·转化医学与临床药学·

基于网络药理学探讨针刺治疗肝肾亏虚型腰椎间盘突出症的选穴规律、作用机制及其与调身通痹方的靶点对比分析

龚政[1]，石昆[1]，冯霞[2]，宋志鹏[1]，唐银娟[1]，庄军[1]，朱纪阳[1]，陈绍华[1]，刘顺超[1]，孟魏魏[1*]

（1. 上海中医药大学附属龙华医院天山分院骨伤科，上海 200051；2. 上海中医药大学附属龙华医院天山分院麻醉科，上海 200051）

[摘要] 目的 探讨针刺治疗肝肾亏虚型腰椎间盘突出症（lumbar disc herniation，LDH）的选穴规律及潜在作用机制；运用网络药理学筛选其核心靶点及信号通路，并与调身通痹方进行对比分析，比较两者作用靶点与通路的异同并探讨潜在协同基础。**方法** 系统检索中英文数据库并设定纳入、排除标准；汇总针刺高频穴位、归经与配伍规律，采用 Apriori 算法进行关联规则分析。根据纳入机制研究提取并标准化高频穴位相关候选靶点；结合人类疾病基因数据库（Disease Gene Network Database，DisGeNET）、人类基因整合数据库（GeneCards Database）、在线人类孟德尔遗传数据库（Online Mendelian Inheritance in Man，OMIM）获得 LDH 相关靶点；构建“穴位-靶点-疾病”网络，进行拓扑分析及蛋白质-蛋白质相互作用（protein-protein interaction，PPI）网络分析；采用 Benjamini-Hochberg 校正，以错误发现率（false discovery rate，FDR）< 0.05 为标准开展基因本体（Gene Ontology，GO）功能富集及京都基因与基因组百科全书（Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes，KEGG）通路富集。整合调身通痹方成分-靶点数据，利用 Venn 图与网络图比较共同靶点与特异靶点；同时回顾性纳入临床病例进行补充性描述验证。**结果** 纳入文献 126 篇（样本量 4 128 例）；回顾性病例 203 例（来自上海中医药大学附属龙华医院天山分院）。共识别 11 个高频穴位，主要归属足太阳膀胱经、督脉；基于 Apriori 算法获得多组高支持度、置信度和提升度的配伍，整体呈局部与远端、补益与通络相结合的特点。网络药理学锁定白细胞介素-6、肿瘤坏死因子（tumor necrosis factor，TNF）-α、核因子 κB（nuclear factor κB，NF-κB）等关键靶点；富集通路主要涉及 TNF、NF-κB、Toll 样受体（Toll-like receptor，TLR）及 NOD 样受体（NOD-like receptor，NLR）等，FDR < 0.05。针刺与调身通痹方比较显示，两者在炎症、氧化应激与免疫调控上存在重叠靶点，同时各具特异方向，提示可能存在共同调控与机制互补；临床病例治疗后视觉模拟量表（Visual Analogue Scale，VAS）评分下降，日本骨科协会（Japanese Orthopaedic Association，JOA）评分升高。**结论** 针刺治疗肝肾亏虚型 LDH 具有明确的选穴与经络规律，其作用可能涉及多靶点、多通路调控。调身通痹方与针刺在部分靶点和通路上存在重叠并呈机制互补，为后续开展针药联合的实验与临床研究提供依据。

[关键词] 网络药理学；针刺；调身通痹方；肝肾亏虚；腰椎间盘突出症；作用靶点；分子机制

[中图分类号] R285.5；R681.53；R246.9 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-5094（2026）09-0851-14

DOI: 10.20053/j.issn1001-5094.202508140627

Acupoint Selection Rules and Mechanisms of Acupuncture in Treating Liver-Kidney Deficiency Type Lumbar Disc Herniation and Comparative Target Analysis Between Acupuncture and Tiaoshen Tongbi Formula Based on Network Pharmacology

GONG Zheng[1], SHI Kun[1], FENG Xia[2], SONG Zhipeng[1], TANG Yinjuan[1], ZHUANG Jun[1], ZHU Jiyang[1], CHEN Shaohua[1], LIU Shunchao[1], MENG Weiwei[1]

(1. Department of Orthopedics, Tianshan Branch, Longhua Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200051, China; 2. Department of Anesthesiology, Tianshan Branch, Longhua Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200051, China)

[Abstract] Objective To elucidate the acupoint selection patterns and potential mechanisms of acupuncture treatment for lumbar disc herniation (LDH) of the liver-kidney deficiency type. Using network pharmacology, we screened its core targets and signaling pathways and compared it with the Tiaoshen Tongbi Formula to compare their target and pathway profiles and explore a potential mechanistic basis for synergy. **Methods** A systematic search of Chinese and English databases was conducted, and inclusion and exclusion criteria were set. High-frequency acupoints, meridian attribution and compatibility rules were summarized, and association rule analysis was performed using the Apriori algorithm. Candidate targets related to high-frequency acupoints were extracted and standardized from the included mechanistic studies; LDH-related targets were obtained by combining the Disease Gene Network Database (DisGeNET),

接受日期： 2025-10-23

基金项目： 国家中医优势专科建设项目（No. 2025YC-ZJK）；上海市卫生健康委员会“十四五”中医特色专科项目（No. ZYTSZK1-2）；上海市长宁区卫生健康委员会科研项目（No. 20234Z011，No. 20234Z009）；上海市长宁区卫生健康委员会青年课题（No. 2022QN11）；上海市长宁区卫生健康委员会天山中医医院PI团队建设项目（No. PI202426）

***通信作者：** 孟魏魏，主任医师 **研究方向：** 中医骨伤 **E-mail：** 13764653965@163.com

GeneCards Database and Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM). An "acupoint-target-disease" network was constructed, and topological analysis and protein-protein interaction (PPI) network analysis were performed. Gene Ontology (GO) functional enrichment and Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) pathway enrichment were carried out with Benjamini-Hochberg correction, using false discovery rate (FDR) < 0.05 as the threshold. Component-target data of the Tiaoshen Tongbi Formula were integrated, and shared and specific targets were compared using Venn diagrams and network diagrams. Meanwhile, clinical cases were retrospectively enrolled for supplementary descriptive validation. **Results** A total of 126 articles (4 128 cases) were included, along with 203 retrospective cases (from the Tianshan Branch, Longhua Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine). Eleven high-frequency acupoints were identified, primarily belonging to the Foot-Taiyang Bladder Meridian and the Governor Vessel. Analysis based on Apriori algorithm yielded multiple compatibility combinations with high support, confidence and lift, showing an overall pattern that combined local with distal selection and tonification with channel-unblocking. Network pharmacology identified key targets such as interleukin-6, tumor necrosis factor (TNF)-α and nuclear factor κB (NF-κB); enriched pathways mainly involved TNF, NF-κB, Toll-like receptor (TLR) and NOD-like receptor (NLR) signaling, with FDR < 0.05. Comparison between acupuncture and the Tiaoshen Tongbi Formula revealed overlapping targets in inflammation, oxidative stress and immune regulation, while each had specific action directions, suggesting shared regulation and mechanistic complementarity. In the clinical cases, Visual Analogue Scale (VAS) scores decreased and Japanese Orthopaedic Association (JOA) scores increased after treatment. **Conclusion** Acupuncture treatment for liver-kidney deficiency type LDH has clear rules of acupoint selection and meridian distribution, and its effects may involve multi-target and multi-pathway regulation. The Tiaoshen Tongbi Formula and acupuncture show partial overlap in targets and pathways together with mechanistic complementarity, providing a rationale for further experimental and clinical studies of combined acupuncture-herbal treatment.

[Key words] network pharmacology; acupuncture; Tiaoshen Tongbi Formula; liver-kidney deficiency; lumbar disc herniation; therapeutic target; molecular mechanism

腰椎间盘突出症（lumbar disc herniation，LDH）作为常见的脊柱退行性疾病，其发病率逐年上升，已成为影响患者生活质量的重要公共卫生问题[1]。流行病学数据显示[2−5]，LDH 在青壮年中的发病率为 2%～3%，男性患病率显著高于女性。现代医学认为，椎间盘退行性改变、机械负荷和遗传因素为其主要病因。中医学则认为，LDH 的发生与肝肾亏虚、气滞血瘀等病理机制相关，肝肾亏虚型以腰痛缠绵、腰膝酸软、下肢放射痛为典型表现。近年来，针刺疗法在 LDH 治疗中展现出独特优势[6−9]，可通过多靶点、多途径缓解疼痛、改善功能。临床针药并用尤为常见，其中调身通痹方为辨治肝肾亏虚型 LDH 的临床效方，功擅补益肝肾、化瘀通络。然而，当前研究仍存在明显不足：针刺选穴规律缺乏系统总结、分子机制尚未完全阐明，针药联用的协同内涵尚待深入探究。本研究基于网络药理学方法，结合文献计量分析与临床回顾性研究，构建“穴位-成分-靶点”网络，系统分析针刺治疗肝肾亏虚型 LDH 的选穴规律与作用机制，并对比针刺与调身通痹方的靶点、通路异同，旨在完善针刺治疗 LDH 的理论体系、揭示其现代科学内涵，为优化中西医结合个体化治疗策略、推动中医药现代化发展提供理论依据与实践指导。

1 资料与方法

1.1 文献检索与筛选

1.1.1 检索数据库 中文数据库：中国知网（CNKI）、万方数据知识服务平台、维普期刊资源整合服务平台（VIP）；英文数据库：PubMed、Web of Science、Embase。

检索时间范围：各数据库建库至 2025 年 2 月。

1.1.2 中英文检索式 中文检索式：（腰椎间盘突出症 OR LDH）AND（肝肾亏虚 OR 肝肾不足）AND（针刺 OR 针灸）AND（选穴 OR 穴位 OR 取穴）。

英文检索式：("Lumbar Disc Herniation" OR "LDH") AND ("Liver-Kidney Deficiency" OR "Liver-Kidney Insufficiency") AND ("Acupuncture") AND ("Acupoint Selection" OR "Acupoint" OR "Acupoint Choosing")

1.1.3 文献纳入标准 ①研究类型：临床研究（随机对照、队列、病例对照、病例系列）及机制研究文献；②研究对象：明确诊断为 LDH 且辨证为肝肾亏虚型的患者，性别、年龄不限；③诊断标准：LDH 符合《腰椎间盘突出症诊疗指南（2020 年版）》[10]；肝肾亏虚型符合《中医病证诊断疗效标准》[11]，典型表现为腰痛缠绵、腰膝酸软等；④干预措施：以针刺为主要治疗方式，穴位明确，可合用艾灸、拔罐等，但须明确针刺穴位与操作；⑤结局指标：至少包含视觉模拟量表（Visual Analogue Scale，VAS）评分、日本骨科协会（Japanese Orthopaedic Association，JOA）评分 1 项疗效指标。

1.1.4 文献排除标准 ①非临床研究：综述、理论探讨、动物实验（仅排除未涉及人体相关机制推断的动物实验）；②对象不符：辨证不明确或非肝肾亏虚型的 LDH 患者；③干预不清：未明确针刺穴位或

配伍方案；④资料问题：重复发表、数据不完整或无法提取有效信息；⑤质量不足：方法学质量低[如随机对照试验（randomized controlled trial，RCT）未说明随机方法、分配隐藏等，存在明显偏倚风险]。

1.1.5 文献筛选结果　按检索策略与纳排标准，由2名研究者独立检索筛选文献：初检获得中文文献892篇、英文文献316篇；剔除重复文献后剩余784篇。经阅读题名与摘要排除658篇，最终纳入文献126篇，包括随机对照试验58篇、队列研究23篇、病例对照研究15篇、病例系列研究22篇、机制研究8篇，累计样本量4 128例。

1.2 临床病例收集与整理

1.2.1 病例来源　回顾性收集2022年10月至2025年9月期间在上海中医药大学附属龙华医院天山分院骨伤科就诊的肝肾亏虚型LDH患者病例。该研究经上海中医药大学附属龙华医院天山分院医学伦理委员会审核并批准（伦审2025TSKYZF02）。

1.2.2 病例筛选标准　纳入标准：①符合LDH及肝肾亏虚型诊断；②针刺方案与临床资料完整；③能完成疗程。排除标准：合并严重心脑肝肾疾病、恶性肿瘤、妊娠、其他腰椎病变、针刺禁忌、依从性差者。

1.2.3 临床观察指标与分析用途　从病历中提取治疗前后VAS评分、JOA评分等资料。临床病例仅用于对文献计量与网络分析所得取穴规律及作用方向进行补充性描述验证，不参与靶点筛选，也不据此推断针刺的独立因果效应；连续变量以$\bar{x} \pm s$描述。

1.3 调身通痹方有效成分及靶点获取

登录中药系统药理学数据库（Traditional Chinese Medicine Systems Pharmacology Database，TCMSP）、SwissTargetPrediction、中医药生物信息分析平台（Bioinformatics Analysis Tool for Molecular mechANism of Traditional Chinese Medicine，BATMAN-TCM）、相似酶学活性数据库（Similarity Ensemble Approach，SEA）等数据库提取调身通痹方候选成分。口服生物利用度（oral bioavailability，OB）≥30%、药物相似性（drug-likeness，DL）≥0.18作为主要筛选阈值；对原方中数据库已收录但未同时达到上述阈值的代表性成分，作为探索性候选成分保留。以简化分子线性输入系统（simplified molecular-input line-entry system，SMILES）表示成分结构，见表1。

表1 调身通痹方有效成分的SMILES结构式

中药名称	主要有效成分	SMILES格式
炙黄芪	黄芪甲苷（astragaloside IV）	CC1=C(C(=O)OC2C(C(C(C(O2)CO)O)O)O)C=CC=C1O（近似结构）
党参	阿魏酸（ferulic acid）	COC1=C(C=CC(=C1)O)C=CC(=O)O
当归	阿魏酸（ferulic acid）	COC1=C(C=CC(=C1)O)C=CC(=O)O
白芍	芍药苷（paeoniflorin）	COC1=CC=C(C=C1)C2COC(=O)C3=C(C2=O)C=CC(=C3)O（近似结构）
川芎	阿魏酸（ferulic acid）	COC1=C(C=CC(=C1)O)C=CC(=O)O
熟地黄	5-羟甲基糠醛（5-hydroxymethylfurfural）	C1C(C(C(C(O1)CO)O)O)OC2C(C(C(C(O2)CO)O)O)O（近似）
柴胡	柴胡皂苷A（saikosaponin A）	CC(C)CC(C(=O)O)OC1C(C(C(C(O1)CO)O)O)O（简化示意）
独活	异欧前胡素（isoimperatorin）	COC1=CC=C2C(=C1)C=CC(=O)OC2
桑寄生	槲皮素（quercetin）	C1=CC(=C(C=C1C2=C(C(=O)C3=C(C=C(C=C3O2)O)O)O)O)O
秦艽	龙胆宁	CC1=CC2=C(C=C1)N=CC(=N2)N（结构推测）
防风	升麻素（cimifugin）	CC1(C2C3CC4=C(C(CCC4C3CCC12C)C)C(=O)O)C(=O)O
桂枝	肉桂醛（cinnamaldehyde）	C1=CC=C(C=C1)C=CC=O
茯苓	茯苓酸（pachymic acid）	CC1(C2CCC3(C(C2(CCC1=O)C)C(=O)C=C4C3(CC(C4(C)C(=O)O)C)C)C)C
杜仲	松脂醇二葡萄糖（pinoresinol diglucoside）	C1=CC(=C(C=C1C2=C(C(=O)C3=C(C=C(C=C3O2)O)O)O)O)O
川牛膝	杯苋甾酮（cyasterone）	C1=CC(=C(C=C1C=CC(=O)O)O)O
炙甘草	甘草酸（glycyrrhizic acid）	CC1(C2C3CC4=C(C(CCC4C3CCC12C)C)C(=O)O)C(=O)O

1.4 针刺治疗肝肾亏虚型腰椎间盘突出症的选穴规律

1.4.1 高频穴位统计方法　采用文献计量法统计纳入文献与临床病例中的穴位使用频次，以频次高低确定高频穴位。

1.4.2 高频使用穴位　对穴位进行频次统计与分类，明确腰部局部、下肢、远端取穴分布。

1.4.3 穴位归经分布 分别统计理论核心选穴与临床高频取穴的经络归属、穴位数量及构成比，分析核心经络分布规律。

1.4.4 穴位配伍规律 采用 Apriori 算法进行关联规则分析，设定最小支持度 20%、最小置信度 60%。支持度表示某配伍组合在全部处方中共同出现的比例；置信度表示出现前项穴位时后项穴位同时出现的条件概率；提升度用于反映两穴关联强度，提升度 > 1 提示正向关联[12-13]。

1.4.5 选穴依据 依据肝肾亏虚型 LDH 本虚标实、肝肾不足、经络痹阻病机，从补益肝肾、行气活血、舒筋活络、温阳散寒 4 个方面确立选穴依据。

1.4.6 临床应用特点 从局部取穴、远端取穴、辨证配穴 3 个方面总结针刺临床应用模式。

1.5 针刺治疗腰椎间盘突出症的潜在作用靶点筛选

以纳入机制研究中可提取的高频穴位相关分子靶点为基础，统一转换为标准基因符号并去重，形成针刺候选靶点集；结合人类疾病基因数据库（Disease Gene Network Database，DisGeNET）、人类基因整合数据库（GeneCards Database）、在线人类孟德尔遗传数据库（Online Mendelian Inheritance in Man，OMIM）获取 LDH 疾病靶点，构建“穴位-靶点-疾病”网络，经双人复核质控。

1.6 调身通痹方治疗腰椎间盘突出症的潜在作用靶点筛选

通过 TCMSP、BATMAN-TCM 提取方剂活性成分，利用 SwissTargetPrediction、SEA 数据库预测成分对应的作用靶点，去除重复值后获得方剂靶点集，用于后续网络分析。

1.7 蛋白质-蛋白质相互作用网络构建

将针刺与调身通痹方相关靶点导入 STRING 数据库（https://string-db.org），物种限定为智人（Homo sapiens），设置最低置信度 ≥ 0.7，获取蛋白质-蛋白质相互作用（protein-protein interaction，PPI）数据；将结果导入 Cytoscape 3.8.0 进行拓扑分析，以度中心性、中介中心性、接近中心性均高于均值为标准筛选核心靶点。

1.8 靶点功能与通路富集分析

采用 DAVID 及 KOBAS 3.0 工具对核心靶点进行基因本体（Gene Ontology，GO）功能注释和京都基因与基因组百科全书（Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes，KEGG）通路富集分析，以错误发现率（false discovery rate，FDR）< 0.05 为判断差异有统计学意义的阈值，按富集因子及校正 *P* 值排序，筛选显著条目用于机制阐释。

2 结果

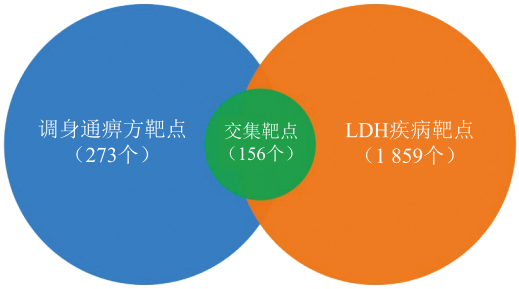
2.1 临床病例基本资料及补充性观察

共收集符合标准的病例 203 例，其中男性 118 例，女性 85 例；年龄 28 ~ 65 岁，平均年龄（45.2 ± 8.7）岁；病程 3 个月 ~ 12 年，平均病程（4.3 ± 2.1）年。

临床记录显示，治疗前 VAS 评分为（6.8 ± 1.5）分，治疗后为（2.3 ± 1.1）分；JOA 评分由（12.5 ± 3.2）分升至（22.8 ± 2.7）分。上述结果仅作为补充性描述，用于观察临床变化方向，不作因果效应推断。

2.2 靶点交集分析

LDH 疾病靶点 1 859 个，调身通痹方靶点 273 个，针刺靶点 210 个。调身通痹方靶点与 LDH 疾病靶点的交集靶点 156 个，见图 1；调身通痹方靶点、LDH 疾病靶点与针刺靶点三者共同交集靶点 65 个，为针药潜在共同作用靶点，见图 2。



将疾病靶点[检索自人类基因整合数据库（GeneCards Database）、在线人类孟德尔遗传数据库（OMIM）、人类疾病基因数据库（DisGeNET），合并去重后获 LDH 相关靶点 1 859 个]与调身通痹方候选靶点[经中药系统药理学数据库（TCMSP）、中医药生物信息分析平台（BATMAN-TCM）、SwissTargetPrediction 及相似酶学活性数据库（SEA）预测并去重，共 273 个]取交集，获得共同靶点集。核心交集基因包括肿瘤坏死因子基因（tumor necrosis factor，*TNF*）、白细胞介素 6 基因（interleukin 6，*IL6*）、核因子 κB 亚基 1 基因（nuclear factor κB subunit 1，*NFKB1*）及基质金属蛋白酶 3 基因（matrix metalloproteinase 3，*MMP3*）等，均富集于炎症应答、氧化应激及细胞外基质代谢过程。LDH：腰椎间盘突出症

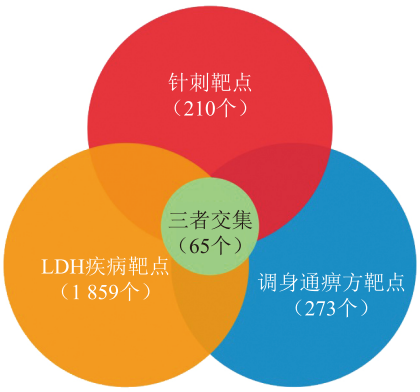
图 1 调身通痹方靶点与腰椎间盘突出症靶点的交集 Venn 图

2.2.1 高频使用穴位 共识别 11 个高频穴位，分为腰部局部、下肢、远端三类，见表 2。

2.2.2 穴位归经分布 理论核心选穴共 10 个（不含临床增补的足三里），其中足太阳膀胱经 5 穴，占 50.0%；督脉 2 穴，占 20.0%；足少阳胆经、足少阴

肾经、足太阴脾经各 1 穴，均占 10.0%（见表 3、图 3A）。临床高频取穴共 11 个，在上述基础上增补足阳明胃经足三里 1 穴；足太阳膀胱经 5 穴，占 45.5%，督脉 2 穴，占 18.2%，足阳明胃经、足少阳胆经、足少阴肾经、足太阴脾经各 1 穴，均占 9.1%（见图 3B）。两种归经分布总体一致，均以足太阳膀胱经和督脉为主，临床处方在辨证基础上增加足三里作为补充。

2.2.3 穴位配伍规律 Apriori 分析得到 5 组高频关联规则（见表 4），支持度为 24.5%～35.6%，置信度为 71.8%～89.2%，提升度均＞1，提示上述配伍具有稳定的正向关联。其中肾俞→太溪的支持度和置信度最高。整体呈现局部与远端、补益与通络相结合的配伍特点。



三者共同靶点包括 *TNF*、*IL6*、*NFKB1* 等，提示针刺与调身通痹方可能存在共同调控基础

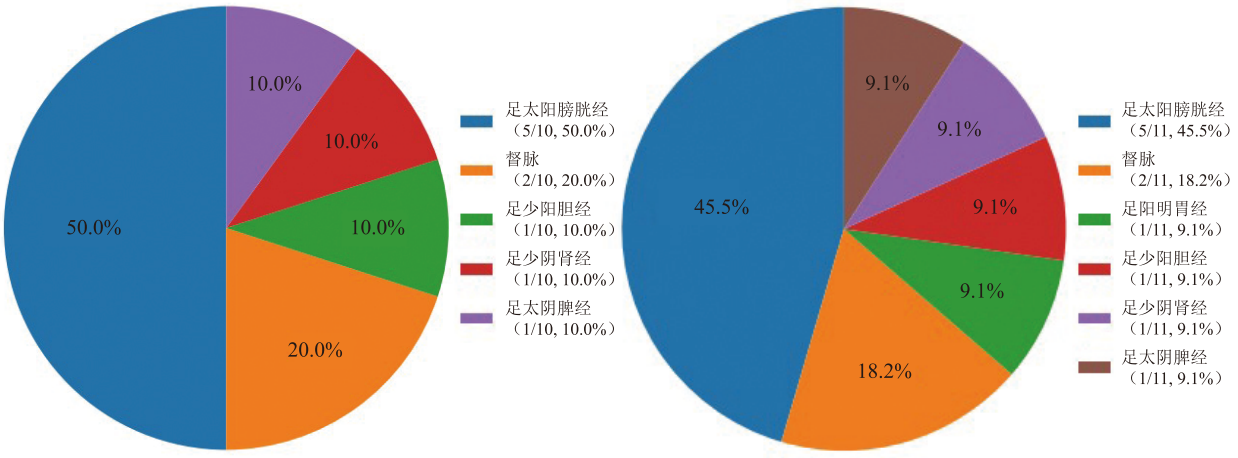
图 2 针刺靶点、调身通痹方靶点与腰椎间盘突出症靶点的交集 Venn 图

表 2 针刺治疗肝肾亏虚型腰椎间盘突出症的高频使用穴位

部位	穴位
腰部局部	肾俞（BL23）、大肠俞（BL25）、腰阳关（GV3）、命门（GV4）
下肢	委中（BL40）、承山（BL57）、阳陵泉（GB34）、昆仑（BL60）
远端	太溪（KI3）、三阴交（SP6）、足三里（ST36）

表 3 穴位归经分布

经络	核心穴位
足太阳膀胱经	肾俞、大肠俞、委中、承山、昆仑
督脉	腰阳关、命门
足少阳胆经	阳陵泉
足少阴肾经	太溪
足太阴脾经	三阴交



A B

A：理论核心选穴归经分布（$n=10$）；B：临床高频取穴归经分布（$n=11$）

图 3 选穴归经分布

表4 基于Apriori模型的高频穴位关联规则及配伍意义

关联规则	支持度/%	置信度/%	提升度	配伍意义
肾俞→太溪	35.6	89.2	1.85	补肾壮腰、强健筋骨
大肠俞→委中	32.1	82.5	1.73	通经活络、缓急止痛
腰阳关→命门	28.9	78.3	1.68	温阳散寒、强腰健脊
阳陵泉→三阴交	26.7	75.1	1.59	疏肝健脾、调和气血
承山→昆仑	24.5	71.8	1.52	舒筋活络、缓解下肢麻木

2.2.4 选穴依据 选穴以补益肝肾为核心，兼顾行气 活血、舒筋活络、温阳散寒，见表5。

表5 针刺治疗肝肾亏虚型腰椎间盘突出症的选穴依据

治法	选穴依据	对应穴位
补益肝肾	补肾益精、强腰健骨	肾俞、太溪、命门
行气活血	疏通气血、通络止痛	委中、阳陵泉、三阴交
舒筋活络	松解筋脉、通利关节	承山、昆仑、大肠俞
温阳散寒	温通督脉、散寒除痹	腰阳关、命门

2.2.5 临床应用特点 针刺采用局部取穴、远端取 穴、辨证配穴相结合的方式，见表6。

表6 针刺治疗肝肾亏虚型腰椎间盘突出症的取穴方式

取穴方式	说明
局部取穴	针对腰痛与神经压迫症状
远端取穴	针对下肢放射痛、麻木
辨证配穴	随症加减，兼顾肝肾与气血

2.3 针刺治疗腰椎间盘突出症的潜在作用靶点 点-疾病”网络，核心信息见表7、表8。

共获得针刺相关靶点210个，构建“穴位-靶

表7 针刺核心穴位与潜在作用靶点映射

穴位名称	靶点基因名称	靶点UniProt ID	靶点功能/通路注释
肾俞	*IL6*	P05231	炎症因子/NF-κB通路
大肠俞	*TNF*	P01375	炎症因子/TNF通路
委中	*BDNF*	P21246	神经可塑性/疼痛调节
阳陵泉	*MAPK1*	P28482	细胞信号转导/MAPK通路

IL6：白细胞介素6基因；*TNF*：肿瘤坏死因子基因；*BDNF*：脑源性神经营养因子基因；*MAPK1*：丝裂原活化蛋白激酶1基因；NF-κB：核因子κB；TNF：肿瘤坏死因子；MAPK：丝裂原活化蛋白激酶

表8 腰椎间盘突出症相关靶点基因列表

分类	相关基因
炎症相关基因	*IL1B*，*IL6*，*TNF*，*PTGS2*，*CXCL8*，*NFKB1*，*NLRP3*，*IL17A*，*NOS2*，*CCL2*，*TLR4*，*TGFB1*
细胞外基质代谢相关基因	*MMP1*，*MMP3*，*MMP9*，*MMP13*，*ADAMTS4*，*ADAMTS5*，*TIMP1*，*TIMP2*，*PLA2G2A*
疼痛调节相关基因	*TRPV1*，*BDNF*，*NGF*，*CALCA*，*TAC1*，*ASIC3*，*P2RX3*，*SCN10A*，*IL18*
细胞结构/软骨相关基因	*COL1A1*，*COL2A1*，*ACAN*，*SOX9*，*COMP*，*RUNX2*
其他调控相关基因	*HIF1A*，*VEGFA*，*MAPK1*，*MAPK8*，*MAPK3*，*PIK3CA*，*AKT1*，*STAT3*，*CASP3*

IL1B：白细胞介素-1β基因；*PTGS2*：前列腺素内过氧化物合酶2基因；*CXCL8*：C-X-C基序趋化因子配体8基因；*NFKB1*：核因子κB亚基1基因；*NLRP3*：NOD样受体热蛋白结构域相关蛋白3基因；*IL17A*：白细胞介素17A基因；*NOS2*：诱导型一氧化氮合酶2基因；*CCL2*：C-C基序趋化因子配体2基因；*TLR4*：Toll样受体4基因；*TGFB1*：转化生长因子β1基因；*MMP1*：基质金属蛋白酶1基因；*MMP3*：基质金属蛋白酶3基因；*MMP9*：基质金属蛋白酶9基因；*MMP13*：基质金属蛋白酶13基因；*ADAMTS4*：含血小板结合蛋白基序的解聚蛋白样金属蛋白酶4基因；*ADAMTS5*：含血小板结合蛋白基序的解聚蛋白样金属蛋白酶5基因；*TIMP1*：金属蛋白酶组织抑制因子1基因；*TIMP2*：金属蛋白酶组织抑制因子2基因；*PLA2G2A*：分泌型磷脂酶A2组IIA基因；*TRPV1*：瞬时受体电位阳离子通道V亚家族成员1基因；*NGF*：神经生长因子基因；*CALCA*：降钙素相关多肽α基因；*TAC1*：速激肽前体1基因；*ASIC3*：酸敏感离子通道3基因；*P2RX3*：嘌呤能受体P2X3基因；*SCN10A*：电压门控钠通道α亚基10基因；*IL18*：白细胞介素18基因；*COL1A1*：I型胶原α1链基因；*COL2A1*：II型胶原α1链基因；*ACAN*：聚集蛋白聚糖基因；*SOX9*：性别决定区Y盒蛋白9基因；*COMP*：软骨寡聚基质蛋白基因；*RUNX2*：Runt相关转录因子2基因；*HIF1A*：缺氧诱导因子1α亚基基因；*VEGFA*：血管内皮生长因子A基因；*MAPK8*：丝裂原活化蛋白激酶8基因；*MAPK3*：丝裂原活化蛋白激酶3基因；*PIK3CA*：磷脂酰肌醇3-激酶催化亚基α基因；*AKT1*：蛋白激酶Bα基因；*STAT3*：信号转导与转录激活因子3基因；*CASP3*：半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶3基因

2.4 调身通痹方治疗腰椎间盘突出症的潜在作用靶点

共获得方剂靶点 273 个，构建“中药-成分-靶点”网络，核心信息见表 9、表 10。

表 9 调身通痹方中药、成分及靶点信息表

中药	成分	OB/%	DL	靶点
炙黄芪	黄芪甲苷	36.38	0.21	*IL6*
党参	阿魏酸	40.26	0.18	*PTGS2*
当归	芦荟大黄素	42.34	0.24	*TNF*
白芍	芍药苷	25.60	0.11	*NOS2*
川芎	阿魏酸	40.26	0.18	*MMP9*
熟地黄	毛蕊花糖苷	29.37	0.12	*IL1B*
柴胡	柴胡皂苷A	33.67	0.24	*NFKB1*
独活	欧前胡素	60.11	0.28	*TRPV1*
桑寄生	槲皮素	46.43	0.28	*PTGS1*
秦艽	龙胆苦苷	33.87	0.19	*TGFB1*
防风	升麻素苷	41.01	0.27	*CXCL8*
桂枝	肉桂醛	31.53	0.20	*PTGS2*
茯苓	茯苓酸	38.96	0.17	*IL18*
杜仲	松脂醇二葡萄糖苷	46.43	0.28	*CASP3*
川牛膝	杯苋甾酮	32.70	0.19	*MMP3*
炙甘草	甘草酸	41.01	0.27	*BDNF*

PTGS1：前列腺素内过氧化物合酶1基因

表 10 “中药-成分-靶点”网络中起核心作用的靶点基因

作用	靶点基因
抗炎作用	*IL1B*，*IL6*，*TNF*，*PTGS2*，*PTGS1*，*CXCL8*，*NFKB1*，*TLR4*，*NLRP3*，*MIF*，*CXCL1*，*CCL2*，*IFNG*，*STAT3*
镇痛作用	*TRPV1*，*BDNF*，*NGF*，*CGRP*，*TAC1*，*P2RX3*，*ASIC3*，*SCN10A*，*IL18*，*IL17*，*CX3CL1*
细胞外基质代谢	*MMP1*，*MMP3*，*MMP9*，*MMP13*，*ADAMTS4*，*ADAMTS5*，*TIMP1*，*TIMP2*，*COL1A1*，*COL2A1*，*ACAN*，*SOX9*，*RUNX2*，*COMP*
抗氧化作用	*SOD1*，*SOD2*，*CAT*，*GPX1*，*HMOX1*，*NFE2L2*，*PRDX1*，*NOS2*，*TXN*

MIF：巨噬细胞迁移抑制因子基因；*CXCL1*：C-X-C基序趋化因子配体1基因；*IFNG*：干扰素γ基因；*CX3CL1*：C-X3-C基序趋化因子配体1基因；*SOD1*：超氧化物歧化酶1基因；*SOD2*：超氧化物歧化酶2基因；*CAT*：过氧化氢酶基因；*GPX1*：谷胱甘肽过氧化物酶1基因；*HMOX1*：血红素氧合酶1基因；*NFE2L2*：核因子E2相关因子2基因；*PRDX1*：过氧化物还原酶1基因；*TXN*：硫氧还蛋白基因

2.5 针刺、调身通痹方与腰椎间盘突出症靶点重叠关系及共同靶点功能分析

整合针刺、调身通痹方与 LDH 靶点并进行集合划分，三者共同靶点为 65 个（见表 11）。复核各互斥区域后，针刺、调身通痹方及 LDH 靶点总数均与各对应区域之和一致。共同靶点主要涉及肿瘤坏死因子（tumor necrosis factor，TNF）/核因子 κB（nuclear factor κB，NF-κB）、磷脂酰肌醇 3-激酶（phosphatidylinositol 3-kinase，PI3K）-蛋白激酶 B（protein kinase B，AKT）、丝裂原活化蛋白激酶（mitogen-activated protein kinase，MAPK）等信号通路及氧化应激响应过程。其中，前列腺素内过氧化物合酶 2（prostaglandin-endoperoxide synthase 2，PTGS2）、基质金属蛋白酶 3（matrix metalloproteinase 3，MMP3）、基质金属蛋白酶 9（matrix metalloproteinase 9，MMP9）等与椎间盘退变及神经根炎症相关，瞬时受体电位阳离子通道 V 亚家族成员 1（transient receptor potential cation channel subfamily V member 1，TRPV1）、脑源性神经营养因子（brain-derived neurotrophic factor，BDNF）、神经生长因子（nerve growth factor，NGF）等参与疼痛信号传导，提示两种干预可能在炎症、疼痛和基质代谢等环节具有共同调控基础。调身通痹方与 LDH 的核心靶点基因及其功能释义见表 12、表 13。

2.6 蛋白质-蛋白质相互作用网络核心靶点

基于 STRING 数据库构建 PPI 网络，经 CytoHubba 插件按连接度排序筛选核心模块。针刺干预 LDH 的 PPI 网络获得 32 个核心节点，代表性核心蛋白包括 TNF-α、白细胞介素-6（interleukin-6，

IL-6）、核因子 κB p65 亚基（nuclear factor κB p65，RelA）、细胞外调节蛋白激酶 2（extracellular signal-regulated kinase 2，ERK2）、蛋白激酶 B1（protein kinase B1，AKT1）等（见图 4）；调身通痹方干预 LDH 的 PPI 网络获得 45 个核心节点，代表性核心蛋白包括 IL-6、TNF-α、白细胞介素 -1β（interleukin-1β，IL-1β）、MMP9 和 AKT1 等（见图 5）。两组核心节点共有 28 个，提示两种干预在炎症级联、细胞存活及基质重塑等过程存在共同的蛋白互作节点。

表 11 针刺、调身通痹方与腰椎间盘突出症靶点集合重叠情况统计

靶点归属	靶点数量	释义
仅针刺靶点	27	仅存在于针刺靶点集中，未出现在调身通痹方或 LDH 靶点集中
仅调身通痹方靶点	84	仅存在于调身通痹方靶点集中，未出现在针刺或 LDH 靶点集中
仅 LDH 靶点	1 618	仅存在于 LDH 靶点集中，未被针刺或调身通痹方靶点覆盖
针刺与调身通痹方共有（非 LDH 靶点）	33	二者共有但未与 LDH 靶点重叠，可能参与协同调控
针刺与 LDH 共有（非调身通痹方靶点）	85	针刺与 LDH 共有而调身通痹方未覆盖的靶点
调身通痹方与 LDH 共有（非针刺靶点）	91	调身通痹方与 LDH 共有而针刺未覆盖的靶点
针刺、调身通痹方与 LDH 三者共同靶点	65	三者共同覆盖的潜在共同作用靶点

表 12 调身通痹方核心靶点基因及其功能释义

靶点基因	功能释义
NFKB1	NF-κB 通路核心转录因子，调控 IL-1β、IL-6、TNF 等促炎因子转录
NFE2L2	抗氧化应激关键转录因子，激活 SOD1、HMOX1 等抗氧化酶表达
IL6	经典促炎细胞因子基因，参与局部炎症级联、疼痛敏化及免疫应答
TLR4	模式识别受体，介导 MyD88/NF-κB 炎症级联启动
CASP3	凋亡执行分子，参与受压神经根区神经元及髓核细胞凋亡调控
GRB2	衔接蛋白，连接生长因子受体与 MAPK/ERK 级联信号转导
AKT1	PI3K-AKT 通路中心节点，介导细胞存活与抗凋亡
CTSD	溶酶体蛋白酶基因，参与椎间盘微环境基质降解
HIF1A	缺氧应答因子，调节椎间盘在缺氧环境下的血管新生与炎症
EGFR	表皮生长因子受体，促进神经修复与施万细胞增殖
PTGS2	催化 PGE_2 合成的关键酶，介导炎性痛与局部水肿
IL1B	促炎因子，放大疼痛敏化与椎间盘退变
TNF	炎症级联启动因子，参与神经根性痛及髓核突出后炎症反应
MMP9	降解胶原/明胶，参与纤维环破裂及细胞外基质重塑
FOXO3	抗氧化与自噬调控因子，维持细胞氧化还原平衡
MAPK1	MAPK/ERK 通路效应分子，调控炎症释放及软骨细胞功能
PIK3CA	PI3K 催化亚基，参与炎性信号转导与细胞存活
STAT3	JAK-STAT 通路关键分子，介导 IL-6 等细胞因子信号转导
SOD1	铜锌超氧化物歧化酶，清除活性氧，减轻氧化损伤
CAT	过氧化氢酶，与 SOD 协同清除过氧化氢
IL10	抗炎细胞因子，抑制 IL-1β、TNF 等促炎因子释放
TP53	细胞周期与凋亡调控枢纽，参与退变椎间盘细胞命运决定
VEGFA	促血管生成因子，改善缺血缺氧髓核组织营养微环境
TGFB1	调节免疫耐受、成纤维活化及细胞外基质合成

EGFR：表皮生长因子受体基因；*FOXO3*：叉头框蛋白 O3 基因；*IL10*：白细胞介素 10 基因；*TP53*：肿瘤蛋白 p53 基因；IL-1β：白细胞介素-1β；IL-6：白细胞介素- 6；SOD1：超氧化物歧化酶 1；HMOX1：血红素氧合酶 1；MyD88：髓样分化因子 88；MAPK/ERK：丝裂原活化蛋白激酶/细胞外调节蛋白激酶；PI3K：磷脂酰肌醇 3-激酶；AKT：蛋白激酶 B；PGE2：前列腺素 E2；JAK-STAT：Janus 激酶/信号转导与转录激活子

表 13 腰椎间盘突出症核心靶点基因及其功能释义

靶点基因	功能释义
TNF	介导神经根性炎症与疼痛敏化，调控髓核细胞凋亡
IL1B	激活 NF-κB 炎症级联，促进 MMP 表达并加速髓核基质破坏
IL6	经典促炎因子，参与疼痛信号放大及局部免疫应答
PTGS2	催化 PGE_2 合成，介导炎性痛与神经根水肿
MMP9	降解胶原/明胶，参与纤维环破裂及细胞外基质重塑
MMP3	参与软骨降解与髓核组织退变
MAPK1	调控炎症释放及椎间盘细胞增殖与凋亡平衡
PIK3CA	PI3K 通路催化亚基，介导细胞存活与炎性应答
AKT1	PI3K-AKT 通路效应分子，促进受压组织抗凋亡
FOXO3	抗氧化与自噬调控因子，维持细胞氧化还原稳态
NFE2L2	抗氧化应激主调控因子，激活下游抗氧化酶转录
CASP3	凋亡执行分子，参与神经根区细胞程序性死亡
STAT3	介导 IL-6 等细胞因子信号转导，参与炎症级联放大
TP53	调控细胞周期阻滞与凋亡，参与退变椎间盘细胞命运决定
TLR4	模式识别受体，介导先天免疫及炎症小体启动
PTPN11	蛋白酪氨酸磷酸酶，参与炎症介导的神经敏化去磷酸化调控
VEGFA	促血管生成因子，改善缺血缺氧椎间盘微环境
EGFR	表皮生长因子受体，参与施万细胞增殖与神经修复
HIF1A	缺氧应答因子，调节椎间盘在缺氧环境下的代谢重编程
IL10	抗炎细胞因子，抑制 IL-1β、TNF 等促炎因子释放
CNR1	内源性大麻素受体，参与慢性神经病理性疼痛调节
TRPV1	伤害性离子通道，感受炎性刺激及痛觉传入
BDNF	神经营养因子，调节背根神经节神经可塑性与痛觉敏化
NGF	神经生长因子，调节神经出芽、突触可塑性与疼痛敏感性
CXCL8	趋化因子，介导中性粒细胞浸润及局部炎性损伤
NLRP3	炎症小体核心组分，参与细胞内炎症反应的启动
SOD1	超氧化物歧化酶，清除氧自由基，减轻氧化损伤
CAT	过氧化氢酶，分解过氧化氢，保护细胞免受氧化应激
TGFB1	调节免疫耐受、成纤维活化及细胞外基质合成

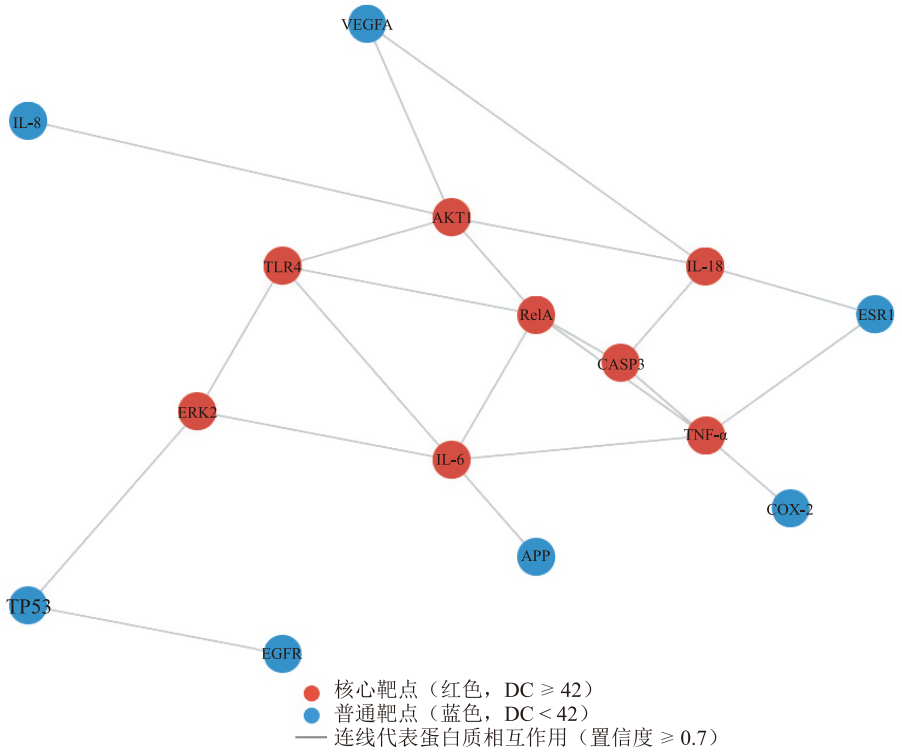
CNR1：大麻素受体 1 基因；*PTPN11*：蛋白酪氨酸磷酸酶非受体型 11 基因

2.7 GO 与 KEGG 富集分析

2.7.1 针刺富集结果　GO 富集条目以免疫应答、受体结合、蛋白水解酶活性、氧化还原酶活性等为主，同时涉及氧化应激反应、细胞因子活性、细胞凋亡调控、炎症反应及疼痛信号通路调控（见图 6）。KEGG 富集显示 TNF、NF-κB、MAPK、PI3K-AKT、Toll 样受体（Toll-like receptor，TLR）及 NOD 样受体等通路具有较高富集显著性（见图 7），提示针刺相关靶点可能主要参与炎症、免疫及细胞存活调控。

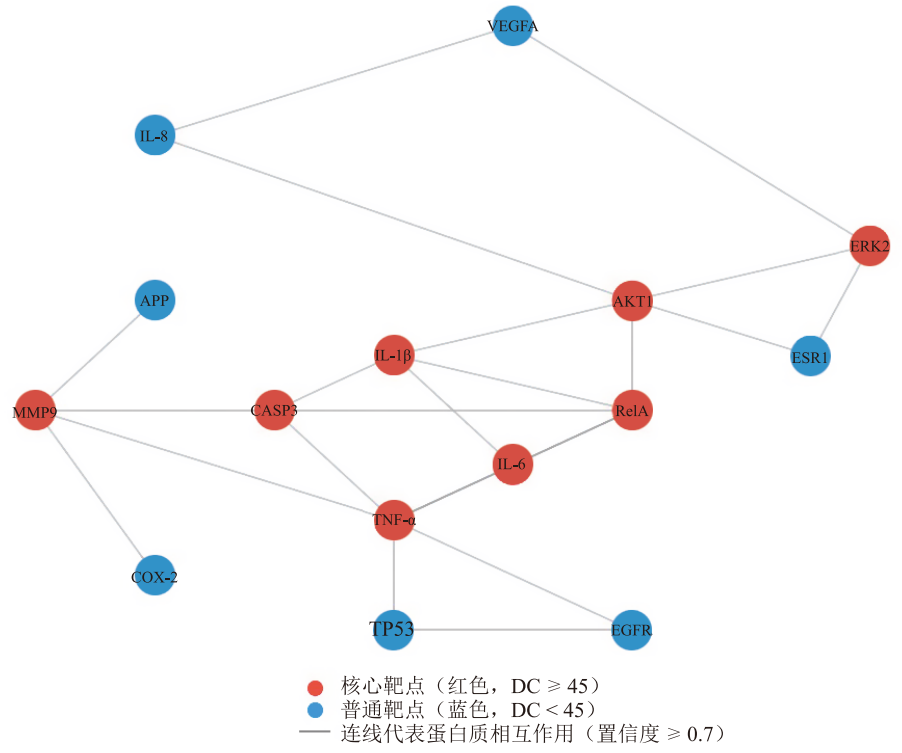
2.7.2 调身通痹方富集结果　GO 富集主要涉及氧化还原反应及氧化应激反应、细胞因子活性、蛋白激酶活性，并涉及细胞外基质代谢、血管生成、组织修复及炎症反应等（见图 8）。KEGG 富集主要集中于 NF-κB、MAPK、PI3K-AKT、TNF、缺氧诱导因子-1（hypoxia-inducible factor-1，HIF-1）及细胞外基质（extracellular matrix，ECM）-受体相互作用等通路（见图 9）。

2.7.3 共同与特异机制　对针刺与调身通痹方干预 LDH 的相关靶点进行 GO/KEGG 富集比较，共注释到 89 项 GO 条目和 42 条 KEGG 通路（见表 14、图 10）。共同富集部分主要集中于 TNF、NF-κB、MAPK 等炎症信号通路；针刺相关靶点相对偏向神经-血管过程，调身通痹方相关靶点相对偏向氧化还原及细胞外基质代谢过程，提示二者可能具有共同调控基础并存在机制互补。



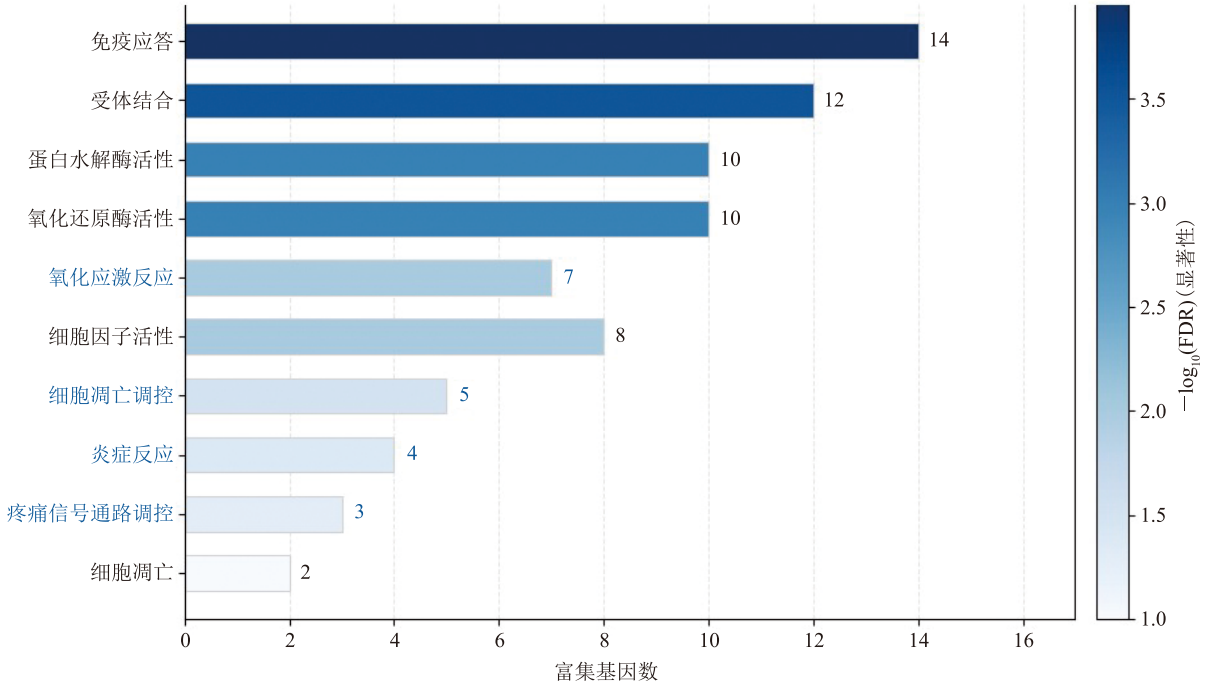
DC：度中心性；IL-8：白细胞介素 - 8；VEGFA：血管内皮生长因子 A；AKT1：蛋白激酶 B1；TLR4：Toll 样受体 4；IL-18：白细胞介素-18；RelA：核因子 κB p65 亚基；ESR1：雌激素受体 1；ERK2：细胞外调节蛋白激酶 2；CASP3：半胱天冬酶 3；APP：淀粉样前体蛋白；TP53：肿瘤蛋白 p53；EGFR：表皮生长因子受体；COX-2：环氧化酶 2

图 4 针刺治疗腰椎间盘突出症的蛋白质-蛋白质相互作用网络及核心靶点



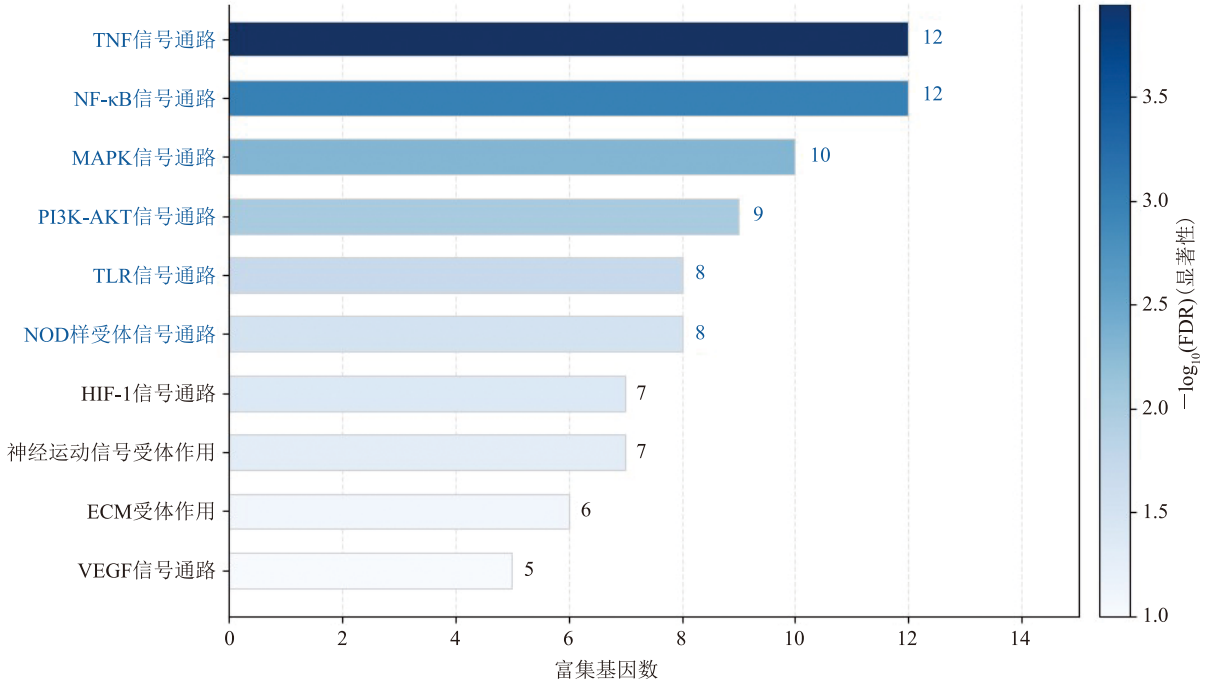
MMP9：基质金属蛋白酶 9

图 5 调身通痹方治疗腰椎间盘突出症的蛋白质-蛋白质相互作用网络及核心靶点



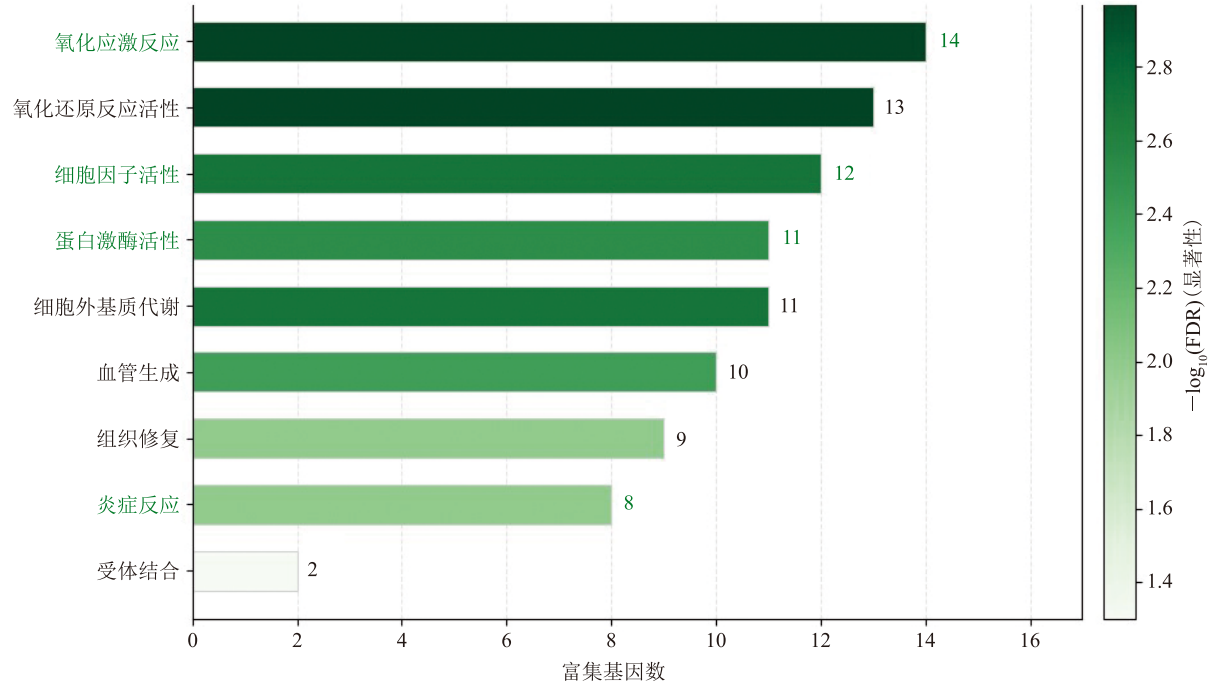
FDR为错误发现率；柱长表示富集到相应GO条目的靶基因数，颜色深浅对应$-\log_{10}$(FDR)，颜色越深，数值越大，表示该GO条目的富集显著性越高

图6 针刺治疗腰椎间盘突出症的GO功能富集分析柱状图



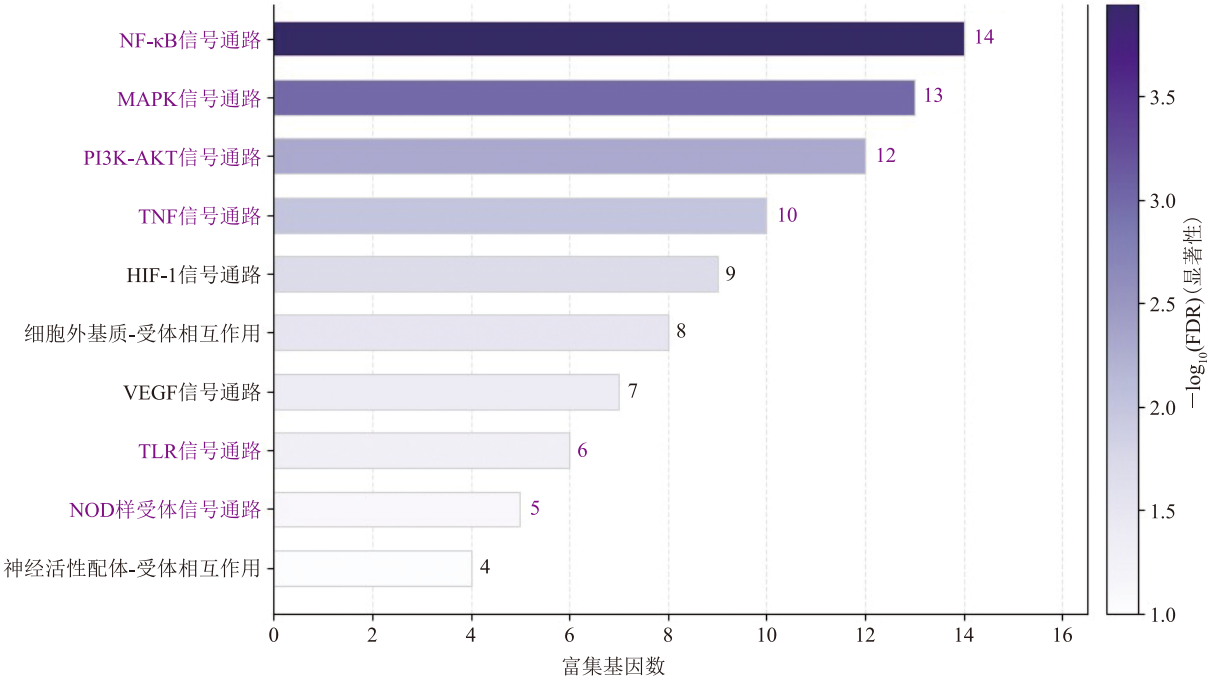
TLR：Toll样受体；HIF-1：缺氧诱导因子-1；ECM：细胞外基质；VEGF：血管内皮生长因子；柱长表示富集到相应GO条目的靶基因数，颜色深浅对应$-\log_{10}$(FDR)，颜色越深，数值越大，表示该GO条目的富集显著性越高

图7 针刺治疗腰椎间盘突出症的KEGG通路富集分析图



柱长表示富集到相应GO条目的靶基因数，颜色深浅对应$-\log_{10}$(FDR)，颜色越深，数值越大，表示该GO条目的富集显著性越高

图8 调身通痹方治疗腰椎间盘突出症的GO功能富集分析柱状图



柱长表示富集到相应GO条目的靶基因数，颜色深浅对应$-\log_{10}$(FDR)，颜色越深，数值越大，表示该GO条目的富集显著性越高

图9 调身通痹方治疗腰椎间盘突出症的KEGG通路富集分析柱状图

3 讨论

本研究基于网络药理学框架，结合中医经络学与现代靶向治疗理念，系统阐释针刺治疗肝肾亏虚型LDH的选穴规律及其分子机制，并与调身通痹方的靶点网络进行比对与整合，以多维证据揭示针药干预LDH的现代生物学基础。同时，纳入临床回顾性病例，为结论提供临床数据支撑。

表 14 针刺与调身通痹方干预腰椎间盘突出症的主要 GO/KEGG 富集条目对比

功能条目（GO/KEGG）	共有基因数	代表基因	$-\log_{10}$(FDR)	归属倾向
TNF 信号通路	8	*TNF*，*IL6*，*MAPK1*	4.2	共有（协同）
NF-κB 信号通路	7	*NFKB1*，*RELA*	3.8	共有（协同）
MAPK 信号通路	9	*MAPK1*，*JUN*	3.5	共有（协同）
神经活性配体-受体相互作用	6	*DRD2*，*CHRM1*	2.1	针刺侧重
氧化还原酶活性	5	*SOD1*，*CAT*	2.8	调身方侧重
细胞外基质-受体相互作用	7	*ITGB1*，*COL1A1*	2.5	调身方侧重

GO：基因本体；KEGG：京都基因与基因组百科全书；FDR：错误发现率；*RELA*：核因子 κB p65 亚基基因；*JUN*：Jun 原癌基因；*DRD2*：多巴胺 D2 受体基因；*CHRM1*：毒蕈碱型胆碱受体 M1 基因；*ITGB1*：整合素 β1 基因

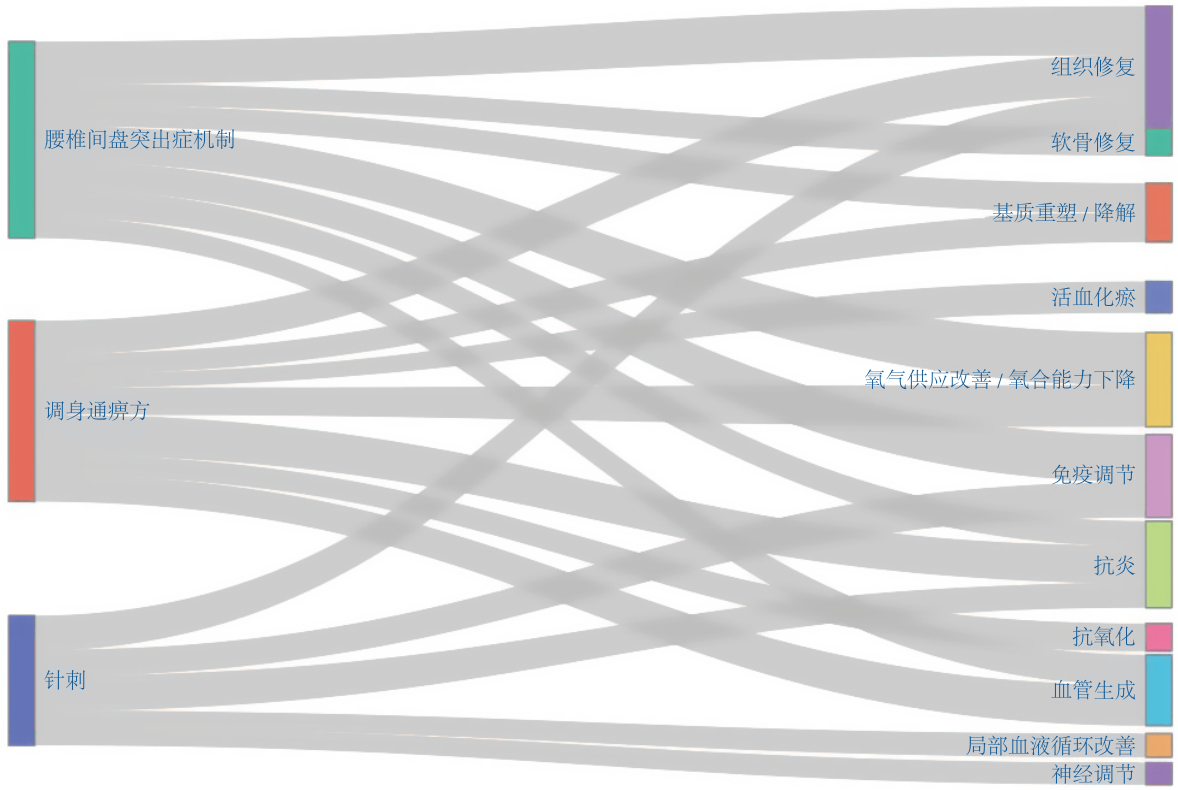


图 10 针刺、调身通痹方与腰椎间盘突出症功能机制关系桑基图

在穴位层面，文献计量与病例整理表明，针刺取穴以“补益肝肾、行气活血、舒筋活络”为核心，常用穴位包括肾俞（BL23）、命门（GV4）、委中（BL40）、三阴交（SP6）等，体现“局部与远端结合”的取穴思路。为刻画临床配伍模式，采用 Apriori 模型提炼出多组高支持度、置信度与提升度的组合（如“肾俞→太溪”“大肠俞→委中”）；并据此概括临床常见的多穴配伍模式。进一步构建“穴位-靶点-疾病”网络并开展 PPI 分析，识别出组织蛋白酶 D（cathepsin D，CTSD）、缺氧诱导因子 1α 亚基（hypoxia inducible factor 1 subunit α，HIF1A）、生长因子受体结合蛋白 2（growth factor receptor bound protein 2，GRB2）、核因子 E2 相关因子 2（nuclear factor erythroid 2 like 2，NFE2L2）、核因子 κB 亚基 1（nuclear factor κB subunit 1，NF-κB1）等潜在核心节点，主要涉及细胞凋亡、炎症反应与氧化应激等关键病理环节，其中 NF-κB1 呈较高度中心性，提示其在 LDH 炎症通路中的枢纽作用。功能富集结果与上述网络特征一致。GO 显示靶点显著富集于氧化/细胞应激应答及中性粒细胞调节等过程；KEGG 在 Benjamini-Hochberg 校正后提示 NF-κB 通路最为显著，指向针刺可能通过抑制其过度激活以阻断炎症级联、缓解神经根相关疼痛[14]；同时，KEGG 分析提示针刺靶点还显著富集

于 HIF-1、PI3K-AKT 及 TLR 通路，支持针刺在组织修复与细胞存活调控中的多通路协同效应[15]。

在针刺与调身通痹方的整合分析中，构建靶点交集图谱显示，针刺与调身通痹方的共有核心靶点包括 TLR4、HIF-1α、Nrf2、SHP-2 等上游调控分子，以及 TNF-α、IL-6、IL-1β 等促炎效应因子。上述靶点共同锚定于 TNF、NF-κB 及 TLR 等信号轴，部分靶点亦映射至神经活性配体-受体相互作用通路，提示两组干预在“模式识别（TLR4）—转录启动（NF-κB/Nrf2）—效应因子释放（TNF-α/IL-6/IL-1β）”多节点上可能形成共同调控。同时，二者在机制上存在侧重差异：针刺更偏向神经调节与局部气血改善[16]，其特征性富集于“神经活性配体-受体相互作用”等通路；而调身通痹方则突出抗氧化、血管再生及基质代谢调控，其特征性富集于“ECM-受体相互作用”和“细胞外基质组装”等通路。这种共同调控与机制互补特征，为进一步验证针药联合干预提供了生物学线索。

临床病例的补充性描述显示，治疗后 VAS 评分下降、JOA 评分升高，与网络分析提示的疼痛调节和功能改善方向一致。由于临床部分选用了单中心回顾性病例资料，且缺乏平行对照，其作用主要是提供临床观察层面的补充证据，不宜据此推断针刺的独立因果效应或针药联合的增效作用。

本研究基于网络药理学并辅以临床补充性观察，但仍存在以下不足：①预测靶点与通路尚需体内外实验证实，且网络药理学结果可能存在假阳性；②回顾性病例可能引入选择偏倚，欠缺前瞻性大样本随机对照验证；③个体化差异考虑不足，未充分纳入患者个体差异（突出类型、节段差异及中医证型）进行分层验证。上述因素可能影响临床转化。未来研究应着重从以下方向突破：以基因编辑与蛋白质组学验证关键靶点（如 IL-6、MMP3）在针刺干预下的动态变化；开展多中心、前瞻性临床研究，比较不同配伍策略；融合代谢组与微生物组，建立基于证型的个体化预测模型；深化针刺与中药的协同机制研究，以推动 LDH 的标准化与精准化治疗。

[参考文献]

[1] 周金苹, 冉家杰, 田航, 等. 气滞血瘀型腰椎间盘突出症的中医外治法研究进展[J]. 护理学, 2023, 12(3): 375-380.

[2] Zhang A S, Xu A, Ansari K, *et al*. Lumbar disc herniation: diagnosis and management[J]. *Am J Med*, 2023, 136(7): 645-651.

[3] Gao Q, Yang H, Masood U, *et al*. Lumbar disc herniation with contralateral symptoms: a case-series of 11 patients and literature review[J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(11): 2839-2847.

[4] Gong G, Yan Z, Lai Q, *et al*. Inflammation preservation strategy: reconciling pain control and disc resorption in lumbar disc herniation[J]. *Front Immunol*, 2025, 16: 1653681.

[5] 黄庆, 刘静, 冯丽. 针刺治疗腰椎间盘突出症疗效观察[J]. 天津中医药大学学报, 2026, 45(1): 18-26.

[6] 鄢驰恒, 冯大刚, 段宇辰, 等. 杵针治疗腰椎间盘突出症的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(1): 845-850.

[7] 许萌, 张超, 李嘉玮, 等. 传统针刺对腰椎间盘突出症效应影响的Meta分析[J]. 四川中医, 2025, 43(4): 189-202.

[8] 王爱爱, 崔露. 电针治疗联合其他疗法治疗腰椎间盘突出症的研究进展[J]. 中医学, 2025, 14(1): 334-340.

[9] 潘渴, 邝涛. 中医药治疗腰椎间盘突出症研究进展[J]. 江苏中医药, 2023, 55(8): 75-79.

[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.

[11] 国家中医药管理局. 中医病证诊断疗效标准: ZY/T 001.1～001.9-94[S]. 南京: 南京大学出版社, 1994.

[12] 吴文玉, 詹少锋, 焦欣, 等. 中医药领域机器学习研究的现状与发展趋势探讨[J]. 中华中医药学刊, 2026, 44(2): 11-16, 263-264.

[13] 周翀, 黄春玲, 王静, 等. 针刺治疗儿童抽动障碍临床选穴及配穴规律[J]. 辽宁中医杂志, 2026, 53(5): 161-166.

[14] 张玉钱, 金泽. 针刺治疗腰椎间盘突出症的应用进展及临床研究方法学质量: 现状、问题与改进策略[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 2890-2896.

[15] 李文芳, 董孟炜, 靳海珠, 等. 针刺调控干细胞增殖和分化的机制[J]. 中国组织工程研究, 2026, 30(19): 5050-5056.

[16] 项瑞瑞, 郭雅雯, 李小花, 等. 身痛逐瘀汤联合针刺治疗寒凝血瘀型腰椎间盘突出症疗效观察[J]. 河北中医, 2025, 47(2): 233-236.

[17] 武宁, 严骏, 李标鹏, 等. 痹痛方联合针刺治疗腰椎间盘突出症肝肾亏虚型临床观察[J]. 实用中医药杂志, 2025, 41(7): 1351-1354.

[18] Wang Y, Zhou Y, Tian H, *et al*. NF-κB signalling pathway in neurodegenerative diseases: acupuncture as a potential therapeutic approach[J]. *Brain Res*, 2025, 1865: 149893.

（责任编辑：杨臻峥）