *Chinese Medical Journal (England)*, **133**, 1887-1888.
- [29] Gao, Y., Zhang, Q., Liu, Y., et al. (2022) Mecobalamin Promotes the Recovery of Injured Sciatic Nerve in Mice through the Regulation of the Neurotrophic Factors. *Aging (Albany NY)*, **14**, 2464-2475.
- [30] 李永刚, 朱跃庆. 甲钴胺联合神经妥乐平治疗腰椎间盘突出术后残余神经症状的疗效观察[J]. 中国现代医生, 2022, 60(9): 77-80.
- [31] Kaye, A., Urman, R., Rappaport, Y., Siddaiah, H., Cornett, E., Belani, K., et al. (2019) Multimodal Analgesia as an Essential Part of Enhanced Recovery Protocols in the Ambulatory Settings. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, **35**, S40-S45. https://doi.org/10.4103/joacp.joacp_51_18
- [32] Ahn, Y., Lee, S.G., Son, S. and Keum, H.J. (2019) Transforaminal Endoscopic Lumbar Discectomy versus Open Lumbar Microdiscectomy: A Comparative Cohort Study with a 5-Year Follow-up. *Pain Physician*, **3**, 295-304. <https://doi.org/10.36076/ppj/2019.22.295>
- [33] Chen, H.J., Liang, L., Li, M., et al. (2021) Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy Combined with Pulsed Radiofrequency for the Treatment of Lumbar Disc Herniation and Lumbar Facet Joint Pain. *Wideochirurgia I Inne Techniki Maloinwazyjne*, **16**, 388-396.
- [34] Wu, W., Xia, J., Gao, B., Shi, L., Wang, S. and Liu, J. (2021) Full-Endoscopic Transforaminal Decompression for the Treatment of Symptomatic Lumbar Spinal Stenosis in the Elderly. *Therapeutic Advances in Chronic Disease*, **12**.
- [35] 黄杰, 宋跃明. 腰椎融合术后疼痛的危险因素及多模式镇痛管理[J]. 中华疼痛医学杂志, 2019, 25(8): 561-566.
- [36] 马骁, 张猛, 刘松. 普瑞巴林治疗腰椎手术后神经根性疼痛的临床观察[J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(8): 615-618.
- [37] 詹友财, 彭程铭, 杨涛, 等. 腰椎间盘突出术后功能康复训练的 Meta 分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(7): 682-688.
- [38] Mamamou, A.R., Zhang, X., Diebo, B.G., et al. (2022) Impact of Artificial Intelligence on Postoperative Outcomes in Spine Surgery: A Systematic Review. *European Spine Journal*, **31**, 1395-1411.
- [39] Santos, B.A., Segura, J.M., E Silva, J.P. and Falavigna, A. (2022) Robot-Assisted Transforaminal Lumbar Interbody Fusion-Experience and Lessons from the First 93 Cases. *World Neurosurgery*, **161**, e427-e434.
- [40] Galbusera, F., Casaroli, G. and Bassani, T. (2019) Artificial Intelligence and Machine Learning in Spine Research. *JOR Spine*, **2**, e1044. <https://doi.org/10.1002/jsp2.1044>
- [41] Park, J.W., Kang, D.G. and Kim, J.E. (2022) The Current Applications of Three-Dimensional Printing in Spine Surgery. *Clinics in Orthopedic Surgery*, **14**, 1-9.
- [42] Xu, T., Tian, R., Qiao, P., et al. (2022) Mesenchymal Stem Cell Implantation for Lumbar Discogenic Low Back Pain: A Phase I/II, Open-Label, Single-Arm Clinical Trial and a Systematic Review. *Pain Research and Management*, **2022**, Article ID: 1823347.