

针灸治疗椎间盘源性腰痛的机制研究进展

刘曼晔^{1*}, 李德华^{1,2#}

¹成都中医药大学针灸推拿学院, 四川 成都

²成都中医药大学附属医院针灸科, 四川 成都

收稿日期: 2025年6月1日; 录用日期: 2025年7月11日; 发布日期: 2025年7月22日

摘要

椎间盘源性腰痛(Discogenic Low Back Pain, DLBP)是慢性腰痛的主要类型之一, 其发病机制复杂, 涉及生物力学异常、炎症及免疫反应、神经敏化与异常神经再生等多个方面。近年来, 针灸作为一种安全有效的非药物治疗方法, 在DLBP的临床干预中展现出显著疗效, 并逐步得到现代科学研究的证实。本研究综述了DLBP的发病机制, 并探讨了针灸治疗DLBP的作用机制及其研究进展, 以期为DLBP的临床诊疗和机制研究提供新的思路。

关键词

针灸, 椎间盘源性腰痛, 生物力学, 炎症, 神经敏化

Research Progress on the Mechanism of Acupuncture in the Treatment of Discogenic Low Back Pain

Manye Liu^{1*}, Dehua Li^{1,2#}

¹College of Acupuncture and Tuina, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

²Acupuncture Department, Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

Received: Jun. 1st, 2025; accepted: Jul. 11th, 2025; published: Jul. 22nd, 2025

Abstract

Discogenic Low Back Pain (DLBP) is one of the most common types of chronic low back pain, with a complex pathogenesis involving biomechanical abnormalities, inflammation and immune responses, neural sensitization, and aberrant nerve regeneration. In recent years, acupuncture has emerged as a safe

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 刘曼晔, 李德华. 针灸治疗椎间盘源性腰痛的机制研究进展[J]. 中医学, 2025, 14(7): 3135-3140.

DOI: 10.12677/tcm.2025.147462

and effective non-pharmacological treatment for DLBP, demonstrating significant clinical efficacy and gaining increasing support from modern scientific research. This study reviews the pathogenesis of DLBP and explores the mechanisms of acupuncture in the treatment of DLBP and its research progress, aiming to provide new insights into both the clinical diagnosis and treatment and mechanistic research of DLBP.

Keywords

Acupuncture, Discogenic Low Back Pain, Biomechanics, Inflammation, Neural Sensitization

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

腰痛(Low Back Pain, LBP)是全球范围内导致残疾和劳动能力下降的主要原因之一[1]。据全球疾病负担研究(Global Burden of Disease, GBD)数据, 腰痛的终生患病率高达 60%~80%, 并且预计到 2050 年, 全球腰痛病例总数将增加 36.4% [2]。腰痛的原因很多, 但椎间盘(VID)变性被认为是腰痛的主要原因之一, 约占腰痛患者的 26%~42% [3]。椎间盘源性腰痛(Discogenic Low Back Pain, DLBP)因其发病率高、病程迁延、治疗难度大, 已成为影响现代人群健康的重大公共卫生问题。DLBP 不仅给患者带来长期慢性疼痛和功能障碍, 还加重了医疗支出和社会经济负担。随着人口老龄化的加剧以及久坐、重体力劳动等职业因素的影响, DLBP 的发病率呈上升趋势, 已成为影响现代社会工作效率和生活质量的重要因素。

针灸作为中医治疗疼痛性疾病的重要手段, 在 DLBP 的治疗中具有显著的镇痛、抗炎、改善神经功能及调节力学平衡等作用。多项临床研究和系统评价表明, 针灸不仅能够有效缓解 DLBP 患者的疼痛症状, 还能改善腰部功能, 减少镇痛药物的使用, 并具有较高的安全性[4] [5]。随着 DLBP 人群的不断增多, 深入研究其发病机制以及针灸治疗 DLBP 的作用机制, 对优化临床治疗方案、提高针灸治疗的科学性和精准性具有重要意义。本文综述了 DLBP 的发病机制, 并重点探讨针灸治疗 DLBP 的作用机制及其研究进展, 以期为临床应用与机制研究提供新的思路。

2. 椎间盘源性腰痛的发病机制

早在 1979 年, Park 等[6]定义 DLBP 为在排除神经根性症状及影像学证据下, 由椎间盘内退变、终板损伤等原因刺激盘内感受器而导致的反复腰部疼痛。椎间盘是位于相邻椎体之间的纤维软骨结构, 主要由髓核、纤维环和软骨终板构成, 其主要功能包括传递载荷、缓冲压力及维持脊柱稳定性。正常椎间盘具有较高的含水量和良好的弹性, 在生理负荷下能有效吸收震荡和应力。然而, 在 DLBP 患者中, 椎间盘通常存在不同程度的退变, 如髓核水分丧失、蛋白多糖含量减少、纤维环结构破坏及软骨终板硬化等。这些变化不仅降低了椎间盘的缓冲能力, 还可导致机械负荷的异常分布, 使椎间盘更加脆弱, 易于产生微小撕裂, 从而进一步诱发炎症反应和疼痛。DLBP 的病理机制复杂, 涉及多种细胞、信号通路和组织结构的变化, 常存在多种因素的相互作用, 总结 DLBP 的发病机制, 不仅有助于理解疾病的发展过程, 也为针灸等治疗手段的机制研究提供了理论基础。

2.1. 生物力学机制

椎间盘作为人体承重结构, 其稳定性受到生物力学因素的影响。椎间盘退变是 DLBP 发生和发展的

基础病理过程。当椎间盘退变后, 其弹性下降、负荷承受能力减弱, 导致脊柱力学环境改变, 进而诱发或加重 DLBP [7]。随着年龄增长或长期负荷增加, 椎间盘的含水量减少、营养供应不足、细胞外基质降解加速, 导致椎间盘结构损伤和功能障碍。研究发现, 椎间盘退变过程中胶原II型(Collagen II)减少, 基质金属蛋白酶(Matrix Metalloproteinases, MMPs)活性升高, 造成髓核和纤维环的破坏, 使髓核突出或纤维环裂隙形成, 从而引发疼痛[8]。退变的椎间盘难以维持正常的压力分布, 导致相邻椎体的微小不稳定, 进一步刺激痛觉感受器。此外, 由于长期疼痛, 患者往往出现腰背部肌肉失衡、多裂肌萎缩、腰椎运动模式异常, 这些因素又会反向加重椎间盘的负荷, 形成恶性循环。

2.2. 炎症及免疫机制

近年来的研究表明, 椎间盘退变伴随的炎症反应和免疫系统在 DLBP 的发生和进展过程中起关键作用。髓核突出或纤维环破裂后, 可诱导机体产生大量炎性介质, 如肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-1 β (IL-1 β)、白细胞介素-6 (IL-6)和前列腺素 E2 (PGE2), 这些炎症因子可直接刺激局部痛觉感受器, 并促进神经末梢的敏化, 导致慢性疼痛的发生[9]。此外, 炎症介质还可促进椎间盘内血管和神经的异常增生, 加剧病变进展[10]。在免疫反应方面, 髓核组织本属于免疫特权部位, 但在椎间盘退变过程中, 髓核成分外溢可能引发机体的免疫反应。椎间盘内的树突状细胞、巨噬细胞和 T 细胞可被激活, 进一步释放炎症因子, 并诱导自体免疫反应, 导致慢性炎症状态的维持[11]。此外, 巨噬细胞的极化状态也影响 DLBP 的病理进程, M1 型巨噬细胞具有促炎作用, 而 M2 型巨噬细胞则可促进修复和平衡炎症状态[12] [13]。

2.3. 神经敏化与异常神经再生

DLBP 不仅与周围炎症有关, 还涉及中枢和外周神经系统的敏化。椎间盘退变后, 新生血管和神经纤维可沿着退变的纤维环深入髓核, 形成异常神经分布, 使无痛觉的椎间盘变得敏感。研究表明, DLBP 患者椎间盘内 P 物质(SP) [14]、神经生长因子(NGF) [15]及脑源性神经营养因子(BDNF) [16]水平升高, 这些因子可促进神经再生, 并增强疼痛信号的传递。此外, 持续的外周刺激可引发脊髓后角神经元过度激活, 导致中枢神经系统的长时程敏化, 使疼痛症状持续存在甚至加重[17]。

3. 针灸治疗椎间盘源性腰痛的机制

3.1. 针灸对生物力学机制的调节

DLBP 的发生与腰椎的生物力学平衡密切相关, 椎间盘退变可导致腰椎稳定性下降, 诱发异常应力集中, 使周围肌肉、韧带及关节负担加重, 从而引起疼痛。研究表明, 针灸可通过调节腰背部肌肉功能、改善椎旁软组织的张力和血液循环, 以增强脊柱稳定性并缓解力学失衡[18]。针刺腰夹脊穴、委中、肾俞等可促进腰背肌群的激活, 提高肌肉力量及耐力, 从而恢复腰椎的动态平衡[19]。电针治疗则能够通过低频电刺激增强腰背肌肉收缩功能, 防止多裂肌等核心肌群萎缩, 提高椎旁肌肉对脊柱的支撑作用[20]。此外, 针灸可促进局部微循环, 加速炎性渗出物吸收, 改善椎间盘及其周围软组织的供血供氧状态, 减轻因缺血导致的组织损伤, 从而缓解腰痛症状[21]。研究显示, 持续 4 周针刺治疗可通过增强腰背肌肌电活动和多裂肌厚度显著改善腰椎稳定性, 并在超声评估中显示椎旁肌层结构趋于对称[22]。此外, 影像学证据亦提示针灸后椎间盘应力分布趋于均衡, 有助于改善腰椎功能[23]。

3.2. 针灸对炎症及免疫机制的调节

研究发现, 针刺腰痛相关穴位(如阿是穴、环跳、阳陵泉)可显著降低 TNF- α 、IL-1 β 、PGE2 等炎症因子的水平, 同时上调抗炎因子 IL-10 的表达, 抑制炎症信号通路的激活[24]。针灸还能调节巨噬细胞的极

化方向, 促进 M1 型向 M2 型转化, 减少炎症因子的释放, 并加快损伤组织的修复[9] [25]。此外, 针灸可通过调控 T 细胞亚群比例, 恢复 Th1/Th2 免疫平衡, 降低免疫介导的炎症反应。现代研究进一步表明, 针灸可影响 NF- κ B、MAPK 等炎症通路的活性, 从分子水平抑制炎症因子的级联反应, 减少椎间盘及周围组织的炎症反应, 改善患者的疼痛症状和功能障碍[26]。总之, 针灸可通过抑制促炎介质的表达、调节免疫细胞功能及改善炎症微环境, 从而缓解 DLBP 的炎症状态。

3.3. 针灸对神经敏化与异常神经再生的调节

神经敏化与异常神经再生是 DLBP 慢性化的重要机制。椎间盘退变后, 外周神经受损并伴随异常神经再生, 导致神经末梢向髓核和纤维环侵入, 从而形成新的疼痛信号传导通路, 导致疼痛持续存在甚至加重[27]。此外, 脊髓后角神经元的兴奋性增加, 中枢痛觉调控系统失衡, 使 DLBP 患者对疼痛刺激的敏感性增强[28]。针灸通过调节外周神经及中枢神经系统的兴奋状态, 可有效改善神经敏化及异常神经再生。研究表明, 针刺可抑制 NGF、BDNF 等神经生长因子的表达, 减少椎间盘异常神经再生的发生, 从而降低痛觉过敏现象。影像学研究发现, 针灸可调节丘脑、前扣带回、脑岛等中枢痛觉调控相关脑区的功能连接, 使异常增强的神经活动恢复至正常水平[29]-[31]。研究表明, 针刺阿是穴、腰夹脊等穴位可显著上调大鼠脊髓 GABA 和 5-HT 的表达水平, 同时激活阿片类肽相关受体通路, 从而增强神经抑制信号, 降低脊髓后角兴奋性[32] [33]。但上述机制多基于动物实验, 仍需更多临床影像学及神经电生理研究进一步验证。电针治疗进一步证实, 针刺可减少谷氨酸等兴奋性递质的释放, 降低脊髓痛觉信号的传递效率, 从而有效缓解 DLBP 的慢性疼痛状态[34]。

4. 小结

DLBP 是腰痛最常见的亚型之一, 其发病机制复杂, 涉及生物力学失衡、炎症反应、免疫失调及神经重构等多个方面。DLBP 的患病率逐年上升, 已成为影响人群劳动能力和生活质量的重要健康问题, 严重加重了社会和经济负担。现有治疗手段多集中于止痛、肌松或手术干预, 但仍存在疗效不稳定、复发率高、副作用大等问题。针灸作为中医传统治疗方法, 在调节疼痛、恢复功能方面具有独特优势, 且副作用小、依从性好, 受到越来越多临床医生和患者的重视。近年来, 随着对 DLBP 病理机制的深入研究, 针灸作为一种非药物干预手段, 在 DLBP 的治疗中展现出良好的临床疗效, 总结针灸治疗 DLBP 的机制十分必要。

通过本文对 DLBP 的发病机制及针灸的治疗机制总结发现, 针灸治疗 DLBP 的机制涉及生物力学调节、炎症及免疫调控、神经敏化及异常神经再生等多个方面。现代医学研究证实, 针灸在调节腰椎周围肌肉的功能状态, 改善局部血流, 增强脊柱稳定性, 抑制促炎因子、调节免疫细胞功能及炎症信号通路, 减少异常神经再生、调节中枢神经系统的兴奋性, 抑制神经敏化等方面具有较好的效果, 从而缓解慢性疼痛并改善患者的功能状态。通过对上述机制的梳理, 本研究有望为 DLBP 的针灸干预提供更系统的理论支撑。一方面, 有助于指导针刺方案的个体化制定, 如针对力学失衡的患者优先选择调节肌群力量和平衡的腧穴组合; 另一方面, 亦可为针灸疗效的现代评价提供参考指标, 如通过检测炎症因子、神经递质水平及肌电功能变化, 建立客观评价体系。此外, 本研究从机制层面揭示了针灸的多靶点调控特性, 能够为 DLBP 的多因素整合治疗提供思路, 也为针灸在其他类型慢性疼痛管理中的应用提供理论借鉴。

尽管针灸在 DLBP 治疗中的作用机制已初步得到证实, 但仍有诸多问题值得进一步探讨。不同针刺方法(体针、电针、温针灸等)对 DLBP 的疗效是否存在差异? 针灸治疗对炎症因子、神经递质的调控机制是否具有长期效应? 并且, 多数机制研究停留在短期干预阶段, 缺乏对针灸远期疗效和神经可塑性调节作用的系统评估。本文对 DLBP 的发病机制及针灸治疗机制进行了初步分析与总结, 未来的研究应进一

步结合影像学、分子生物学及神经科学等多学科手段,从更精细的层面揭示针灸干预 DLBP 的作用机制,并通过高质量的随机对照试验提供更强循证医学支持,以推动针灸在 DLBP 治疗中的规范化应用,为患者提供更加精准和高效的治疗方案。

综上所述,针灸作为一种多通路、多靶点的干预手段,在 DLBP 的治疗中具有良好的应用前景。深入挖掘其机制,不仅有助于优化治疗策略,也将为 DLBP 的多维干预提供新的解决思路。

声 明

所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] (2020) Global Burden of 369 Diseases and Injuries in 204 Countries and Territories, 1990-2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, **396**, 1204-1222.
- [2] (2023) Global, Regional, and National Burden of Low Back Pain, 1990-2020, Its Attributable Risk Factors, and Projections to 2050: A Systematic Analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology*, **5**, e316-e329.
- [3] Peng, B. (2013) Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment of Discogenic Low Back Pain. *World Journal of Orthopedics*, **4**, 42-52. <https://doi.org/10.5312/wjo.v4.i2.42>
- [4] Kim, G., Kim, D., Moon, H., Yoon, D., Lee, S., Ko, S., *et al.* (2022) Acupuncture and Acupoints for Low Back Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *The American Journal of Chinese Medicine*, **51**, 223-247. <https://doi.org/10.1142/s0192415x23500131>
- [5] Baroncini, A., Maffulli, N., Eschweiler, J., Molsberger, F., Klimuch, A. and Migliorini, F. (2022) Acupuncture in Chronic Aspecific Low Back Pain: A Bayesian Network Meta-Analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **17**, Article No. 319. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03212-3>
- [6] Park, W.M., McCall, I.W., O'Brien, J.P. and Webb, J.K. (1979) Fissuring of the Posterior Annulus Fibrosus in the Lumbar Spine. *The British Journal of Radiology*, **52**, 382-387. <https://doi.org/10.1259/0007-1285-52-617-382>
- [7] Newell, N., Little, J., Christou, A., Adams, M., Adam, C. and Masouros, S. (2017) Biomechanics of the Human Intervertebral Disc: A Review of Testing Techniques and Results. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, **69**, 420-434. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.01.037>
- [8] Song, C., Liu, F., Wu, X., Zhou, D., Mei, Y., Yang, C., *et al.* (2025) Molecular Mechanism of Macrophage Polarization Regulating the Cell Senescence of Nucleus Pulposus during Intervertebral Disc Degeneration. *International Immunopharmacology*, **149**, Article ID: 114131. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2025.114131>
- [9] Jacobsen, H.E., Khan, A.N., Levine, M.E., Filippi, C.G. and Chahine, N.O. (2020) Severity of Intervertebral Disc Herniation Regulates Cytokine and Chemokine Levels in Patients with Chronic Radicular Back Pain. *Osteoarthritis and Cartilage*, **28**, 1341-1350. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2020.06.009>
- [10] Haro, H., Kato, T., Komori, H., Osada, M. and Shinomiya, K. (2002) Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF)-Induced Angiogenesis in Herniated Disc Resorption. *Journal of Orthopaedic Research*, **20**, 409-415. [https://doi.org/10.1016/s0736-0266\(01\)00150-4](https://doi.org/10.1016/s0736-0266(01)00150-4)
- [11] Wang, L., He, T., Liu, J., Tai, J., Wang, B., Zhang, L., *et al.* (2021) Revealing the Immune Infiltration Landscape and Identifying Diagnostic Biomarkers for Lumbar Disc Herniation. *Frontiers in Immunology*, **12**, Article ID: 666355. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.666355>
- [12] Yu, P., Mao, F., Chen, J., Ma, X., Dai, Y., Liu, G., *et al.* (2022) Characteristics and Mechanisms of Resorption in Lumbar Disc Herniation. *Arthritis Research & Therapy*, **24**, Article No. 205. <https://doi.org/10.1186/s13075-022-02894-8>
- [13] Djuric, N., Lafeber, G.C.M. and Vleggeert-Lankamp, C.L.A. (2019) The Contradictory Effect of Macrophage-Related Cytokine Expression in Lumbar Disc Herniations: A Systematic Review. *European Spine Journal*, **29**, 1649-1659. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06220-w>
- [14] Peng, Y., Chen, X., Rao, Z., Wu, W., Zuo, H., Chen, K., *et al.* (2023) Multifunctional Annulus Fibrosus Matrix Prevents Disc-Related Pain via Inhibiting Neuroinflammation and Sensitization. *Acta Biomaterialia*, **170**, 288-302. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2023.08.028>
- [15] Wang, D., Gao, Q., Schaefer, I., Moerz, H., Hoheisel, U., Rohr, K., *et al.* (2022) TRPM3-Mediated Dynamic Mitochondrial Activity in Nerve Growth Factor-Induced Latent Sensitization of Chronic Low Back Pain. *Pain*, **163**, e1115-e1128. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002642>
- [16] Chang, W., Jenkins, L.C., Humburg, P. and Schabrun, S.M. (2023) Human Assumed Central Sensitization in People with

- Acute Non-Specific Low Back Pain: A Cross-Sectional Study of the Association with Brain-Derived Neurotrophic Factor, Clinical, Psychological and Demographic Factors. *European Journal of Pain*, **27**, 530-545. <https://doi.org/10.1002/ejp.2078>
- [17] Mohd Isa, I.L., Teoh, S.L., Mohd Nor, N.H. and Mokhtar, S.A. (2022) Discogenic Low Back Pain: Anatomy, Pathophysiology and Treatments of Intervertebral Disc Degeneration. *International Journal of Molecular Sciences*, **24**, Article No. 208. <https://doi.org/10.3390/ijms24010208>
- [18] 王雷生, 杨勇. 经膀胱经腧穴透刺关节突关节温针灸治疗腰椎关节突关节源性腰痛的临床研究[J]. 中医正骨, 2018, 30(5): 6-9+19.
- [19] 俞晓杰, 张琳, 陆文誉, 等. 电针结合骶裂孔注射对腰椎间盘突出症患者功能康复的影响[J]. 针刺研究, 2021, 46(7): 605-609.
- [20] 吕莹, 戴德纯, 姜慧娜, 等. 电针对腰椎间盘突出症患者多裂肌特性的影响[J]. 中国针灸, 2022, 42(10): 1103-1107.
- [21] 刘高峰, 钟伟兴, 黄小力, 等. 针灸治疗腰椎间盘突出症的基础研究概况[J]. 海南医科大学学报, 2025, 31(10): 793-800.
- [22] 曾密, 缙磊, 廖业昌, 等. 针灸联合腰背肌康复训练在腰椎间盘突出症患者中的应用及对腰椎活动度的影响[J]. 世界复合医学(中英文), 2025, 11(3): 133-137.
- [23] 王国峰. 乔氏手法联合电针治疗 LDH 非急性期的临床疗效及影像学分析[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南中医药大学, 2023.
- [24] 徐玉琴, 程建华, 李爱君. 温针灸联合整脊手法治疗老年腰椎间盘突出症效果及对炎症因子和 ET-1、PGE2、 β -EP 水平的影响[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(22): 5480-5483.
- [25] Zhang, L., Xie, W., Zhang, J., Shanahan, H., Tonello, R., Lee, S.H., *et al.* (2021) Key Role of CCR2-Expressing Macrophages in a Mouse Model of Low Back Pain and Radiculopathy. *Brain, Behavior, and Immunity*, **91**, 556-567. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.11.015>
- [26] 王宜栋. 电针治疗对腰椎间盘突出症患者血清炎症因子和血浆血栓素 B₂ 水平的影响[J]. 中外医学研究, 2024, 22(15): 139-141.
- [27] 王树东, 张寒, 关红阳, 等. 针刺对腰椎间盘突出症大鼠脊髓和下丘脑中 P 物质及其受体表达的影响[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(5): 2530-2534.
- [28] 田辉. 齐刺环跳穴调节坐骨神经损伤大鼠痛觉敏化机理研究[D]: [博士学位论文]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2023.
- [29] 蒋滨键, 蔡美意, 李燎原, 等. 基于任务态功能性磁共振成像研究针刺时丘脑功能连接的性别差异[J]. 安徽中医药大学学报, 2025, 44(2): 49-53.
- [30] 华丽博. 电针对疼痛小鼠前扣带回皮层神经元影响的研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2023.
- [31] 顾益泉, 陈敏娟, 陈潇男, 等. 电针对炎性痛小鼠前扣带回皮层 N-甲基-D-天冬氨酸受体 2B 亚基和磷酸酶 2A 表达的影响[J]. 上海针灸杂志, 2025, 44(5): 605-612.
- [32] Lian, J., Jiang, Y., Kong, L. and Zhou, M. (2025) Comparative Efficacy of Various Acupuncture-Related Therapies for Post-Stroke Sleep Disorders: A Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nature and Science of Sleep*, **17**, 1217-1229. <https://doi.org/10.2147/nss.s507392>
- [33] Li, J., Wu, X., Yan, S., Shen, J., Tong, T., Aslam, M.S., *et al.* (2024) Understanding the Antidepressant Mechanisms of Acupuncture: Targeting Hippocampal Neuroinflammation, Oxidative Stress, Neuroplasticity, and Apoptosis in CUMS Rats. *Molecular Neurobiology*, **62**, 4221-4236. <https://doi.org/10.1007/s12035-024-04550-5>
- [34] 高佳佳, 刁志君, 袁伟, 等. 电针通过调节小鼠腹外侧眶皮层中谷氨酸能神经元缓解神经病理性疼痛诱发的焦虑和抑郁样行为[J]. 针刺研究, 2025, 50(1): 3-13.