

基于文献计量学的中医药治疗糖尿病的研究热点与趋势分析

梅佳华¹, 商小乐^{1#}, 崔欣蓉¹, 许嘉威¹, 王勇森¹, 崔利利¹, 张胜豪¹, 马云淑^{1,2*}

1. 云南中医药大学, 云南 昆明 650500

2. 云南省高校外用给药系统与制剂技术研究重点实验室 云南省傣医药与彝医药重点实验室 云南省药食同源饮片工程中心, 云南 昆明 650500

摘要: **目的** 采用文献计量学和可视化分析技术对中医药治疗糖尿病的研究现状和热点进行系统分析, 并预测发展趋势, 为该领域基础研究与临床实践提供参考。 **方法** 分别检索中国学术期刊全文数据库 (CNKI)、万方数据知识服务平台 (Wanfang)、维普生物医学数据库 (VIP)、Web of Science (WOS) 数据库, 筛选 1995 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日发表的中医药治疗糖尿病相关文献。结合 CiteSpace 和 VOSviewer 可视化软件的优势, 从发文趋势、研究国家、发文机构、核心作者、关键词等层面, 进行文献计量及可视化分析。 **结果** 共纳入符合要求的文献 7 901 篇 (中文 5 505 篇、英文 2 396 篇), 中医药治疗糖尿病的年发文量整体呈先上升后稳定的趋势, 中国在该领域的研究中占据核心地位。近 30 年中医药治疗糖尿病领域的年发文量呈“起步增长-快速发展-稳定深化”三阶段特征; 中国为该领域研究核心, 与美国、澳大利亚、日本等多国形成辐射合作网络; 北京中医药大学为中、英文文献发文量首位的科研机构; 发文作者分析显示, 中文文献核心作者为中国中医科学院广安门医院的倪青, 英文文献核心作者为同机构的 Tong Xiaolin。关键词分析显示, 国内研究早期聚焦中医辨证论治、临床观察, 当前热点集中于糖尿病肾病等并发症、氧化应激、信号通路、肠道菌群、网络药理学等方向; 国际研究更侧重小檗碱、分子对接、多组学、肠-肾轴等作用机制的探讨。 **结论** 中医药治疗糖尿病已形成成熟、动态发展的研究体系, 研究热点由传统临床经验总结, 转向分子机制探究与多学科交叉融合探索; 未来将在中医理论现代化诠释的基础上, 朝着明确药效物质基础、系统解析多靶点作用机制的方向纵深发展。

关键词: 中医药; 糖尿病; 可视化分析; CiteSpace; VOSviewer; 糖尿病肾病; 肠道菌群; 网络药理学; 氧化应激; 信号通路; 小檗碱; 多组学

中图分类号: R285.5; R259 文献标志码: A 文章编号: 1674-6376(2026)08-2830-18

DOI:10.7501/j.issn.1674-6376.2026.08.019

Treatment analysis of research hotspots and trends in traditional Chinese medicine for diabetes treatment based on bibliometric analysis

MEI Jiahua¹, SHANG Xiaole¹, CUI Xinrong¹, XU Jiawei¹, WANG Yongseng¹, CUI Lili¹, ZHANG Shenghao¹, MA Yunshu^{1,2}

1. Yunnan University of Chinese Medicine, Kunming 650500, China

2. Engineering Research Center for Medicine and Food Homologous Beverage of Yunnan Province, Yunnan Key Laboratory of Dai and Yi medicines, The Key Laboratory of External Drug Delivery System and Preparation Technology in University of Yunnan Province, Kunming 650500, China

Abstract: Objective To conduct a systematic analysis of the current research status and hotspots of traditional Chinese medicine in the treatment of diabetes using bibliometric and visualization analysis techniques, and to predict the development trend, in order to provide references for basic research and clinical practice in this field. **Methods** Separate searches were conducted in China National

收稿日期: 2026-02-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (82174065); 云南省科技厅社会发展专项-重点研发计划项目 (202303AC100025); 云南省生物医药专项-重大科技专项计划 (202302AA310031); 云南省教育厅科学研究基金项目 (2024Y379); 云南省中西医结合慢病防治重点实验室开放基金资助项目 (YPKLG2024-016); 云南省傣医药与彝医药重点实验室资助项目 (2024SS24074)

作者简介: 梅佳华, 男, 博士, 主要从事中药新制剂及新产品开发研究。E-mail: Highwaydo@163.com

#共同第一作者: 商小乐, 男, 学士, 主要从事中药学研究。E-mail: 2864517026@qq.com

*通信作者: 马云淑, 女, 博士, 教授, 主要从事中药新制剂及新产品开发研究。E-mail: yunshuma2@126.com

Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang Database, VIP Biomedical Database (VIP), and Web of Science (WOS) Database. Relevant literature on the treatment of diabetes with traditional Chinese medicine published from January 1, 1995 to December 31, 2025 was screened. By leveraging the advantages of CiteSpace and VOSviewer visualization software, bibliometric and visualization analyses were conducted at the levels of publication trends, research countries, publishing institutions, core authors, and keywords.

Results A total of 7 901 eligible articles were included (5 505 in Chinese and 2 396 in English). The annual publication volume of traditional Chinese medicine in the treatment of diabetes showed an initial increase followed by stability. China occupied a core position in this field. The annual publication volume in the field of traditional Chinese medicine for treating diabetes over the past 30 years presented a three-stage characteristic: “initial growth-rapid development-stable deepening”; China was the core of this field of research, forming a radiation cooperation network with multiple countries such as the United States, Australia, and Japan; Beijing University of Chinese Medicine was the leading research institution in terms of the number of published articles in both Chinese and English; The analysis of authors showed that the core author of the Chinese literature was Ni Qing from Guang'anmen Hospital of Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, and the core author of the English literature was Tong Xiaolin from the same institution. The keyword analysis showed that in the early domestic research, the focus was on TCM syndrome differentiation and treatment, clinical observation, while the current hotspots concentrated on complications such as diabetic nephropathy, oxidative stress, signaling pathways, intestinal flora, network pharmacology, etc.; International research focused more on the exploration of mechanisms such as berberine, molecular docking, multi-omics, and intestinal-kidney axis. **Conclusion** Traditional Chinese medicine in the treatment of diabetes has formed a mature and dynamic research system. The research hotspots have shifted from traditional clinical experience summaries to molecular mechanism exploration and multidisciplinary integration exploration; In the future, it will further develop on the basis of modernizing the interpretation of TCM theory, moving towards clarifying the material basis of drug efficacy and systematically analyzing the multi-target action mechanisms.

Key words: traditional Chinese medicine; diabetes; visual analysis; CiteSpace; VOSviewer; diabetic nephropathy; gut microbiota; network pharmacology; oxidative stress; signaling pathway; berberine; multi-omics

糖尿病是一种以高血糖为特征的代谢性疾病，全球患者人数已超过 5.37 亿，预计到 2045 年将增至 7.83 亿。2 型糖尿病是一种由胰岛素抵抗和进行性胰岛 β 细胞功能衰竭共同导致的慢性代谢性疾病，其长期高血糖状态会引发心血管疾病、肾病、视网膜病变及神经病变等一系列严重并发症^[1]。现代医学对糖尿病的治疗主要依靠生活方式干预和降糖药物及胰岛素治疗，但存在部分患者疗效不佳、胃肠道反应和低血糖风险等不良反应^[2]。此外，现有疗法多侧重于单一靶点，对于糖尿病复杂的全身性代谢紊乱和多器官并发症的全面防治尚有提升空间。因此，探寻多靶点、整体调节且不良反应更小的替代或辅助治疗策略显得尤为迫切^[3-4]。

糖尿病在中医中归属“消渴”范畴，阴虚燥热是核心病机，病变脏腑主要涉及肺、胃、肾，随着疾病发展，常伴有气阴两虚、阴阳两虚及瘀血阻络等病理变化^[5-6]。中医强调“辨证论治”和“整体观”的观念，通过滋阴清热、益气养阴、活血化瘀等途径，恢复机体阴阳平衡，达到治疗效果^[7]。近年来，随着现代技术的介入，中医药治疗糖尿病的物质基础和作用机制研究取得了显著进展^[8-9]。但缺乏系统地对中医药治疗糖尿病的研究热点和前沿动态进

行分析。文献计量学是利用数学统计学方法分析文献，以探究某一领域发展状况的一种方法^[10]。鉴于此，本研究在已有文献计量学分析的基础上，尝试从 3 方面实现研究创新：第一，整合并对比中、英文数据库近 30 年的文献，揭示国内外研究范式差异性与协同特征；研究对象限定为中医药干预糖尿病的治疗类文献，包括对糖尿病本身及其并发症的药物干预与机制探索，剔除单纯的生活方式干预、护理管理、健康教育等非治疗性研究。第二，结合 CiteSpace 的动态演进分析与 VOSviewer 的静态结构聚类，对领域全貌进行双重解读。第三，将突现关键词与最新生物技术前沿进行深度关联与诠释，为中医药治疗糖尿病的现代化研究提供更具前瞻性的路径参考。综上，本研究旨在准确、客观地反映中医药治疗糖尿病的研究热点与前沿动态，从更深、更广层面为基础研究提供新的思路与方向，为临床实践提供借鉴与启示。

1 数据获取及方法

1.1 数据来源与检索

以中国学术期刊全文数据库 (CNKI)、万方数据知识服务平台 (Wanfang)、维普生物医学数据库 (VIP) 3 大数据库为中文文献来源。检索式为高级检

索模式 TS=“中医药”+“中医”+“中药”AND“糖尿病”+“消渴”+“2 型糖尿病”+“糖尿病肾病”+“糖尿病周围神经病变”+“糖尿病足”+“糖尿病视网膜病变”。检索时间范围设定为 1995 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日。检索结果以 Refworks 格式导出, 导出字段包括题名、作者、机构、摘要、关键词、期刊名称、发表年份、卷期页码、参考文献。

以 Web of Science 核心合集数据库为英文文献来源, 具体索引限定为 Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) 和社会科学引文索引 (SSCI)。检索式设置为: TS=((“traditional Chinese medicine”OR“Chinese herbal medicine”OR“Chinese medicine formula”OR“herbal formula”)AND (“diabetes mellitus”OR“type 2 diabetes”OR“diabetic nephropathy”OR“diabetic neuropathy”OR“diabetic foot”OR“diabetic retinopathy”)). 语言限定为 English。检索时间范围为 1995 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日。检索结果以纯文本格式导出, 导出记录选择“全记录”。

1.2 文献纳入与排除

1.2.1 纳入标准 研究主题聚焦于中医药干预糖尿病的治疗性研究, 包括中药复方、单味中药、中药提取物、针灸等中医特色疗法对糖尿病本身或其并发症的疗效观察、机制探索、药理研究。文献类型为期刊发表的研究论文。发表时间在 1995 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日。

1.2.2 排除标准 非治疗性研究, 包括单纯的生活方式干预、护理干预、健康教育、科普宣传、流行病学调查、卫生经济学评价。研究对象非糖尿病或其并发症; 中药非主要干预措施。文献类型为学位论文、会议论文、报纸报道、专利、标准、成果; 重复发表的文献。

1.2.3 筛选流程 文献筛选由 2 位研究者独立进行, 分为初筛和全文复筛 2 个阶段。初筛阶段先通过数据库字段筛选进行初步批量排除, 再通过阅读文献标题和摘要, 依据上述纳入与排除标准进行进一步判断, 剔除明显不符合要求的文献。下载通过初筛的文献全文, 由 2 位研究者独立阅读全文, 按照纳入与排除标准再次筛选, 存在分歧的文献由 3 位研究者仲裁决定, 确定最终纳入文献。

中文数据库初检索得文献 CNKI 3 204 篇、Wanfang 2 871 篇、VIP 1 983 篇, 合计 8 058 篇; 经 NoteExpress 软件去重 (去除重复文献 1 971 篇) 后

获得 6 087 篇, 初筛阶段阅读标题摘要剔除护理、饮食干预、科普非治疗性文献 (371 篇), 剩余 5 716 篇, 全文复筛阶段阅读全文剔除不符合纳入标准的文献包括学位论文、会议论文、研究对象不符、干预措施不符, 共 211 篇, 最终纳入中文文献 5 505 篇。英文数据库初检索得文献 2 817 篇, 经去重 (去除重复文献 124 篇) 后获得 2 693 篇, 初筛阶段阅读标题摘要剔除文献 (228 篇), 剩余 2 465 篇, 全文复筛阶段阅读全文剔除不符合标准的文献 (69 篇), 最终纳入英文文献 2 396 篇。

1.3 研究方法

本研究采用 CiteSpace (6.3.R1 和 6.4.R1) 与 VOSviewer 1.6.202 款主流可视化软件, 对中医药治疗糖尿病领域的相关文献进行可视化呈现, 旨在客观、系统地揭示该领域的研究热点与发展前沿^[1]。

运用 CiteSpace 独特的可视化算法, 对中医药治疗糖尿病领域的中、英文文献进行多维度分析, 通过构建机构间协作网络图谱揭示科研合作的特征, 通过作者共现网络展现核心研究群体, 利用关键词时间线追踪学术热点的演变轨迹, 并基于关键词突现分析, 捕捉领域研究的前沿动态^[12], CiteSpace 设置时间切片为 1995—2025 年, 每 1 年为一个切片 (Years Per Slice=1), 阈值选择采用 Top N per slice 策略, 每年前 N 个高频节点, N=50, 对于机构合作网络, 采用 g-index (k=10) 以平衡高频与中频节点的代表性, 节点类型分别选取机构 (Institution)、作者 (Author)、进行分析, 剪枝方式采用 Minimum Spanning Tree 算法对网络进行剪枝, 同时结合 Pruning sliced networks 以简化网络并突出核心结构。聚类标签来源: 聚类命名基于关键词, 采用对数似然比算法 (LLR) 提取标签, 对中、英文关键词进行系统的同义词合并, 对于低频节点 (出现频次<3 次) 和孤立节点, 在生成网络前予以剔除, 以减少噪声干扰。

运用 VOSviewer 软件进行知识网络构建, 通过智能聚类算法对文献关键词进行共现分析, 结合网络图谱, 揭示中医药治疗糖尿病研究的关联与知识结构特征, VOSviewer 采用全计数 (Full counting) 方法以保留完整信息, 关键词分析中, 设定关键词最小出现次数为 5 次, 以聚焦于核心研究主题, 采用关联强度方法对共现矩阵进行归一化, 以消除文献量差异带来的偏差, 在数据导入前, 对同义词进行了合并, 并剔除无意义词, 网络生成后, 对标签

重叠的节点进行手动调整以提高可读性。

2 结果与趋势分析

2.1 发文趋势分析

通过对中医药治疗糖尿病相关文献统计分析,可以客观评估领域的重要性与发展阶段。最终纳入中文文献 5 505 篇、英文文献 2 396 篇,共计 7 901 篇文献。如图 1 所示,近 30 年来,国内外发文量呈现先上升后稳定的趋势。以复合年均增长率(CAGR)作为分期依据为评判标准^[13],将 1995—2025 年中英文献年发文趋势大致分为 3 个阶段。第 1 阶段(1995—2004 年)起步期。中文发文量从 75 篇增长至 178 篇,CAGR 为 10.08%,英文发文量从 1 篇增长至 2 篇,CAGR 为 8.01%,此阶段国内研究初步探索,国际关注度较低。第 2 阶段(2005—2018 年)快速发展期。中文发文量进入平台期,从 197 篇略降至 104 篇,CAGR 为 4.80%,表明国内研究趋于饱和,英文发文量从 4 篇快速增长至 98 篇,CAGR 高达 27.90%,标志着该领域开始引起国际学术界广泛关注。第 3 阶段(2019—2025 年)稳定深化期。中、英文发文量均进入高位稳定阶段,中文发文量从 127 篇增至 242 篇,CAGR 为 11.35%,英文发文量从 175 篇增至 362 篇,CAGR 为 12.88%。此阶段研究主题向机制深处和前沿技术拓展,国际影响力持续提升。可见,中医药防治糖尿病研究正逐渐获得国际社会的关注与认可。

2.2 英文文献国家发文量与合作分析

共有 72 个国家对中医药治疗糖尿病研究领域的发展做出贡献,英文文献发文量排名前 10 位的国家见表 1,我国在该领域的研究成果占据绝对的主导地位。中国研究机构在该领域发文量 1 995 篇(占 83.26%、中心性 0.59),相比于其他国家的发文量有绝对的优势,说明我国作为传统中医药的启源地,在该领域的研究中有绝对的主导性。发文量第 2 位的是美国,发文量 110 篇(占 4.59%、中心性 0.26),其次为澳大利亚发文 36 篇(占 1.5%、中心性 0.05)。除发文排名前 10 的国家外,其他国家发文量均少于 10 篇,说明中医药治疗糖尿病领域在亚太和美洲地区有一定关注度,其他地区对该领域关注较少。发文国家合作网络中,线条的数量代表了各国之间的协作关系,线条的粗细则反映了合作的频次。由图 2 表明,发文量超 10 篇的国家均有不同程度的合作,中美之间的合作在网络结构中较为突出。中国作为英文文献发文量排名第 1 的国家,与美国、澳大利亚、日本等国家进行深度合作。各国家学者相互合作,有力地促进了中医药治疗糖尿病领域的发展。

2.3 发文机构分析

中、英文文献发文机构合作网络见图 3,2 类文献累计发文量前 10 名的机构见表 2。结果表明,中医药治疗糖尿病研究领域的中文文献合作机构共

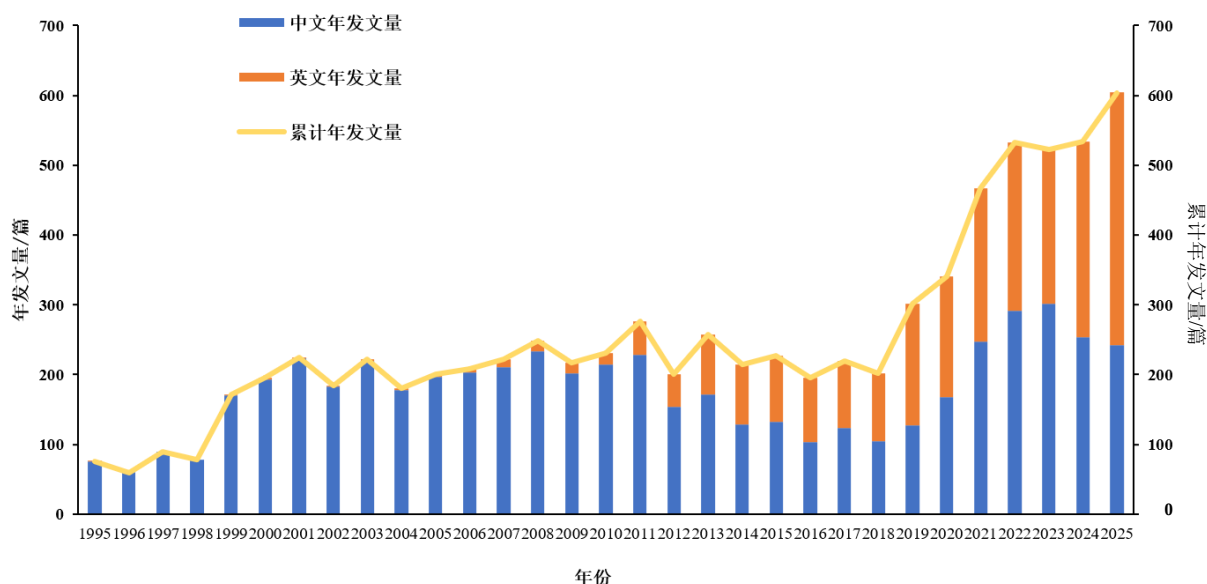


图 1 中、英文文献发文趋势

Fig. 1 Trends in publication of Chinese and English literature

表 1 英文文献发文量前 10 位的国家
Table 1 Top 10 countries in terms of number of English literature publications

序号	国家	发文量/篇	始发年份	中心性
1	中国	1 995	1999	0.59
2	美国	110	2005	0.26
3	澳大利亚	36	2006	0.05
4	印度	23	2011	0.23
5	韩国	22	2007	0.22
6	日本	17	2001	0.34
7	马来西亚	15	2013	0.12
8	英国	12	2015	0.17
9	德国	12	2012	0.21
10	加拿大	10	2013	0.01



图 2 英文文献国家合作网络
Fig. 2 English literature national co-operation network

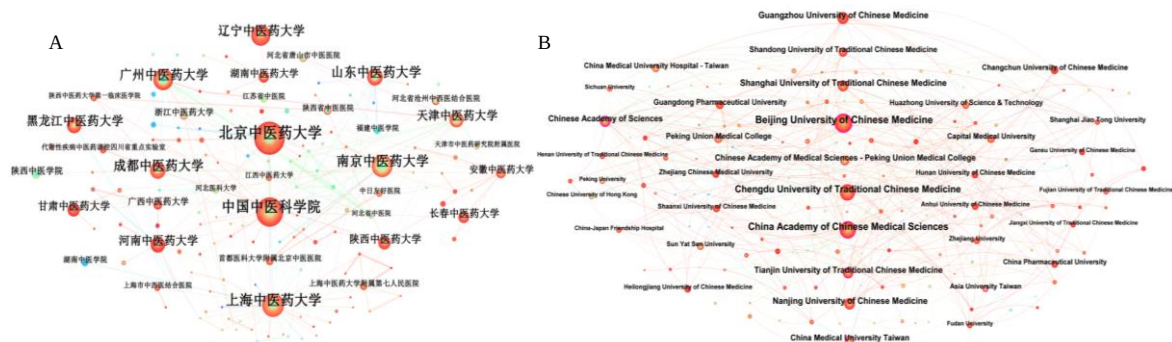


图 3 中文 (A)、英文 (B) 文献发表机构合作网络
Fig. 3 Co-operative network of Chinese (A) and English (B) literature publishing institutions

学及其附属医院等机构组成该领域中文研究的第 2 梯队，这些机构始发年份多在 1996—2007 年，表明该领域的研究在全国范围内已有长期而深厚的积累，形成了稳定广泛的研究基础。

在英文文献发文机构中，北京中医药大学（176 篇）与中国中医科学院（158 篇）发文量遥遥领先，

计 169 家，英文文献合作机构共计 126 家。整体来看，中文文献机构间的合作规模与紧密程度高于英文文献机构，究其原因，国内中医药治疗糖尿病研究领域起步更早、积淀更深，机构间学术交流与科研协作更频繁；而国际相关研究开展相对滞后，机构合作体系尚未完善。表明我国在中医药治疗糖尿病研究领域已形成领先优势，未来可能在国际上引起较大关注。

中文文献发表机构排名第 1 的是北京中医药大学（324 篇），其联合直属的东直门医院和广安门医院构成了整个网络最强大的核心。该机构团队长期深耕糖尿病中医证候本质与辨证规律研究、中药复方药效物质基础与作用机制、糖尿病“病-证-症”结合诊疗体系构建和中医药干预糖尿病血管并发症等方向。其次是中国中医科学院（270 篇），在中药治疗糖尿病领域取得系列突破性进展，形成了从理论创新到临床转化的完整体系，研究团队开创了糖尿病“郁热虚损”分期辨治体系，其核心成果被纳入国际中医指南；通过循证医学验证中药可使糖尿病发病风险降低 41%，并揭示了相关复方通过调节 AMPK 信号通路保护肾脏功能的分子机制。此外，在非药物疗法方面，证实电针刺激可调控胰岛 β 细胞功能，为糖尿病非药物干预提供了科学依据。上海中医药大学、南京中医药大学、成都中医药大学、山东中医药大学、广州中医药大学、辽宁中医药大

是该领域国际科研合作网络的 2 大核心机构。其中，北京中医药大学重点聚焦中医药干预糖尿病的作用通路、分子机制探究，以及临床有效方剂与活性成分筛选；中国中医科学院则侧重依托网络药理学、肠道菌群等多学科交叉技术，解析中药复方治疗糖尿病的作用机制，积累了扎实的研究基础。成

表 2 中、英文文献发文量前 10 位的机构

Table 2 Top 10 institutions in terms of number of Chinese and English literature publications

序号	中文文献			英文文献		
	机构	发文量/篇	始发年份	机构	发文量/篇	始发年份
1	北京中医药大学	324	1995	Beijing University of Chinese Medicine	176	2009
2	中国中医科学院	270	1995	China Academy of Chinese Medical Sciences	158	2010
3	上海中医药大学	197	1995	Chengdu University of Traditional Chinese Medicine	132	2006
4	南京中医药大学	171	1996	Shanghai University of Traditional Chinese Medicine	79	2011
5	成都中医药大学	151	1995	Guangzhou University of Chinese Medicine	79	2013
6	山东中医药大学	149	1997	Nanjing University of Chinese Medicine	77	2013
7	广州中医药大学	140	1997	Tianjin University of Traditional Chinese Medicine	68	2008
8	辽宁中医药大学	122	2006	Chinese Academy of Sciences	65	2007
9	黑龙江中医药大学	107	1997	Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College	61	2002
10	天津中医药大学	85	2007	China Medical University Taiwan	59	1999

机构发文量统计已合并该机构及其附属医院数据,以确保统计的完整性。

Institution's publication count has been consolidated with data from its affiliated hospitals to ensure statistical completeness.

都中医药大学(132 篇)、上海中医药大学(79 篇)、广州中医药大学(79 篇)等国内一流中医药院校,构成了英文文献合作网络的关键次级节点,为中医药治疗糖尿病研究的发展提供了重要支撑。

2.4 作者与合作网络分析

利用 CiteSpace 软件对作者与合作关系进行分析(图 4、表 3)。发文量 ≥ 2 的中文文献作者共计 285 位,发文量 ≥ 2 的英文文献作者共计 181 位。运用普莱斯定律计算分析,中文文献核心作者的最低产出为 $N=6.69$,即发文量 ≥ 7 篇的作者为中文核

心作者,最终筛选出核心作者 34 位,累计发文 537 篇,占中文文献总发文量的 9.8%;英文文献核心作者的最低产出为 $N=4.10$,即发文量 ≥ 4 篇的作者为英文核心作者,共计 52 位,累计发文 320 篇,占英文文献总发文量的 15.9%。

通过梳理中文文献发文作者发现,中国中医科学院广安门医院的倪青团队发文量居首位,2000—2025 年累计发文 80 篇,团队长期关注 2 型糖尿病中西医结合诊疗和老年糖尿病的中医辨治,运用培补五脏为法,调和气血,通畅三焦的核心治疗思路,

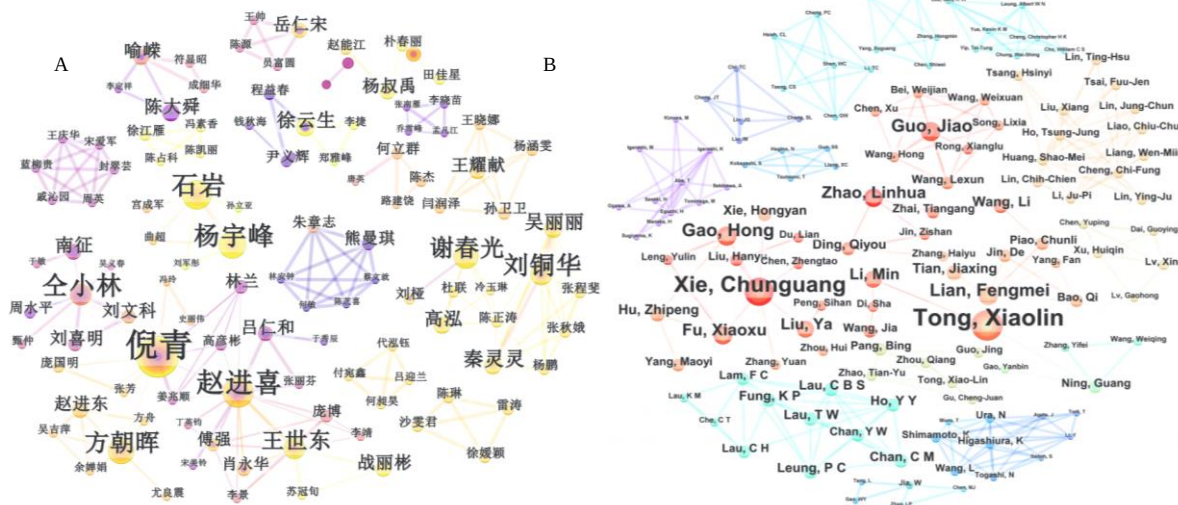


图 4 中文 (A)、英文 (B) 文献作者合作网络

Fig. 4 Chinese (A) and English (B) literature author collaboration network

表3 中、英文文献发文量前10位的作者

Table 3 Top 10 authors in terms of number of published papers in Chinese and English

序号	中文文献		英文文献	
	作者	发文章/篇	作者	发文章/篇
1	倪青	80	Tong Xiaolin	30
2	赵进喜	38	Xie Chunguang	24
3	石岩	33	Gao Hong	12
4	杨宇峰	30	Lian Fengmei	11
5	仝小林	29	Guo Jiao	11
6	刘铜华	26	Zhao Linhua	9
7	方朝晖	23	Fu Xiaoxu	9
8	王旭	22	Li Min	8
9	谢春光	22	Liu Ya	8
10	王世东	18	Li Wei	7

为相关病症的中医临床诊疗提供了实践参考^[14]。北京中医药大学东直门医院的赵进喜团队位列第 2，2005—2023 年累计发文 38 篇，主要研究糖尿病肾病的中医诊治，为中医治疗糖尿病肾病奠定了重要理论基础^[15-17]。中国中医科学院广安门医院的全小林团队，2002—2018 年累计发文 29 篇，牵头制定《糖尿病中医诊疗标准》等文件，为全国中医内分泌科建立了可复制、可推广的临床标准，推动了诊疗规范化发展^[18]。

值得注意的是,英文文献的主要贡献者大多为中国学者,且发文量排名前10的作者均来自国内科

研机构。其中来自中国中医科学院广安门医院的 Tong Xiaolin 团队与成都中医药大学附属医院的 Xie Chunguang 团队合作关联度较高,已经形成具有国际影响力协同研究集群,这种模式有利于集中资源,聚焦核心研究方向,助力产出系统性、高质量的研究成果,更符合国际主流的大型合作研究模式。此外,仝小林等核心作者同时在中、英文文献研究体系中保持较高学术影响力,是连接中外研究、推动中医药糖尿病研究走向世界的中坚力量^[19-21]。

2.5 关键词分析

2.5.1 关键词共现分析 关键词是发现当前研究前沿, 预测研究领域演变路径和新兴趋势的有力工具。对中、英文关键词进行可视化分析(图 5、6), 整体来看, 中文文献关键词的总量更为丰富, 出现频次 ≥ 50 的中、英文关键词分别有 30、44 个(表 4、5), 频次 ≥ 50 的高频关键词数量仅为英文文献的 3/5。这表明英文文献的研究主题相对分散, 研究热点相对多元, 而中文文献研究更集中, 研究方向更聚焦。

中文文献关键词图谱(图5)呈现出多层次的立体研究格局。在治疗方法层面,以“中医药治疗”(2 931次)为核心,同时形成“中西医结合”(60次)、“针灸疗法”(43次)及“活血祛瘀剂”(90次)等特色辅助干预手段;在单体药物研究层面,黄芪(32次)与小檗碱(41次)为高频代表药物,已成

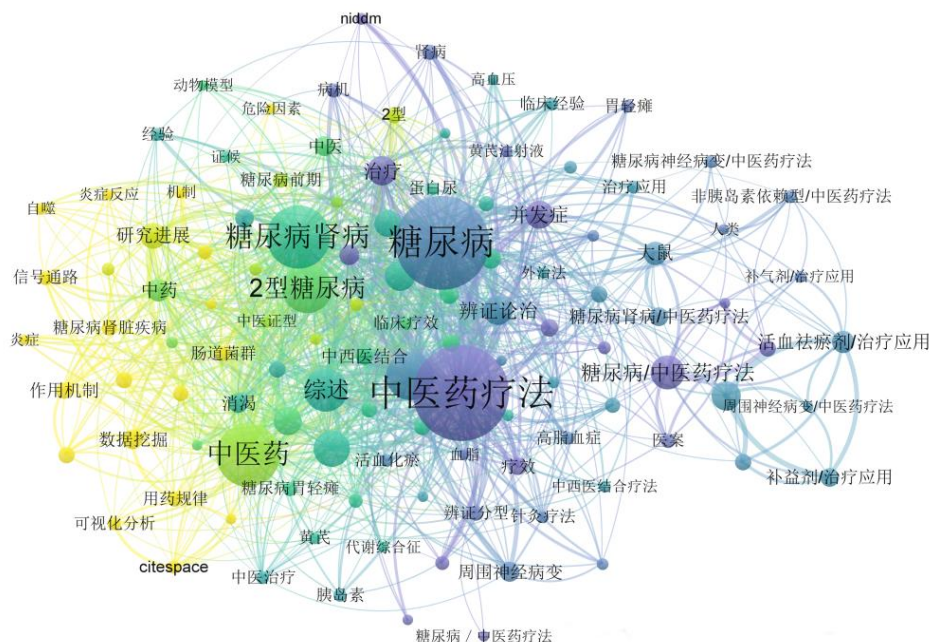


图5 中文文献关键词共现网络

Fig. 5 Co-occurrence network of keywords in Chinese and English literature

(57次)、“名医经验”(76次)为代表,侧重于经验总结与疗效验证;而近年兴起的“氧化应激”(51次)、“信号通路”(44次)、“网络药理学”(50次)等关键词的高频涌现,标志着研究已深入至分子机制层面。特别是“氧化应激”与“信号通路”的共现,反映了中文研究紧跟国际前沿,聚焦于中医药清除活性氧、调控 NF- κ B/Nrf2 通路的抗氧化机制开

表 5 英文文献出现次数≥50 的关键词

Table 5 Keywords with an appearance frequency of ≥ 50 times in English literature

序号	关键词	出现频次	中心性	序号	关键词	出现频次	中心性
1	traditional Chinese medicine	543	0.09	23	mice	86	0.04
2	cells	450	0.19	24	pathway	84	0.02
3	diabetes mellitus	338	0.20	25	mechanism	83	0.01
4	type 2 diabetes mellitus	321	0.05	26	inhibition	80	0.03
5	insulin resistance	313	0.20	27	prevalence	79	0.06
6	oxidative stress	289	0.14	28	extract	78	0.12
7	apoptosis	289	0.04	29	nf-kappa-b	76	0.04
8	inflammation	231	0.10	30	Chinese herbal medicine	72	0.06
9	diabetes	217	0.10	31	dysfunction	69	0.05
10	obesity	162	0.05	32	association	68	0.04
11	expression	157	0.11	33	metabolomics	67	0.00
12	network pharmacology	146	0.04	34	injury	63	0.04
13	gut microbiota	136	0.03	35	hyperglycemia	58	0.01
14	rats	129	0.10	36	therapy	58	0.03
15	glucose	123	0.06	37	antioxidant	55	0.04
16	metabolism	111	0.03	38	model	55	0.02
17	risk	108	0.07	39	molecular docking	55	0.01
18	berberine	102	0.06	40	nephropathy	54	0.02
19	mechanisms	100	0.04	41	double-blind	54	0.01
20	disease	97	0.08	42	metformin	53	0.00
21	in-vitro	95	0.07	43	insulin	51	0.03
22	diabetic nephropathy	88	0.10	44	herbal medicine	50	0.01

展深入探究^[25-26]，此外，现有研究也涵盖中医药治疗高脂血症以及代谢综合征等相关领域^[27-28]。

英文文献关键词聚焦于中医药治疗糖尿病的分子机制与前沿技术，呈现出从宏观病理到微观调控的纵深研究格局（图 6）。在核心病理机制层面，“oxidative stress”（289 次）、“apoptosis”（289 次）、“inflammation”（231 次）构成 3 大高频关键词，其强共现关系充分表明国际研究高度关注中医药通过抗炎、抗凋亡、抗氧化途径干预糖尿病的分子机制，与现代药理学研究范式高度契合^[29-31]，在干预靶点与病理环节层面，“insulin resistance”（313 次）、“glucose”（123 次）、“metabolism”（111 次）反映了研究聚焦于胰岛素抵抗与糖脂代谢紊乱 2 个糖尿病核心病理环节；而“nf-kappa-b”（76 次）、“pathway”（84 次）等关键词的出现，提示研究已深入到 NF-κB 等关键信号通路的调控层面。值得关注的是，英文文献展现出鲜明的技术前沿特征，“gut microbiota”（136 次）作为独立聚类出现，标志着中药-肠道菌群轴成为国际研究热点；“network

pharmacology”（146 次）与“molecular docking”（55 次）的共现，体现了计算生物学方法在预测中药多靶点作用中的应用已成主流，其中，“berberine”（102 次）作为唯一进入高频词前列的单体中药成分，进一步印证了小檗碱在国际糖尿病研究中的标杆地位^[32-34]，此外，“diabetic nephropathy”（88 次）、“nephropathy”（54 次）等并发症关键词的出现，表明国际研究同样关注糖尿病肾病的防治，但其频次远低于中文文献的 779 次，反映出中、英文研究在并发症相关研究侧重点上的差异。

对比表 4、5 可知，中、英文研究在研究范式兼具共性与差异性。2 者均高度关注氧化应激、炎症、凋亡为中医药干预糖尿病的核心作用机制。差异方面，中文文献更侧重辨证论治、活血祛瘀等中医特色理论，英文文献则更聚焦于小檗碱、分子对接等具体成分与前沿技术。这种差异恰恰印证了国内研究强调整体观与临床经验、国际研究侧重精确机制与循证验证的优势互补格局。

2.5.2 关键词聚类分析 为识别当前研究热点，发

现新兴趋势与前沿，本研究采用 CiteSpace 软件中的对数似然比算法，对中、英文文献进行聚类分析。模块值 (Q) 和平均轮廓值 (S) 是评估 CiteSpace 聚类效果的 2 个重要指标。当 Q 值 >0.3 时，表明划分出的聚类结构具有显著性； S 值 >0.5 则认为聚类合理，而当 S 值达到 0.7 时，则表示聚类效率高。中文文献关键词聚类见图 7，中文文献共得到 259 个关键词节点和 293 条连线，展示出 12 个聚类主题 Q 值为 0.825 5 (>0.3)，表明聚类具有较高的有效性； S 值为 0.964 (>0.7)，说明聚类情况可信度很高，关键词间的联系紧密。

结合表 6 对中文文献核心聚类主题及关键词进行深度分析可知，#0 糖尿病聚类包含 32 个节点，为所有聚类中规模最大的主题，是该领域中文研究的绝对核心。#1 并发症聚类(节点数 26, S 值 0.984) 聚焦于糖尿病性肾疾病、中医疗法及糖通脉胶囊等

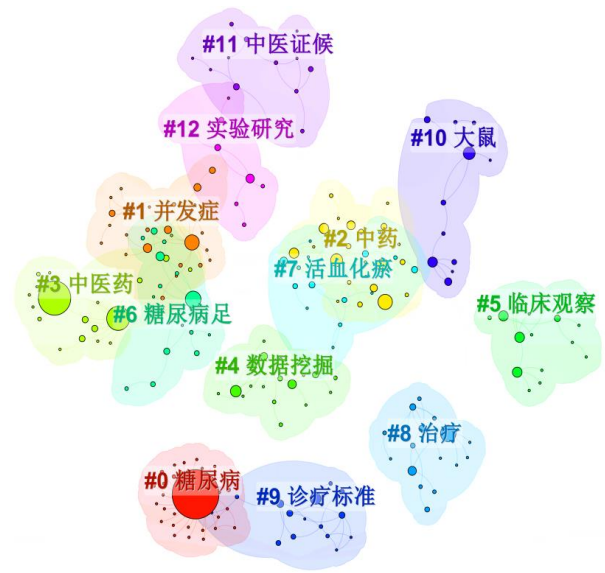


图 7 中文文献关键词聚类图
Fig. 7 Keyword clustering diagram of Chinese literature

表 6 中文文献关键词聚类信息
Table 6 Keyword clustering information of Chinese literature

聚类名称	节点数	S 值	主要年份	聚类包含关键词
#0 糖尿病	32	1.000	2005	中医药疗法、糖尿病肾病、中医药、2 型糖尿病、健康行为、三消丸、二甲双胍
#1 并发症	26	0.984	2003	治疗应用、糖尿病性、肾疾病、中医疗法、糖肾安、中西医结合、糖通脉胶囊
#2 中药	22	0.962	2011	辨证论治、中医药疗法、信号通路、骨代谢、心理障碍、哺乳动物雷帕霉素靶蛋白
#3 中医药	19	0.964	2007	中医药疗法、糖尿病、消渴肾病、神经生长因子、抑郁
#4 数据挖掘	19	0.973	2011	用药规律、冠心病、症候、病机、气阴两虚夹瘀、益气生津活血、PCI 术后、古今医案云平台
#5 临床观察	18	0.976	2005	消渴、疗效、经验、中医药、复方葛根胶囊、骨痿、益气养阴固本汤
#6 糖尿病足	18	0.912	2006	外治法、中药疗法、糖尿病转化生长因子- β 、中医药诊疗
#7 活血化瘀	17	0.878	2001	疗效观察、肾病、临床经验、中医药、益气活血法、疏肝健脾
#8 治疗	8	0.921	2010	发病机制、中药复方、氧化应激、糖尿病、参芪地黄汤、中医药治疗二型糖尿病、酰基辅酶 a 合成酶长链家族成员 4
#9 诊疗标准	15	0.993	2004	中医、中华中医药学会、代谢病、临床疗效、糖尿病勃起功能障碍、胰体康胶囊、骨痹、逍遥散
#10 大鼠	14	0.987	2003	名医经验、糖尿病肾病/中医药疗法、中医药、糖尿病神经病变/中医药疗法、中医药疗法针灸疗法、格列吡嗪/治疗应用、九重丹/治疗应用
#11 中医证候	13	0.972	2006	丹参、代谢组学、相关性、中医证型、糖尿病、太子参、五运六气、肠道微生物组学
#12 实验研究	9	0.986	2016	炎症反应、糖脂代谢、临床应用、炎症小体、活血解毒降糖方、中药多糖苷、16S rRNA、强肾

治疗应用，体现了中医药在糖尿病并发症防治中的丰富实践。#2 中药与#8 治疗聚类聚焦微观机制研究，深入探索信号通路、氧化应激、哺乳动物雷帕霉素靶蛋白等分子作用机制，标志着中医药治疗糖

尿病的药效机制研究已迈入分子前沿水平。#3 中医药聚类(节点数 19, S 值 0.964) 围绕中医药疗法、消渴肾病及神经生长因子等主题，探讨中医药干预糖尿病的多靶点效应。#4 数据挖掘聚类(节点数 19,

S 值 0.973) 通过古今医案云平台等工具, 系统总结用药规律与证候病机, 体现了大数据技术与中医药传承创新的深度融合。#5 临床观察聚类(节点数 18, S 值 0.976) 侧重于消渴、疗效及复方葛根胶囊等临床经验总结, 夯实了中医药治疗糖尿病的循证基础。#6 糖尿病足聚类(节点数 18, S 值 0.912) 聚焦外治法、中药疗法及转化生长因子- β 等, 为糖尿病足这一严重并发症提供了中医药特色治疗方案。#7 活血化瘀聚类凸显了活血化瘀法、益气活血法在糖尿病并发症防治中的核心应用价值, 契合中医“久病入络”的理论。#9 诊疗标准与#11 中医证候 2 大聚类, 集中体现了中医药糖尿病诊疗标准化、规范化的发展方向, 其中#11 中医证候融合代谢组学、肠道微生物组学等现代前沿技术。#10 大鼠聚类(节点数 14, S 值 0.987) 涵盖了名医经验、糖尿病肾病及针灸疗法等主题, 反映了动物实验模型在机制研究中的基础支撑作用。#12 实验研究聚类(节点数 9, S 值 0.986) 围绕炎症反应、糖脂代谢、炎症小体及中药多糖苷等, 进一步深化了中医药治疗糖尿病分子机制网络。

英文文献聚类情况如图 8 所示, 英文文献包含 167 个节点, 256 条连线; Q 值为 0.803 1 (>0.3),

S 值为 0.949 2 (>0.7), 表明该聚类划分合理且高效, 具有较高的可信度。

结合表 7 对英文文献聚类主题分析发现, 相较于中文文献, 英文文献的关键词聚类主题更为集中, 其中#0 traditional Chinese medicine 与#10 natural medicines 为核心聚类主题, 研究聚焦于中医药整体

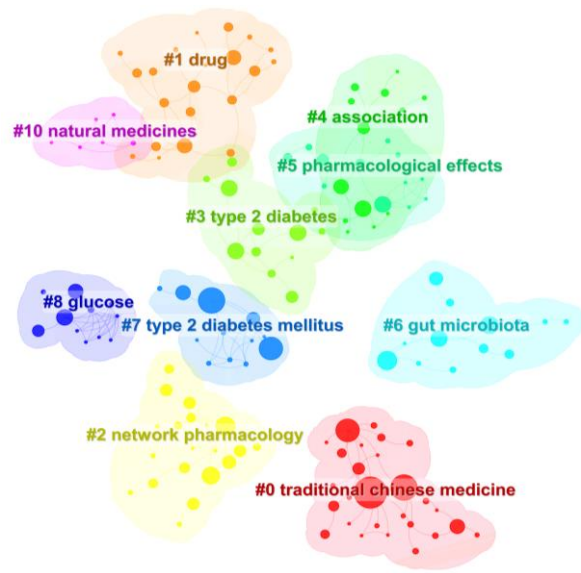


图 8 英文文献关键词聚类图

Fig. 8 Keyword clustering diagram of English literature

表 7 英文文献关键词聚类信息

Table 7 Clustering information of keywords in English literature

聚类名称	节点数	S 值	主要年份	聚类包含关键词
#0traditional Chinese medicine	27	0.980	2013	medicine、diabetes mellitus、diabetic nephropathy、systematic review、oxidative stress、alpinia oxyphylla、chemometrics
#1drug	23	0.891	2014	alzheimers disease、herbal medicine、obesity、double blind、arterial stiffness、jinqi jiangtang tablet
#2network pharmacology	21	0.978	2013	molecular docking、diabetic kidney disease、gut microbiota、cerebellum、type 2 diabetesmellitus
#3type 2 diabetes	14	0.932	2013	Chinese herbal medicine、type 2 diabetes mellitus、diabetic peripheral neuropathy、rats、insulin resistance
#4association	13	0.893	2012	disease、health、steatosis、erectile dysfunction、nonalcoholic steatohepatitis、skeletal muscle
#5pharmacological effects	13	0.943	2010	cells、traditional uses、toxicology、blood glucose、etrahydroxystilbene glucoside、uric acid
#6gut microbiota	13	1.000	2018	lipid metabolism、metabolic disease、short- chain fatty acids、obesity、coix seed polysaccharides、fecal microbiome
#7type 2 diabetes mellitus	12	0.893	2007	insulin resistance、Chinese medicine、diabetic nephropathy、shenzhu tiaopi granule、igfbp1、drugs、endothelial- mesenchym
#8glucose	11	1.000	1999	traditional Chinese medicine、prevalence、Chinese herbal medicine、diabetic nephropathy、tmao、survey
#10natural medicines	6	0.991	2004	ogtt、cordyceps、anti- hyperglycemic activity、medicinal plants、traditional Chinese medicine、type 2 diabet

体系及天然药物干预糖尿病的临床疗效验证、流行病学与用药安全性研究,体现了将传统中医药诊疗经验转化为现代循证医学证据。#1 drug 聚类(节点数 23, S 值 0.891)围绕阿尔茨海默病、肥胖、双盲试验及动脉僵硬度等主题,拓展了中医药在糖尿病共病防治中的应用边界。#2 network pharmacology 与 #3 type 2 diabetes 聚类,依托网络药理学、分子对接等现代生物信息学技术,从系统层面阐释了中药多成分、多靶点、多通路的整体作用特点,并与肠道菌群等前沿研究领域深度交叉。#4 association 聚类(节点数 13, S 值 0.893)聚焦疾病关联、健康、脂肪变性、勃起功能障碍及非酒精性脂肪性肝炎等,揭示了糖尿病与多系统代谢紊乱的复杂关联。#5 pharmacological effects 聚类(节点数 13, S 值 0.943)主要基于细胞及动物实验模型,系统阐明中药及其活性成分的药理作用机制,重点围绕氧化应激、脂肪代谢等病理机制展开探究。#6 gut microbiota 聚类 S 值达 1.0,该主题专门聚焦中药与肠道微生态的互作机制,明确了肠道菌群是中医药干预糖尿病的关键作用通路。#7 type 2 diabetes mellitus 聚类(节点数 12, S 值 0.893)围绕胰岛素抵抗、中药及糖尿病肾病等主题,进一步深化了对 2 型糖尿病核心病理环节的认知。#8 glucose 聚类(节点数 11, S 值 1.0)涵盖了中医药、患病率及糖尿病肾病等关键词,研究重点已从单纯的降糖扩展到对糖尿病并发症的流行病学调查与防治。

2.5.3 关键词时间线突现分析 时间线突现图谱能动态地揭示一个研究领域内不同主题的兴起、演变、消亡与融合关系。将关键词的出现与共现情况按时间顺序展开,让研究者能直观地分析未来方向的新兴前沿。如图 9 所示,中文文献关于中医药治疗糖尿病的研究可大致分为 3 个阶段,①临床定位与经验总结期(1995—2005 年),此阶段是领域的基础形成期。研究热点集中于核心概念的界定与临床疗效的初步验证。“糖尿病”作为核心主题被确立,同时“病机”“疗效”“临床观察”和“治疗”成为突现关键词^[35]。表明早期研究主要致力于用中医理论阐释糖尿病的病因病机,并通过临床观察来验证各种治疗方法的有效性,为后续研究奠定了理论和实践基础。②实验探索与疗法深化期(2006—2015 年),研究进入机制探索和疗法系统化的阶段。“大鼠”成为突现强度最高的关键词,标志着研究从临床观察深入到动物实验层面,旨在通过现代

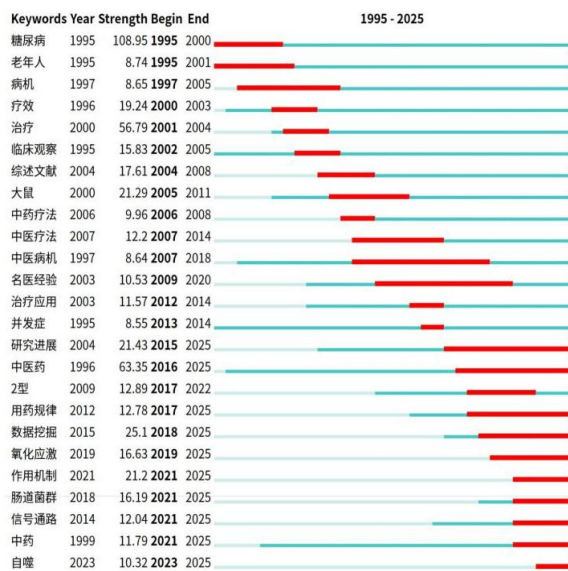


图 9 中文文献关键词突现图谱

Fig. 9 Keyword emergence map of Chinese literature

科学模型验证中医药疗效并探索其作用机制^[36]。同时,“中医疗法”“名医经验”和“并发症”受到持续关注,说明研究在深化基础疗法的同时,开始注重传承名医精髓并拓展至并发症的防治,研究维度更加丰富。③现代化与前沿机制探索期(2016—2025 年),当前阶段的研究呈现出鲜明的现代化和微观化特征。“数据挖掘”和“用药规律”的突现,体现了利用信息技术大规模分析临床数据、总结处方规律的新范式。与此同时,研究热点聚焦于最前沿的生物学机制,“氧化应激”“作用机制”“肠道菌群”“信号通路”和“自噬”成为最新的突现词^[37-38]。标志着中医药抗糖尿病研究已深入到分子和系统生物学层面,致力于从现代科学角度阐明其多靶点、整体调节的作用机制。

如图 10 所示,英文文献关于中医药治疗糖尿病的研究可划分为 3 个阶段,①疾病定位与经典机制探索期(2000—2015 年),此阶段的研究侧重于在现代医学的框架内定义疾病和确立基础研究方向。关键词“diabetes mellitus”“insulin resistance”的早期突现^[39],表明研究聚焦于疾病本身及其核心病理。同时,“activated protein kinase”的突现,指向了对 AMPK 等经典信号通路在中医药调节血糖中作用的初步探索,标志着机制研究的开端^[40]。②模型验证与核心成分研究期(2011—2020 年),是前序理论上延伸出的实证升级阶段,2011 年后领域主导研究热点发生明显迭代,研究重心从宏观疾病机制初探转向标准化实验验证与单体成分深

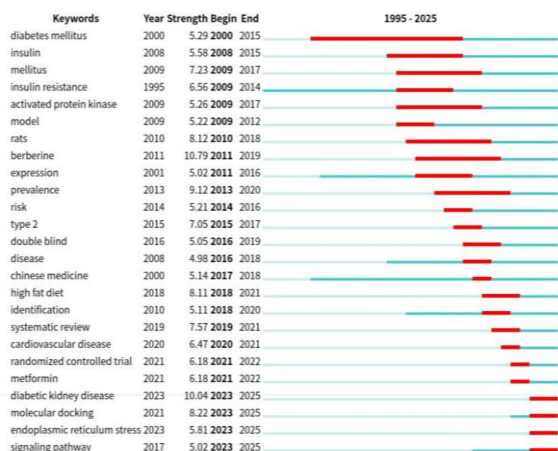


图 10 英文文献关键词突现图谱

Fig. 10 Keyword emergence map of English literature

挖。该阶段“rats”“high fat diet”成为强突现词，标志着高脂饮食诱导的动物模型成为机制研究的主流工具。此阶段最显著的特征是单体中药成分“berberine”（小檗碱）强势突现，代表了国际研究从复方转向对中药特定有效成分进行深入药理研究的热潮^[41]。同时，“systematic review”的突现，表明研究开始注重循证医学，对现有证据进行系统性总结^[42]。③循证深化与前沿精准机制探索期（2021—2025 年），当前阶段的研究呈现出高度精细化、前沿化和临床转化导向的特点。在临床研究层面，“randomized controlled trial”“metformin”的共现，强调了更高等级的循证证据以及与一线化学药对比研究^[43]。“diabetic kidney disease”作为强度极高的新兴突现词，表明研究焦点正从泛化的血糖控制向糖尿病特异性并发症的防治集中。在机制层面，“molecular docking”“endoplasmic reticulum stress”的突现，揭示了研究前沿已深入到利用计算生物学预测靶点、并从细胞器水平阐释中医药作用的微观机制^[44]。

3 讨论

3.1 研究领域现状

当前中医药治疗糖尿病领域已形成成熟、活跃且动态发展的研究体系。研究主题已从早期聚焦于“疗效观察”“病因病机”的理论探讨和临床验证，已全面深入到“作用机制”“信号通路”和“并发症”防治的微观层面研究。中国在该领域的研究中占据核心地位，形成了以中国为中心，多国合作的辐射状网络结构。未来的研究将在现有基础上，朝着物质基础明晰化、作用机制系统化的方向发展。

3.2 研究热点与趋势

3.2.1 理论创新与现代诠释 关键词突现分析显示，“数据挖掘”（突现强度 25.10，2015—2025 年）与“用药规律”（突现强度 12.78，2012—2025 年）在近年成为中文文献的核心突现词（图 14），同时中文聚类#4“数据挖掘”（节点数 19， S 值 0.973）和#9“诊疗标准”（节点数 15， S 值 0.993）形成了稳定的研究主题。表明利用信息技术大规模分析临床数据、总结名医经验与处方规律，进而推动中医诊疗标准化，已成为领域内的重要研究方向。基于此，未来研究应进一步构建融合现代疾病分期（如糖尿病前期、胰岛功能衰竭期）与中医证候动态演变的三维诊疗体系，运用系统生物学与人工智能深化“病-证-症”结合，量化研究“证”的生物学基础，如探寻“气阴两虚”与线粒体能量代谢的关联图谱。对“糖络病”“内热致癥”等创新理论进行大样本前瞻性临床验证，利用影像组学、病理学等技术可视化“络脉损伤”“微型癥瘕”等传统概念的现代医学内涵^[45-46]，推动中医理论的现代化与科学化表达。

3.2.2 物质基础的现代化诠释 关键词突现分析显示，中文文献中“信号通路”（突现强度 12.04，2014—2025 年）、“自噬”（突现强度 10.32，2023—2025 年）以及英文文献中“molecular docking”（突现强度 8.22，2021—2025 年）、“endoplasmic reticulum stress”（突现强度 5.81，2023—2025 年）等突现词的出现，提示中药物质基础研究越来越聚焦细胞信号调控、自噬机制、内质网应激及分子对接模拟等微观机制与技术层面。同时，英文聚类#2“network pharmacology”（节点数 21， S 值 0.978）中包含了与肠道菌群、分子对接相关关键词，中文聚类#11“中医证候”（节点数 13， S 值 0.972）中融入了“肠道微生物组学”等现代技术，证实中医药研究正在结合网络药理学、微生物组学等现代技术方法，突破单一研究模式，迈向多学科整合研究。

在肠道菌群层面，肠道菌群被视为中医药系统性作用的关键中介，深入研究肠道菌群对中药成分的“活化”或“转化”作用，是从结构调控向功能代谢物和精准干预深化的关键^[47-48]。基于多组学方法的研究表明，改良葛根芩连汤可通过调节“肠道菌群-胆汁酸-TGR5”轴改善糖尿病小鼠糖代谢^[49]。枳椇子多糖可逆转糖尿病肾病小鼠肠道菌群紊乱，通过“肠-肾轴”途径减轻肾脏损伤^[50]。这些研究勾勒出“中药-菌群-代谢物-靶器官”的系统

性作用路径,从物质转化角度深化了对中药物质基础的认识。

但当前借助肠道菌群、网络药理学等研究技术开展的物质基础研究多为静态靶点、代谢物差异观测,难以还原中药多组分进入体内后动态聚集、分子相互作用的过程,超分子自组装理论从分子间非共价作用力角度可作为解释中药配伍协同起效的物质形态机制。同时,传统中药化学分析手段难以解释复方多成分协同效应,超分子理论提出,中药各类活性成分可通过分子间作用力自发形成纳米、微米级有序聚集体,这或许是复方协同药效的潜在物质载体^[51-52]。目前已有研究证实,黄芩苷与 AlCl_3 可自组装形成多功能纳米粒子,可作为口服胰岛素递送载体,兼具 pH 响应性释放和肠黏膜渗透增强功能^[53];黄芪-当归合煎液中的超分子体系研究,也为理解中药药对煎煮过程中的化学物质变化规律提供了新视角^[54]。

3.2.3 作用机制的系统化揭示 关键词突现分析显示,“氧化应激”(突显强度 16.63, 2019—2025 年)、“信号通路”(突显强度 12.04, 2014—2025 年)以及英文文献中“endoplasmic reticulum stress”(突显强度 5.81, 2023—2025 年)、“signaling pathway”(突显强度 5.02, 2023—2025)等突现词,表明中医药作用机制研究正从单一通路向多靶点、跨系统、网络化的整合机制深度拓展。同时,中文聚类#2“中药”(节点数 22, S 值 0.962)中涉及信号通路等机制关键词,进一步佐证了信号通路、氧化应激等是当前中医药机制研究的热点方向。

基于上述网络化、整合化的研究思路,多组学整合技术成为当前系统解析中医药治疗糖尿病作用机制的核心手段。通过整合基因组学、蛋白质组学、代谢组学、宏基因组学等数据,构建“中药-靶点-通路-疾病”多维互作网络,有助于系统解析中医药治疗糖尿病的作用机制^[55-57]。现有诸多研究证实该研究体系的有效性,Song 等^[58]通过代谢组学与转录组学整合分析,揭示了金芪降糖片调控糖脂代谢的多靶点机制。Lin 等^[59]综合运用转录组学与药理学网络分析技术,阐释回阳生肌汤通过 $\text{NF-}\kappa\text{B}/\text{STAT3/NLRP3}$ 信号通路促进糖尿病皮肤溃疡愈合的作用机制。Zhang 等^[60]整合了血浆代谢组学与肠道微生物组学初步阐述黄芪桂枝五物汤干预糖尿病周围神经病变的机制。当前研究前沿正从静态的多组学描述,向动态整合宏基因组与表观基因组的

因果网络构建方向发展^[61]。

在机制研究不断深化、研究技术持续更新的基础上,中药外泌体的调控作用被逐步发掘,成为中医药靶向调控糖尿病及其并发症的新兴研究方向。现有研究证实,中药外泌体通过调节氧化应激、信号通路等途径,实现对机体糖脂代谢、炎症修复等功能的调节^[62]。其中,橘子皮衍生的外泌体样纳米囊泡(TNVs)可显著抑制小鼠胰岛素抵抗,调节糖脂代谢关键基因(ACC 、 AMPK 、 CD36 、 $\text{LXR}\alpha$ 、 $\text{PPAR-}\gamma$ 、 SREBP-1)表达^[63]。美洲大蠊衍生的外泌体样纳米颗粒(PA-ELNs)可加速糖尿病小鼠伤口愈合,参与抗炎、再上皮化和自噬调节^[64]。可见,植物来源外泌体依托独特的多靶点调控优势,在糖尿病及并发症防治领域具备广阔的潜在应用价值,也为中医药糖尿病作用机制的网络化、系统化研究提供了全新研究视角。

4 结论

本研究基于文献计量学分析方法,利用 CiteSpace 与 VOSviewer 软件对 1995—2025 年发表的中医药治疗糖尿病领域的中、英文文献进行分析,探究了近 30 年中医药治疗糖尿病的研究进展并预测发展趋势。中医药治疗糖尿病已形成体系完备、研究态势活跃的研究体系,国际影响力持续提升——中国以 83.26% 的发文量占比和 0.59 的中心性占据领域核心地位,研究热点已从早期的辨证论治、临床观察深入至氧化应激、肠道菌群、分子对接等机制研究,并呈现出多组学整合、外泌体调控等前沿方向。未来研究将更注重理论创新与现代科学阐释相结合,推动中医药向物质基础明晰化、作用机制系统化方向发展,为糖尿病及其并发症的治疗提供更丰富的科学依据。然而,本研究也存在一定局限性:数据库覆盖方面,英文只纳入 WOS 核心合集可能遗漏部分文献,中、英文语义差异及关键词归一化虽经人工清洗,但仍可能影响共现网络的准确性,计量工具参数设置对分析结果具有一定敏感性,此外,排除了学位论文、会议论文等文献,以及 2025 年最新文献可能存在时间滞后,这些因素均需在解读研究结论时予以考量。未来研究可通过扩大多源数据库整合、引入自然语言处理技术、开展多参数敏感性分析等途径,进一步提升文献计量分析的准确性与全面性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 杨文英. 中国糖尿病的流行特点及变化趋势 [J]. 中国科学(生命科学), 2018, 48(8): 812-819.
Yang W Y. Epidemiology and trends in diabetes in China [J]. Sci China Ser C, 2018, 48(8): 812-819.
- [2] 汤文璐, 王永铭, 杜文民, 等. 国内 42 年文献源抗糖尿病药物的不良反应分析 [J]. 中国新药与临床杂志, 2002, 21(12): 753-758.
Tang W L, Wang Y M, Du W M, et al. Analysis of adverse drug reaction of antidiabetic agents according to documents within forty-two years in China [J]. Chin J New Drugs Clin Remedies, 2002, 21(12): 753-758.
- [3] Zhang L M, Song Z Y, Huang X X, et al. Research progress on the regulation of interstitial cell of Cajal autophagy and apoptosis crosstalk by traditional Chinese medicine in gastrointestinal motility disorders [J]. J Ethnopharmacol, 2025, 351: 120128.
- [4] Okechukwu Paul-Chima U, Chinyere Nkemjika A, Melvin Nnaemeka U, et al. Harnessing plant metabolic pathways for innovative diabetes management: Unlocking the therapeutic potential of medicinal plants [J]. Plant Signal Behav, 2025, 20(1): 2486076.
- [5] 丁英钧, 王世东, 王颖辉, 等. 糖尿病“内热伤阴耗气”基本病机探讨 [J]. 中医杂志, 2008, 49(5): 389-391.
Ding Y J, Wang S D, Wang Y H, et al. Discussion on the basic pathogenesis of diabetes mellitus “internal heat hurts Yin and consumes Qi” [J]. J Tradit Chin Med, 2008, 49(5): 389-391.
- [6] 王天一, 高陈佳, 董晓范, 等. 中药多糖抗糖尿病作用机制及其发展前景 [J]. 中草药, 2025, 56(6): 2184-2196.
Wang T Y, Gao C J, Dong X F, et al. Antidiabetic mechanism of polysaccharides in traditional Chinese medicine and its development prospect [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2025, 56(6): 2184-2196.
- [7] 徐进华, 周钦云, 王丹, 等. 基于“整体观”的中医慢病管理模式在 2 型糖尿病患者中的应用 [J]. 中外医学研究, 2022, 20(3): 168-172.
Xu J H, Zhou Q Y, Wang D, et al. Application of TCM chronic disease management mode based on “holistic view” in patients with diabetes mellitus [J]. Chin Foreign Med Res, 2022, 20(3): 168-172.
- [8] Wang X, Liu J, Liu T T, et al. Discovery of the pharmacodynamic material basis of Danggui Buxue Decoction in the treatment of diabetic kidney disease based on lipidomics regulation [J]. Phytomedicine, 2025, 141: 156643.
- [9] Mayer B. Using systems biology to evaluate targets and mechanism of action of drugs for diabetes comorbidities [J]. Diabetologia, 2016, 59(12): 2503-2506.
- [10] 赵蓉英, 许丽敏. 文献计量学发展演进与研究前沿的知识图谱探析 [J]. 中国图书馆学报, 2010, 36(5): 60-68.
Zhao R Y, Xu L M. The knowledge map of the evolution and research frontiers of the bibliometrics [J]. J Libr Sci China, 2010, 36(5): 60-68.
- [11] 梅佳华, 王勇森, 查学志, 等. 基于文献计量学的小檗碱研究动态及焦点可视化分析 [J]. 中草药, 2025, 56(17): 6317-6333.
Mei J H, Wang Y S, Zha X Z, et al. Visualization analysis of research dynamics and focus of berberine based on bibliometrics [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2025, 56(17): 6317-6333.
- [12] 梁鹏, 朱俊杰, 张霞, 等. 基于文献和专利计量分析中药多糖免疫调节作用研究现状与发展前景 [J]. 中草药, 2025, 56(11): 3985-4004.
Liang P, Zhu J J, Zhang X, et al. Research status and development prospect of immunomodulatory effect of polysaccharides in traditional Chinese medicine based on bibliometric and patentometric analyses [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2025, 56(11): 3985-4004.
- [13] 胡吕萍, 倪艳羨, 杨忠英, 等. 上海崇明 18 家社区医院 2016—2018 年抗菌药物使用监测分析[J]. 中国药房, 2019, 30(23): 3192-3195.
Hu L P, Ni X Y, Yang Z Y, et al. Monitoring and analysis of antimicrobial drug use in 18 community hospitals in Chongming, Shanghai during 2016 — 2018 [J]. China Pharmacy, 2019, 30(23): 3192-3195.
- [14] 温志歌, 张珊, 倪青. 从“通畅元真”角度辨治老年糖尿病 [J]. 环球中医药, 2024, 17(1): 98-101.
Wen Z G, Zhang S, Ni Q. Differentiation and treatment of senile diabetes from the perspective of “unobstructed truth” [J]. Glob Tradit Chin Med, 2024, 17(1): 98-101.
- [15] 吕仁和, 赵进喜, 王越. 糖尿病肾病临床研究述评 [J]. 北京中医药大学学报, 1994, 17(2): 2-6.
Lü R H, Zhao J X, Wang Y. A review of the researches on diabetic renal disease [J]. J Beijing Univ Tradit Chin Med, 1994, 17(2): 2-6.
- [16] 丁英钧, 肖永华, 傅强, 等. 糖尿病肾病“微型癥瘕”病理假说解析 [J]. 中华中医药杂志, 2009, 24(1): 27-30.
Ding Y J, Xiao Y H, Fu Q, et al. Explanation and analysis on TCM pathology hypothesis micro-Zhengjia of diabetic nephropathy [J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2009, 24(1): 27-30.
- [17] 戴京璋, 吕仁和, 赵进喜, 等. 糖尿病肾病中医证治 [J]. 北京中医药大学学报, 2002, 25(5): 65-66.

- Dai J Z, Lü R H, Zhao J X, et al. Syndrome differentiation and treatment of diabetic nephropathy in traditional Chinese medicine [J]. J Beijing Univ Tradit Chin Med, 2002, 25(5): 65-66.
- [18] 仝小林, 倪青, 魏军平, 等. 糖尿病中医诊疗标准 [J]. 世界中西医结合杂志, 2011, 6(6): 540-547.
- Tong X L, Ni Q, Wei J P, et al. Diagnostic and therapeutic standards of diabetes in traditional Chinese medicine [J]. World J Integr Tradit West Med, 2011, 6(6): 540-547.
- [19] Zhang H Y, Tian J X, Lian F M, et al. Therapeutic mechanisms of traditional Chinese medicine to improve metabolic diseases via the gut microbiota [J]. Biomed Pharmacother, 2021, 133: 110857.
- [20] Xu X Z, Gao Z Z, Yang F Q, et al. Antidiabetic effects of Gegen Qinlian decoction via the gut microbiota are attributable to its key ingredient berberine [J]. Genom Proteom Bioinform, 2020, 18(6): 721-736.
- [21] Zhang B X, Zhou L J, Chen K Y, et al. Investigation on phenomics of traditional Chinese medicine from the diabetes [J]. Phenomics, 2024, 4(3): 257-268.
- [22] 祁忠华, 林善铤, 黄宇峰. 黄芪改善糖尿病早期肾血流动力学异常的研究 [J]. 中国糖尿病杂志, 1999(3): 147-149.
- Qi Z H, Lin S T, Huang Y F. A study on *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. in regulating renal hemodynamics in early diabetic rat [J]. Chin J Diabetes, 1999(3): 147-149.
- [23] 刘志诚, 孙凤岷, 朱苗花, 等. 针灸对非胰岛素依赖性糖尿病胰岛素抵抗的影响 [J]. 上海针灸杂志, 2000, 19(1): 5-7.
- Liu Z C, Sun F M, Zhu M H, et al. The effect of acupuncture on insulin resistance in non insulin dependent diabetes mellitus [J]. Shanghai J Acupunct Moxibustion, 2000, 19(1): 5-7.
- [24] 叶仁群, 谢嘉嘉, 林国彬, 等. 补阳还五汤对早期糖尿病肾病患者血管内皮生长因子及其受体 flt-1 的影响 [J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2009, 10(2): 137-139.
- Ye R Q, Xie J J, Lin G B, et al. Effect of Buyang Huanwu decoction on vascular endothelial growth factor and its receptor flt-1 in early diabetic nephropathy patients [J]. Chin J Integr Tradit West Nephrol, 2009, 10(2): 137-139.
- [25] 任春久, 张瑶, 崔为正, 等. 氧化应激在 2 型糖尿病发病机制中的作用研究进展 [J]. 生理学报, 2013, 65(6): 664-673.
- Ren C J, Zhang Y, Cui W Z, et al. Progress in the role of oxidative stress in the pathogenesis of type 2 diabetes [J]. Acta Physiol Sin, 2013, 65(6): 664-673.
- [26] 杨超茅, 杨志新, 马晓玲. AGEs-RAGE 信号通路在糖尿病肾病中的作用机制及中医药研究进展 [J]. 中医学报, 2019, 34(9): 1864-1868.
- Yang C M, Yang Z X, Ma X L. The mechanism of AGEs-RAGE signaling pathway in diabetic nephropathy and the progress of Chinese medicine treatment [J]. China J Chin Med, 2019, 34(9): 1864-1868.
- [27] 马贵萍, 章怡祎. 高脂血症的中医药治疗研究进展 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(14): 2116-2119.
- Ma G P, Zhang Y Y. Research progress on treatment of hyperlipidemia with traditional Chinese medicine [J]. Chin J Integr Med Cardio Cerebrovasc Dis, 2019, 17(14): 2116-2119.
- [28] 徐远. 中医治疗代谢综合征的思路与方法 [J]. 中医杂志, 2003, 44(4): 301-302.
- Xu Y. Thinking and methods of TCM for treatment of metabolism syndrome [J]. J Tradit Chin Med, 2003, 44(4): 301-302.
- [29] Luo W F, Deng J, He J C, et al. Integration of molecular docking, molecular dynamics and network pharmacology to explore the multi-target pharmacology of fenugreek against diabetes [J]. J Cell Mol Med, 2023, 27(14): 1959-1974.
- [30] Zhu Y Y, Xia X, He Q, et al. Diabetes-associated neutrophil NETosis: Pathogenesis and interventional target of diabetic complications [J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1202463.
- [31] Weinberg Sibony R, Segev O, Dor S, et al. Overview of oxidative stress and inflammation in diabetes [J]. J Diabetes, 2024, 16(10): e70014.
- [32] Yin J, Xing H L, Ye J P. Efficacy of berberine in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. Metabolism, 2008, 57(5): 712-717.
- [33] Lan J R, Zhao Y Y, Dong F X, et al. Meta-analysis of the effect and safety of berberine in the treatment of type 2 diabetes mellitus, hyperlipemia and hypertension [J]. J Ethnopharmacol, 2015, 161: 69-81.
- [34] Zhang Y F, Gu Y Y, Ren H H, et al. Gut microbiome-related effects of berberine and probiotics on type 2 diabetes (the PREMOT study) [J]. Nat Commun, 2020, 11: 5015.
- [35] 方朝晖, 罗云, 陆瑞敏, 等. 基于数据挖掘的中医药治疗糖尿病用药规律探析 [J]. 中医药临床杂志, 2013, 25(8): 670-672.
- Fang C H, Luo Y, Lu R M, et al. Analysis on the medication law of traditional Chinese medicine in treating diabetes based on data mining [J]. Clin J Tradit Chin Med, 2013, 25(8): 670-672.

- [36] 邱艳, 陈清光, 李俊燕, 等. 健脾清化方对 2 型糖尿病模型大鼠肝脏糖原合成的影响 [J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(2): 594-597.
Qiu Y, Chen Q G, Li J Y, et al. Effects of Jianpi Qinghua Formula on synthesis of hepatic glycogen of type 2 diabetic rats [J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2019, 34(2): 594-597.
- [37] 郭思冉, 仝森, 崔吉, 等. 川陈皮素通过 PAF/PLC 信号通路改善糖尿病肾病大鼠炎症研究 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2025, 27(11): 37-44.
Guo S R, Tong S, Cui J, et al. Mechanistic study on the effect of nobiletin on inflammation in rats with diabetic nephropathy by regulating PAF/PLC signaling pathway [J]. J Liaoning Univ Tradit Chin Med, 2025, 27(11): 37-44.
- [38] 王思超, 刘秋红, 赵士葳, 等. 基于 Nrf2/SLC7A11/GPX4 信号通路探讨黄花倒水莲改善糖尿病肾病大鼠的作用机制 [J]. 中国药理学通报, 2025, 41(6): 1186-1193.
Wang S C, Liu Q H, Zhao S W, et al. *Polygala fallax* Hemsl. improves diabetic kidney disease in rats via Nrf2/SLC7A11/GPX4 signaling pathway [J]. Chin Pharmacol Bull, 2025, 41(6): 1186-1193.
- [39] Accili D, Deng Z B, Liu Q L. Insulin resistance in type 2 diabetes mellitus [J]. Nat Rev Endocrinol, 2025, 21(7): 413-426.
- [40] Hunie Tesfa K, Desalegn Gebeyehu C, Tadele Ewunetie A, et al. The role of AMPK signaling pathway in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus with its complications and related metabolic disorders [J]. Metab Open, 2025, 28: 100397.
- [41] Wang H. 1837-P: Short-term and long-term administration of berberine promoted insulin exocytosis through different mechanism in pancreatic β -cells [J]. Diabetes, 2025, 74(Supplement_1): 1837-183P.
- [42] Tian J X, Jin D, Bao Q, et al. Evidence and potential mechanisms of traditional Chinese medicine for the treatment of type 2 diabetes: A systematic review and Meta-analysis [J]. Diabetes Obes Metab, 2019, 21(8): 1801-1816.
- [43] Zhang L F, Fan Q Q, Chen L Y. Dual therapy triumph: Yuquan capsules and metformin in combating type 2 diabetes mellitus disorders [J]. Clin Pharmacol Drug Dev, 2025, 14(12): 977-982.
- [44] Hu X, Wang Z, Zhang L. Investigating potential targets of Wulingsan in diabetic nephropathy through network pharmacology and experimental validation [J]. Front Mol Biosci. 2025, 12:1647796.
- [45] 安冬, 梁永林. 基于“心与小肠相表里”与“心主血脉”理论探讨肠道菌群与糖络病的关系及中药防治 [J]. 中医学报, 2023, 51(3): 6-10.
An D, Liang Y L. Relationship between intestinal flora and Tangluo disease and its prevention and treatment by TCM based on ‘internal and external relationship of heart and small intestine’ and ‘heart governing blood vessel’ [J]. Acta Chin Med Pharmacol, 2023, 51(3): 6-10.
- [46] 韩宜臻, 陶嘉茵, 王珍, 等. 王耀献基于“内热致癥”病机从三焦辨治糖尿病肾病 [J]. 中医学报, 2021, 36(10): 2142-2145.
Han Y Z, Tao J Y, Wang Z, et al. Professor WANG Yaoxian’s therapy of diabetic nephropathy from three Jiao based on “internal heat-induced lump accumulation” [J]. Acta Chin Med, 2021, 36(10): 2142-2145.
- [47] Li X, Wu D, Niu J J, et al. Intestinal flora: A pivotal role in investigation of traditional Chinese medicine [J]. Am J Chin Med, 2021, 49(2): 237-268.
- [48] Yao W G, Huo J L, Ji J, et al. Elucidating the role of gut microbiota metabolites in diabetes by employing network pharmacology [J]. Mol Med, 2024, 30(1): 263.
- [49] Liu R, Wang J H, Zhao Y K, et al. Study on the mechanism of modified Gegen Qinlian decoction in regulating the intestinal flora-bile acid-TGR5 axis for the treatment of type 2 diabetes mellitus based on macro genome sequencing and targeted metabonomics integration [J]. Phytomedicine, 2024, 132: 155329.
- [50] Lan T, Tang T, Li Y, et al. FTZ polysaccharides ameliorate kidney injury in diabetic mice by regulating gut-kidney axis [J]. Phytomedicine, 2023, 118: 154935.
- [51] Wang Y L, Mu Y, Zhang Y L, et al. Accessible and effective nanomedicines: Self-assembly products from Chinese herbal medicines (CHMs) [J]. Adv Funct Mater, 2025, 35(9): 2416151.
- [52] Xiang J W, Meng Y, Zhao M Y, et al. Super-self-assembly extraction from natural herbs [J]. Nano Res, 2025, 18(2): 94907094.
- [53] Jia X H, Yuan Z H, Yang Y Q, et al. Multi-functional self-assembly nanoparticles originating from small molecule natural product for oral insulin delivery through modulating tight junctions [J]. J Nanobiotechnol, 2022, 20(1): 116.
- [54] Liang P, Bi T, Zhou Y N, et al. Insights into the mechanism of supramolecular self-assembly in the *Astragalus membranaceus*-*Angelica sinensis* codecoction [J]. ACS Appl Mater Interfaces, 2023, 15(41): 47939-47954.
- [55] Li J, Zhu N, Wang Y Q, et al. Application of metabolomics and traditional Chinese medicine for type 2 diabetes

- mellitus treatment [J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2023, 16: 4269-4282.
- [56] Jia W P, Chan J C, Wong T Y, et al. Diabetes in China: Epidemiology, pathophysiology and multi-omics [J]. *Nat Metab*, 2025, 7(1): 16-34.
- [57] Yi G G, Li Z R, Sun Y X, et al. Integration of multi-omics transcriptome-wide analysis for the identification of novel therapeutic drug targets in diabetic retinopathy [J]. *J Transl Med*, 2024, 22(1): 1146.
- [58] Song Z H, Yan A, Li Z Z, et al. Integrated metabolomic and transcriptomic analysis reveals the effects and mechanisms of Jinqi Jiangtang tablets on type 2 diabetes [J]. *Phytomedicine*, 2024, 134: 155957.
- [59] Lin L, Yu F N, Tang X, et al. Huiyang Shengji decoction promotes healing of diabetic skin ulcers via the NF- κ B/STAT3/NLRP3 signaling pathway: A multi-omics analysis [J]. *Phytomedicine*, 2025, 143: 156695.
- [60] Zhang K H, Peng P, Huang J H, 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: 117301.
- [61] Xie M Z, Gu S Q, Liu Y, et al. 2-Hydroxyisobutyric acid targeted binding to MT-ND3 boosts mitochondrial respiratory chain homeostasis in hippocampus to rescue diabetic cognitive impairment [J]. *Redox Biol*, 2025, 79: 103446.
- [62] Zhuo Y, Luo Z, Zhu Z, et al. Direct cytosolic delivery of siRNA via cell membrane fusion using cholesterol-enriched exosomes [J]. *Nat Nanotechnol*, 2024, 19(12): 1858-1868.
- [63] Zou J J, Song Q B, Shaw P C, et al. Tangerine peel-derived exosome-like nanovesicles alleviate hepatic steatosis induced by type 2 diabetes: Evidenced by regulating lipid metabolism and intestinal microflora [J]. *Int J Nanomed*, 2024, 19: 10023-10043.
- [64] Liao Q, Su L J, Pang L, et al. Natural exosome-like nanoparticles derived from ancient medicinal insect *Periplaneta americana* L. as a novel diabetic wound healing accelerator [J]. *J Nanobiotechnol*, 2023, 21(1): 169.

[责任编辑 孙英杰]