·综 述·

中药复方干预糖尿病周围神经病变的通路机制研究进展

徐 杰[1]，吴国芳[1]，陈清光[2*]

（1. 上海市松江区方塔中医医院内科，上海 201699；2. 上海中医药大学附属曙光医院内分泌科，上海 201203）

摘要：糖尿病周围神经病变（diabetic peripheral neuropathy，DPN）是糖尿病常见的慢性并发症。中医辨证分为气虚血瘀、气阴两虚瘀血阻滞、阳虚寒凝络脉瘀阻、阴阳两虚血瘀络阻为主。当前研究存在证型诊断缺乏客观分子标志物、复方制备与应用标准不统一、临床与基础研究脱节等瓶颈。该文以证型为线索，系统梳理中药复方干预 DPN 的通路调控规律。未来应围绕“证 - 机”对应关系，明确分子机制，建立标准化体系，推动中医药治疗 DPN 向精准化、规范化以及现代化转化。

关键词：中药复方；糖尿病周围神经病变；消渴；痹证；中医证候

中图分类号：R255.4 **文献标志码：**A **文章编号：**1672-9188（2026）05-0575-007

引用：徐杰, 吴国芳, 陈清光. 中药复方干预糖尿病周围神经病变的通路机制研究进展[J]. 世界临床药物, 2026, 47(5): 575-581. DOI：10.13683/j.wph.2026.05.018

Research progress on pathway mechanism of traditional Chinese medicine compound intervention in diabetic peripheral neuropathy

XU Jie[1], WU Guofang[1], CHEN Qingguang[2*]

（*1.Department of Internal Medicine, Fangta Traditional Chinese Medicine Hospital, Songjiang District, Shanghai 201699, China; 2.Department of Endocrinology, Shuguang Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China*）

Abstract: Diabetic peripheral neuropathy（DPN） is a common chronic complication of diabetes. In traditional Chinese medicine syndrome differentiation, DPN is divided into qi deficiency with blood stasis, qi and yin deficiency with blood stasis blocking the meridians, yang deficiency with cold congealing the collaterals, and yin and yang deficiency with blood stasis and obstruction of the meridians. The current research faces several bottlenecks, including the lack of objective molecular markers for syndrome diagnosis, inconsistent standards for compound preparation and application, and the disconnection between clinical and basic research. This article systematically reviewed the pathway regulation rules of traditional Chinese medicine compound intervention in DPN based on syndrome differentiation as the guiding framework. In the future, efforts should focus on the "syndrome- mechanism" correlation, clarify the molecular mechanism, establish a standardized system, and promote the transformation of traditional Chinese medicine treatment for DPN towards precision, standardization and modernization.

Key words: diabetic peripheral neuropathy; xiaoke bing bizheng;tcm syndrome;traditional chinese medicine formula; mechanism research

收稿日期：2025-07-25

作者简介：徐杰，主治医师，研究方向：中西医结合防治糖尿病及其并发症、甲状腺疾病相关研究。

通信作者：陈清光，副研究员，硕士生导师，研究方向：中医药防治糖尿病与代谢病相关研究。

基金项目：上海中医药大学标准化研究课题（SHUTCMBZH-2024BZH05）；上海市科委科研计划项目（22S21900400）；上海市中医临床重点实验室（20DZ2272200）

糖尿病周围神经病变（diabetic peripheral neuropathy，DPN）是糖尿病（diabetes mellitus）患者常见的慢性并发症之一，以双侧肢体麻木、疼痛、感觉异常为主要临床表现，是糖尿病足溃疡、下肢截肢的主要诱因，严重威胁患者生活质量与生命安全[1-2]。我国2型糖尿病患者DPN患病率高达67.6%，已成为重大公共卫生问题[3]。DPN发病机制复杂，晚期糖基化终末产物（advanced glycation end product，AGE）与其受体（advanced glycation end product receptor，AGER）结合，以及氧化应激、微循环障碍、线粒体功能损伤、炎症损伤、施万细胞（Schwann cell，SC）功能障碍和凋亡、细胞自噬异常、表观遗传因素以及肠道菌群失调等共同参与病变进程[2,4-5]。西医以控糖、抗氧化以及营养神经等为主要治疗手段[4-5]，但部分患者病情仍持续进展，疗效存在局限。

DPN属传统中医学“血痹”“痹证”等范畴，以气虚血瘀、气阴两虚瘀血阻滞、阳虚寒凝络脉瘀阻、阴阳两虚血瘀络阻为主要证型，治疗以益气活血为基本治法[6-7]。本文以中医核心证型为主线，重构复方-通路研究体系，分析“证-机”对应关系，剖析转化瓶颈并提出可验证假设，为DPN的中医精准治疗与临床-基础转化研究提供新思路。

1 基于证型分类的中药复方通路调控规律

DPN中医病机演变规律清晰，由阴虚燥热逐步演变至气虚、气阴两虚、阳虚、阴阳两虚，血瘀贯穿病程始终。总体调控方向集中于抑制神经炎症、减轻氧化应激、阻断神经细胞凋亡、修复受损神经、改善能量代谢紊乱。本文以证型为分类依据，归纳各复方的通路干预机制。

1.1 气虚血瘀证

气虚血瘀证是DPN临床最常见证型，病机为气虚失运、无力行血，致瘀血阻滞脉络，临床表现以肢体麻木刺痛、神疲乏力为主要特征，伴活动不利，治则为益气活血、通络止痛[8]。代表性复方包括黄芪桂枝五物汤、补阳还五汤、木丹颗粒及通络糖泰方等，组方均以黄芪为君药，配伍当归、川芎等活血药材，契合“气为血之帅，血为气之母”的中医理论，兼顾通络、止痛等作用[9-11]。

此类复方均以“益气活血”为核心功效，能阻断核因子（nuclear factor，NF）-κB、Toll样受体（Toll-like receptor，TLR）4通路[12-14]，下调白介素（interleukin，IL）-1β及肿瘤坏死因子（tumor necrosis factor，TNF）-α等促炎因子表达，减轻神经组织炎症损伤，同时可激活磷脂酰肌醇3-激酶/蛋白激酶B（phosphatidylinositol 3-kinase/protein kinase B，PI3K-Akt）自噬通路[15]、调控Wnt/β-连环蛋白（catenin）通路活性[16-17]，促进SC增殖分化及受损周围神经修复再生，体现“气旺血行、脉络自通”的中医治疗原则。

基于各复方配伍差异，其通路调控亦存在特异性靶向优势，实现同病异治。其中黄芪桂枝五物汤侧重调和营卫、通利脉络，通过调控c-Jun氨基末端激酶（c-Jun N-terminal kinase，JNK）内质网应激通路及肠道菌群-代谢轴改善神经代谢微环境[18-19]，缓解肢体麻木；补阳还五汤化瘀通络功效显著，是通过靶向调节沉默信息调节因子1/肿瘤蛋白53（silent information regulator 1/tumor protein 53，SIRT1/p53）[20]、腺苷酸活化蛋白激酶/Unc-51样激酶1（adenosine 5-monophosphate-activated protein kinase/Unc-51-like kinase 1，AMPK/ULK1）通路[21]改善线粒体自噬、抑制神经细胞凋亡，强化瘀血疏通效果；木丹颗粒以通络止痛为核心，通过作用于沉默信息调节因子（SIRT）2细胞保护通路及miR-146a/TLR4通路减轻神经炎症[22-23]，缓解肢体疼痛不适；通络糖泰方通过调控JNK/Beclin1/微管相关蛋白1轻链3 Ⅱ（JNK/Beclin1/microtubule-associated protein 1 light chain 3 Ⅱ，JNK/Beclin1/LC3 Ⅱ）通路恢复神经细胞自噬活性[24]，清除毒性物质，发挥祛瘀止痛、神经保护作用。

1.2 气阴两虚、瘀血阻滞证

气阴两虚、瘀血阻滞证病机为消渴病早期阴虚燥热日久，阴液耗伤累及正气，形成气阴两虚之证，气虚无力行血、阴虚脉络失濡，进而导致瘀血阻滞肢体脉络，临床除肢体麻木外，多伴随手足心热、口干咽燥、神疲乏力等气阴两虚表现，其核心治则为气阴双补、活血通络[25]。代表性复方为芍药甘草汤、糖痹康，此类复方均在活血通络基础上配伍养阴生津，实现“益气以行血、养阴以濡脉”的治疗目标。研究[26-27]结果显示，芍药甘草汤联合活血化瘀复方与糖痹康均以 AGE-RAGE、PI3K-Akt、丝裂原活化蛋白激酶（mitogen-activated protein kinase，MAPK）通路为核心调控靶点，通过抑制 AGE 与 RAGE 相互作用、激活 PI3K-Akt 通路抑制神经细胞凋亡、调控 MAPK 通路减少凋亡与炎症，各通路调控通过益气养阴改善代谢、活血通络减轻神经损伤，多维度逆转气阴两虚、血瘀络阻的病理状态。

芍药甘草汤为中医缓急止痛经典方，多与桃红四物汤等活血化瘀方剂联用，可干预 IL-17、TNF-α、缺氧诱导因子（hypoxia inducible factor，HIF）-1 通路，通过调控炎症因子、阻断通路激活、促进神经修复发挥作用，与其“酸甘化阴、柔筋止痛”的功效相关，适用于气阴两虚兼阴虚血瘀的 DPN 患者[28]。但目前芍药甘草汤单剂干预 DPN 的机制研究较少，其“缓急止痛”的中医理论仍需更多信号通路层面的验证。糖痹康配伍养阴与解毒，以 AMPK 为核心枢纽构建多通路调控网络，可同时调控 AMPK/SIRT3[29-30]、AMPK/NF-κB[31]、JNK/B 细胞淋巴瘤 -2（c-Jun N-terminal kinase/B-cell lymphoma-2，JNK/Bcl-2）[32]、乙二醛酶（glyoxalase）1/AGE/RAGE 通路[33-34]，从抗氧化、抗炎、抗凋亡、抑制糖基化损伤等多个层面协同发挥神经保护作用，适配气阴两虚兼毒瘀阻滞的复杂证型，通过“解毒”抑制糖基化损伤，体现中医“祛邪以安正”的理论。

1.3 阳虚寒凝、络脉瘀阻证

阳虚寒凝、络脉瘀阻证多出现于 DPN 病程后期，核心病机为气阴耗伤日久累及阳气，机体阳气亏虚、温煦失职，寒邪内生侵袭脉络，致寒凝血瘀、脉络阻滞。临床以肢体冷痛、畏寒肢冷、遇寒加重为典型表现，其核心治则为温阳散寒、化瘀通络[35]。代表性复方包括内服方剂当归四逆汤与外用制剂温通活血乳膏，也是 DPN 中医药治疗中唯一涵盖内服、外用的复方类别。该类复方的共性通路调控以基础抗炎为核心，均可抑制 NF-κB 通路过度激活[36-37]，降低神经组织炎症因子水平，实现“温阳则寒散，寒散则血行”的基础疗效，同时通过多通路协同发挥神经保护作用，改善神经水肿、阻断痛觉信号传导、减轻神经炎症损伤[38-39]。二者因给药途径与配伍差异，特异性通路靶向呈现明显区分。当归四逆汤作为经典温经散寒内服方，长于温通经脉、养血活血，可调控水通道蛋白 1/Ras 同源基因家族成员 A/Rho 相关卷曲螺旋形成蛋白激酶（aquaporin 1/Ras homolog gene family member A/Rho-associated coiled-coil forming protein kinase，AQP1/RhoA/ROCK）、瞬时受体电位（transient receptor potential，TRP）通道、HIF-1α-miR-210- 血管内皮生长因子（hypoxia inducible factor-1α-microRNA-210-vascular endothelial growth factor，HIF-1α-miR-210-VEGF）通路[36,38,40-41]，改善神经水肿、促进外周血管新生、优化神经血供。这与其“温经散寒、养血通脉”的功效高度契合，适用于阳虚寒凝较重的 DPN 患者，其高剂量组疗效与甲钴胺相当，体现中医“温阳之品用量宜足”的配伍原则。温通活血乳膏为外用特色制剂，直接作用于病变局部，专于温经通络、活血散瘀、消肿止痛，填补了 DPN 外用中药治疗的空白，其核心活性成分尚未完全明确，但动物及细胞试验研究证实，其可抑制 MAPK 家族通路激活[37,42]，调控未折叠蛋白反应（unfolded protein response，UPR）/ 葡萄糖调节蛋白（glucose-regulated

protein，GRP）78/IL-6、GRP78- 蛋白激酶 R 样内质网激酶（R-like endoplasmic reticulum kinase，PERK）内质网应激通路[38,43]，同时激活核因子 E2 相关因子 2（nuclear factor E2-related factor 2，Nrf2）通路[44]，实现局部靶向抗炎、抗凋亡以及抗氧化，规避内服药物的全身代谢损耗，提升局部病灶的干预效果。

1.4 阴阳两虚、血瘀络阻证

阴阳两虚、血瘀络阻证为 DPN 病程晚期的重症证型，核心病机为消渴病久伤及下焦肾之阴阳，肾为先天之本、阴阳之根，肾虚则精亏血少、气血生化无源，瘀血阻滞脉络进一步加重神经损伤，临床以肢体麻木痿软、腰膝酸软、畏寒耳鸣、阴阳失调为主要表现，其核心治则为补肾活血、益气通络[45]。代表性复方为筋脉通、糖络宁，两方均以补肾填精药材为核心，配伍益气活血之品，遵循“肾充则气旺，气旺则血行”的中医理论。

该类复方具备三重共性通路调控特征，均可调控 NOD 样受体热蛋白结构域相关蛋白（NOD-like receptor pyrin domain-containing，NLRP）3 炎症小体通路减轻神经慢性炎症[46-47]，激活 Wnt/β-catenin 通路促进受损神经修复再生[48-49]，这与中医“补肾活血”的治则一致，该类通路调控通过补肾填精为神经修复提供物质基础，活血通络清除炎症因子。同时两者均可调节三羧酸（tricarboxylic acid，TCA）循环[50-51]，抑制坐骨神经过度糖酵解、恢复能量代谢，体现中医“肾主藏精，精能化气生血”的理论，即通过补肾改善能量代谢，为神经功能恢复提供能量支持。

筋脉通为现代经验方，长于补肾活血、温经通络，可抑制酪氨酸激酶 2/ 信号转导与转录激活因子 3（janus kinase 2/signal transducer and activator of transcription 3，JAK2/STAT3）通路调节小胶质细胞活化[52]，调节肠道菌群 - 神经递质轴，增加血清神经调节蛋白（NRG）1 水平[53]，改善神经炎症与肠道微生态平衡，适配肾虚血瘀兼寒凝脉络证型。糖络宁为现代经验方，通路调控更为全面，可调控肌醇需求酶 1α-X 盒结合蛋白 1-C/EBP 同源蛋白（inositol-requiring enzyme 1α-X-box binding protein 1-C/EBP homologous protein，IRE1α-XBP1-CHOP）内质网应激通路，调节线粒体融合裂变蛋白表达及相关微小 RNA（microRNA，miRNA）水平，从内质网应激、线粒体功能、基因调控等多维度保护神经结构与功能完整性[54-56]，适配晚期阴阳两虚、血瘀深重的复杂病情。

以上提示中药复方干预 DPN 遵循“辨证施治、同病异治”原则，其通路调控呈现共性基础通路统一、特异性通路随证差异化靶向的总体规律：均可通过抑制炎症、减轻氧化应激、阻断神经细胞凋亡、促进神经修复、改善能量代谢发挥基础神经保护作用，共性靶向 NF-κB、TLR4、PI3K-Akt、Wnt/β-catenin 及 NLRP3 等核心通路；在此基础上，不同证型复方因配伍与功效差异，分别靶向内质网应激、线粒体自噬、AMPK、肠道菌群 - 代谢轴、TRP 通道及 TCA 循环等特异性通路，实现抗炎、止痛、温阳、补肾、解毒及改善微循环等精准调控，与中医“瘀血贯穿全程、证异机异、方异效异”的病机理论高度契合。

2 临床 - 基础转化瓶颈剖析与转化研究方向思索

当前研究已阐明复方通路调控机制，但临床应用与基础研究存在明显脱节，核心瓶颈集中于三方面：①中医辨证依赖症状、舌脉等主观指标，未建立与 NF-κB、PI3K-Akt、NLRP3 等核心通路对应的分子分型标准，无法通过通路蛋白、miRNA、炎症因子等客观指标量化证型轻重，导致“辨证”与“辨机”脱节，精准辨证缺乏分子依据。②中药复方多成分、多靶点的特征导致其核心活性成分、直接作用靶点尚不明确，且不同研究中复方的制备工艺、给药剂量、干预疗程差异较大，缺乏统一的质量控制体系，难以形成规范化的临床应用指南。③现有研究以内服复方为主，外用制剂研发相对滞后，其

透皮吸收机制与局部通路调控规律尚未完全明确，同时针对临床常见的证型兼夹现象，缺乏不同复方联合用药的通路协同增效机制研究，难以适配复杂的临床病情需求。

3 转化研究方向与未来展望

以“证 - 机对应、精准调控、标准统一、转化落地”为核心，未来研究应聚焦四大方向：采用转录组学、蛋白质组学、微生物组学等多组学技术，筛选不同证型与核心通路关联的特征性分子标志物，构建“主观辨证＋客观辨机”的精准诊断模型，为复方的精准选择提供科学依据；结合网络药理学、分子对接技术与体内外实验验证，明确中药复方的核心活性成分与直接作用靶点，建立标准化的复方制备工艺、给药剂量、干预疗程及质量控制体系，进一步完善 DPN 中医药诊疗规范；针对临床证型兼夹的特点，深入探索不同复方联合用药的通路协同增效机制，同时加强温通活血乳膏等外用制剂的研发，优化透皮给药技术，强化 MAPK、Nrf2 等通路的局部调控效果，丰富临床给药选择；围绕炎症、神经修复、氧化应激、能量代谢四大核心病理模块，开展高质量的多中心、大样本临床研究，形成可复制、可推广的中西医结合诊疗方案，提升 DPN 中医药治疗的国际认可度，推动中医药现代化发展。

4 结语

中药复方干预 DPN 以“益气活血、通络止痛”为根本，通过 NF-κB、TLR4、PI3K-Akt 及 Wnt 等共性通路实现抗炎、抗氧化及促神经修复基础效应；并依托配伍差异，精准靶向 JNK、SIRT1/p53、AMPK、NLRP3 等特异性通路，完美契合中医“辨证施治、同病异治”理念。中医药治疗 DPN 的科学性，但证型客观化、复方标准化、临床转化仍是主要挑战。未来需以“证 - 机对应”为核心，融合多组学与现代药理技术，建立精准诊疗体系，推动中药复方从经验应用走向精准化、规范化、现代化，充分发挥中医药在糖尿病慢性并发症防治中的独特优势。

参考文献：

[1] SELVARAJAH D, KAR D, KHUNTI K, *et al*. Diabetic peripheral neuropathy: advances in diagnosis and strategies for screening and early intervention[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2019, 7(12): 938-948.

[2] GALIERO R, CATURANO A, VETRANO E, *et al*. Peripheral neuropathy in diabetes mellitus: pathogenetic mechanisms and diagnostic options[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(4): 3554.

[3] WANG W, JI Q, RAN X, *et al*. Prevalence and risk factors of diabetic peripheral neuropathy: a population based cross sectional study in China[J]. Diabetes Metab Res Rev, 2023, 39(8): e3702.

[4] YANG Y, ZHAO B, WANG Y, *et al*. Diabetic neuropathy: cutting-edge research and future directions[J]. Signal Transduct Target Ther, 2025, 10(1): 132.

[5] 姜天缘, 刘芳. 糖尿病周围神经病变的机制与治疗: 最新进展与研究动态[J]. Chinese Journal of Diabetes Mellitus, 2024, 16(6): 604-610.

[6] 方朝晖, 吴以岭, 赵进东. 糖尿病周围神经病变中医临床诊疗指南(2016年版)[J]. 中医杂志, 2017, 58(7): 625-630.

[7] 王秀阁, 倪青, 庞国明. 糖尿病周围神经病变病证结合诊疗指南[J]. 中医杂志, 2021, 62(18): 1648-1656.

[8] 张芳, 庞国明, 倪青, 等. 益气活血法治疗糖尿病周围神经病变的研究进展[J]. 北京中医药, 2020, 39(6): 652-654.

[9] 李冲, 王钰, 张文静, 等. 黄芪桂枝五物汤治疗糖尿病周围神经病变的研究进展[J]. 中草药, 2024, 55(12): 4235-4247.

[10] MEIZHEN Z, XIAOHUI H, YITING T, *et al*. Efficacy and safety of Buyang Huanwu decoction for diabetic peripheral neuropathy: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Tradit Chin Med, 2023, 43(5): 841-850.

[11] ZHANG Y, JIN D, DUAN Y, *et al*. Efficacy of mudan granule (combined with methylcobalamin) on type 2 diabetic peripheral neuropathy: study protocol for a double-blind, randomized, placebo-controlled, parallel-arm, multi-center trial[J]. Front Pharmacol, 2021, 12: 676503.

[12] 方颖, 王亚东, 周雯, 等. 黄芪桂枝五物汤对糖尿病周围神经病变大鼠模型 AGEs/RAGE/NF-κB 信号通路的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(13): 52-58.

[13] 暴鹏, 李雪, 孙丽莎, 等. 补阳还五汤抑制 TLR4 信号通路减轻 db/db 糖尿病小鼠周围神经病变炎症反应[J]. 山西医

科大学学报, 2020, 51(2): 153-157.
[14] 周密, 姚伟洁. 木丹颗粒对糖尿病周围神经病变大鼠 TLR4 相关通路的调控作用研究[J]. 西部中医药, 2021, 34(10): 52-56.
[15] 刘曼曼, 冯珍凤, 姜健, 等. 黄芪桂枝五物汤不同剂量治疗糖尿病周围神经病变量效关系及对经典 Wnt 信号通路的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2022, 31(14): 1922-1927.
[16] 赵静, 张建, 胡爱民, 等. 补阳还五汤调控 PI3K/Akt 自噬通路改善糖尿病周围神经病变的机制研究[J]. 世界临床药物, 2024, 45(1): 18-25.
[17] 袁久术, 王雪茹, 黄苏苏, 等. 基于 Wnt/β-catenin 信号通路探讨通络糖泰方对糖尿病周围神经病变 GK 大鼠作用机制[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2023, 25(9): 2950-2958.
[18] 肖凡, 周聪, 曹淼, 等. 黄芪桂枝五物汤通过调节内质网应激对 MKR 小鼠糖尿病周围神经病变的作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(16): 1-8.
[19] ZHANG K, PENG P, HUANG J, *et al*. Integrating plasma metabolomics and gut microbiome to reveal the mechanisms of Huangqi Guizhi Wuwu decoction intervene diabetic peripheral neuropathy[J]. J Ethnopharmacol, 2024, 319(Pt3): 117301.
[20] 贲莹, 张天雅, 田佳鑫, 等. 基于 SIRT1/p53 介导的细胞凋亡途径探讨补阳还五汤对糖尿病周围神经病变的治疗作用及方中黄芪用量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(2): 1-10.
[21] 安静文, 宋林春, 陈蝶, 等. 探讨补阳还五汤通过 AMPK/ULK1 线粒体自噬通路抑制细胞焦亡治疗糖尿病周围神经病变[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(15): 1-10.
[22] SHI Y, LI H, LIN Y, *et al*. Effective constituents and protective effect of Mudan granules against Schwann cell injury[J]. J Ethnopharmacol, 2024, 323: 117692.
[23] 姚伟洁, 赵香妍. 木丹颗粒通过 miR-146a 调控对糖尿病周围神经病变大鼠 TLR4 通路的影响[J]. 西部中医药, 2022, 35(10): 48-52.
[24] 李周泉, 李宇宸, 唐莹, 等. 基于细胞自噬 JNK 信号通路探讨通络糖泰方对高糖环境下大鼠雪旺细胞的影响[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(14): 3515-3519.
[25] 姜俊玲, 林寿宁, 朱永苹, 等. 益气养阴活血法治疗糖尿病周围神经病变研究概述[J]. 广西中医药大学学报, 2020, 23(2): 61-64.
[26] 孔琬琳, 冷锦红. 基于网络药理学和分子对接探讨桂枝茯苓丸合芍药甘草汤治疗糖尿病周围神经病变作用机制[J]. 中医临床研究, 2021, 13(26): 5-11.
[27] 张亚奇, 秦灵灵, 白惠中, 等. 基于网络药理学和实验验证探讨糖痹康颗粒治疗糖尿病周围神经病变的分子机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(9): 81-90.
[28] 刘莹, 林旋, 张珏, 等. 基于网络药理学方法和分子对接技术探讨芍药甘草汤合桃红四物汤治疗糖尿病周围神经病变的作用机制[J]. 新中医, 2024, 56(8): 30-40.
[29] 于睿钦, 张亚奇, 张程斐, 等. 糖痹康对糖尿病模型大鼠坐骨神经氧化应激、线粒体能量代谢及 AMPK/SIRT3 通路的影响[J]. 中医杂志, 2023, 64(11): 1140-1148.
[30] 刘港, 张亚奇, 秦灵灵, 等. 糖痹康颗粒调控 AMPK/PGC-1α/SIRT3 信号通路抑制糖尿病大鼠坐骨神经氧化应激反应[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(6): 75-82.
[31] 白惠中, 秦灵灵, 张亚奇, 等. 糖痹康颗粒调控 AMPK/NF-κB 通路改善糖尿病大鼠坐骨神经炎症反应[J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(9): 91-98.
[32] 张岩, 赵丹, 王曦鹏, 等. 糖痹康对糖尿病大鼠坐骨神经 p-JNK 和 Bcl-2 表达的影响[J]. 北京中医药, 2022, 41(11): 1216-1221.
[33] 蒋昇源, 张亚奇, 毕境新, 等. 糖痹康减轻糖尿病周围神经病变大鼠坐骨神经的氧化应激损伤[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(32): 5162-5167.
[34] 吴利佳, 张程斐, 贾晓蕾, 等. 基于 GLO-1/AGE/RAGE 通路探讨糖痹康干膏防治 2 型糖尿病周围神经病变的作用机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2025, 31(11): 60-69.
[35] 俞翠雯, 徐仕侃, 陈霞波, 等. 温阳通络类方治疗阳虚寒凝、络脉瘀阻型糖尿病周围神经病变的研究进展[J]. 中国医药导报, 2024, 21(18): 195-198.
[36] 程思宇, 周晓晶, 李欣, 等. 基于NF-κb信号通路探究当归四逆汤对糖尿病大鼠周围神经病变保护作用机制[J]. 长春中医药大学学报, 2019, 35(1): 128-131.
[37] 冯程程, 叶婷, 徐利娟, 等. 温通活血乳膏对 2 型糖尿病周围神经病变大鼠坐骨神经 P-38MAPK 的影响[J]. 时珍国医国药, 2020, 31(8): 1824-1827.
[38] 向庆伟. 当归四逆汤对糖尿病血瘀症大鼠周围神经病变及水通道蛋白 1、RhoA/ROCK 信号通路的影响[J]. 微循环学杂志, 2018, 28(3): 6-11.
[39] 严琦, 刘珊珊, 古丽逊·买买提朱玛, 等. 基于 UPR/GRP78/IL-6 信号通路探讨温通活血乳膏治疗糖尿病周围神经病变的作用机制[J]. 中南药学, 2025, 23(2): 319-327.
[40] ZHANG D, CHEN D, MA S, *et al*. Effect of Danggui Sini decoction on the behaviour and dorsal root ganglion

trp channel of neuropathic pain in CCI rats[J]. Indian J Pharmaceutical Sciences, 2019, 81(5): 922-932.

[41] 胡文梅, 贾爱明, 白长川. 当归四逆汤对糖尿病大鼠坐骨神经 miR-210、HIF-1α 和 VEGF 表达的影响[J]. 中国中医基础医学杂志, 2020, 26(5): 605-608.

[42] 徐利娟, 冯程程, 阿曼古丽·苏力唐, 等. 温通活血乳膏对 2 型糖尿病周围神经病变模型大鼠背根神经节 ERK1/2 及 p-ERK1/2 的影响[J]. 中华中医药学刊, 2019, 37(1): 112-115.

[43] 刘珊珊, 王先敏, 严琦, 等. 温通活血乳膏通过 GRP78-PERK 通路对糖尿病周围神经病变大鼠雪旺细胞保护机制研究[J]. 辽宁中医药大学学报, 2025, 27(5): 22-29.

[44] 李惠, 李寅辉, 徐利娟, 等. 温通活血乳膏对 2 型糖尿病周围神经病变大鼠核因子-E2 相关因子 2 的影响[J]. 陕西中医, 2025, 46(4): 445-449.

[45] 安春耀, 张喜, 李昌玲, 等. 益气补肾活血通络法治疗糖尿病周围神经病变的系统评价[J]. 云南中医中药杂志, 2017, 38(8): 15-20.

[46] SUN Q, ZHANG R, XUE X, *et al*. Jinmaitong alleviates diabetic neuropathic pain through modulation of NLRP3 inflammasome and gasdermin D in dorsal root ganglia of diabetic rats[J]. Front Pharmacol, 2021, 12: 679188.

[47] 吴长江, 王晓磊, 张晨, 等. 糖络宁通过 SIRT1 减轻糖尿病小鼠坐骨神经细胞焦亡的机制研究[J]. 北京中医药, 2022, 41(11): 1222-1225.

[48] SONG W, SUN Y, LIANG XC, *et al*. Jinmaitong ameliorates diabetes-induced peripheral neuropathy in rats through Wnt/β-catenin signaling pathway[J]. J Ethnopharmacol, 2021, 266: 113461.

[49] 朱晏伯, 李潇, 朱笳悦, 等. 糖络宁对高糖环境下雪旺细胞线粒体相关内质网膜的作用机制研究[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(6): 3187-3191.

[50] ZHAO B, ZHANG Q, HE Y, *et al*. Targeted metabolomics reveals the aberrant energy status in diabetic peripheral neuropathy and the neuroprotective mechanism of traditional Chinese medicine JinMaiTong[J]. J Pharm Anal, 2024, 14(2): 225-243.

[51] LI Y, YAO W, GAO Y. Effects of Tang Luo Ning on diabetic peripheral neuropathy in rats revealed by LC-MS metabolomics approach[J]. Biomed Chromatogr, 2022, 36(7): e5374.

[52] WANG S, TALEDAOHAN A, TUOHAN M, *et al*. Jinmaitong alleviates diabetic neuropathic pain by inhibiting JAK2/STAT3 signaling in microglia of diabetic rats[J]. J Ethnopharmacol, 2024, 333: 118442.

[53] XIE J, SONG W, LIANG X, *et al*. Jinmaitong ameliorates diabetic peripheral neuropathy in streptozotocin-induced diabetic rats by modulating gut microbiota and neuregulin 1[J]. Aging (Albany NY), 2020, 12(17): 17436-17458.

[54] 李潇, 姚伟洁, 杨鑫伟, 等. 糖络宁对糖尿病周围神经病变大鼠坐骨神经功能及内质网应激 IRE1α-XBP-1-CHOP 通路的影响[J]. 湖南中医药大学学报, 2019, 39(7): 841-847.

[55] ZHU J, YANG X, LI X, *et al*. Tang Luo Ning, a Traditional Chinese compound prescription, ameliorates schwannopathy of diabetic peripheral neuropathy rats by regulating mitochondrial dynamics *in vivo* and *in vitro*[J]. Front Pharmacol, 2021, 12: 650448.

[56] 李矜, 张晨, 辛竞妍, 等. 糖络宁通过调控 miR-146a 减轻高糖诱导的大鼠背根神经节细胞炎症反应机制研究[J]. 环球中医药, 2022, 15(11): 2059-2063.

（编辑：沈佳婕）