

基于数据挖掘及网络药理学探析龙江医派代表医家治疗慢性阻塞性肺疾病的用药规律及作用机制

任雨璇¹, 梅婷婷^{2*}

¹黑龙江中医药大学研究生院, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江中医药大学第一临床医学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2026年2月5日; 录用日期: 2026年2月27日; 发布日期: 2026年3月9日

摘要

目的: 基于数据挖掘与网络药理学方法, 探究龙江医派代表医家治疗慢性阻塞性肺疾病(COPD)的用药规律及作用机制。方法: 收集龙江医派代表医家治疗慢性阻塞性肺疾病的医案, 利用中医传承辅助平台(V3.5)进行用药频次分析、性味归经分析、关联规则分析与聚类分析; 在此基础上, 进一步对核心中药组合进行网络药理学分析。结果: 共纳入127首处方、220味中药, 高频药物包括茯苓、紫苏、紫菀、清半夏、桔梗等; 药性以“温性、苦味、归肺经”为主, 功效以“补虚类”“化痰止咳平喘类”“清热类”居多。聚类分析得到核心中药组合“甘草、五味子、黄芪、淫羊藿、党参、紫菀”。针对核心中药组合进行网络药理分析, 筛选出活性成分139个、潜在作用靶点214个, PPI网络及富集分析提示核心处方可能通过IL-17信号通路、细胞衰老等途径干预COPD。结论: 龙江医派治疗COPD以“温肺化痰、补虚固本”为核心, 注重肺脾肾同调, 其核心处方具有多成分、多靶点、多通路的作用特点, 为寒地COPD的中医药治疗提供了理论依据与用药参考。

关键词

龙江医派, 慢性阻塞性肺疾病, 数据挖掘, 网络药理学, 用药规律

*通讯作者。

Based on Data Mining and Network Pharmacology, This Study Explores the Medication Patterns and Mechanism of Action of Representative Physicians of the Longjiang Medical School in Treating Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Yuxuan Ren¹, Tingting Mei^{2*}

¹Graduate School of Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

²The First Clinical Medical College of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: February 5, 2026; accepted: February 27, 2026; published: March 9, 2026

Abstract

Objective: Based on data mining and network pharmacology methods, this study aims to explore the medication patterns and mechanism of action of representative physicians of the Longjiang Medical School in treating chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods:** Medical cases of representative physicians of the Longjiang Medical School treating COPD were collected. Medication frequency analysis, taste and nature classification analysis, association rule analysis, and clustering analysis were conducted using the Traditional Chinese Medicine Heritage Support Platform (V3.5). On this basis, network pharmacology analysis of the core traditional Chinese medicine combinations was further carried out. **Results:** A total of 127 prescriptions and 220 types of traditional Chinese medicines were included. Frequent drugs included *Poria cocos*, *Perilla frutescens*, *Plumbago zeylanica*, Qing Banxia, and *Areca catechu*. The medicinal properties were mainly “warm, bitter, and belonging to the lung meridian”, and the efficacy was mainly “tonifying deficiency, classifying as cough-relieving, asthma-stopping, and heat-clearing”. Clustering analysis yielded the core traditional Chinese medicine combination “Gancao, Wuniuzi, Huangqi, Liangyanghua, Dangshan, and *Plumbago zeylanica*”. Network pharmacology analysis of the core traditional Chinese medicine combination identified 139 active components and 214 potential target sites. PPI network and enrichment analysis suggested that the core prescription might intervene in COPD through pathways such as the IL-17 signaling pathway and cellular senescence. **Conclusion:** The treatment of COPD by the Longjiang Medical School focuses on “warming the lung and resolving phlegm, tonifying deficiency and consolidating the foundation”, emphasizing the coordination of lung, spleen, and kidney. The core prescription has the characteristics of multi-components, multi-targets, and multi-pathways, providing theoretical basis and medication reference for the treatment of COPD in the cold region.

Keywords

Longjiang Medical School, Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Data Mining, Network Pharmacology, Medication Pattern

Copyright © 2026 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

慢性阻塞性肺疾病(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)是一种以进行性、不可逆的气流受限为主要病理特征的慢性呼吸系统疾病。随着全球发病率的持续攀升, COPD 已成为严重威胁人类健康的重要公共卫生问题, 给社会医疗体系及患者生活质量带来沉重负担。根据世界卫生组织(WHO)预测, 到 2030 年 COPD 将成为全球第三大主要死因[1]-[3]。目前, 西医治疗慢性阻塞性肺疾病主要依赖支气管舒张剂、糖皮质激素等手段, 虽可一定程度上缓解症状、改善肺功能, 但仍存在难以逆转肺功能进行性下降及气道重塑的病理进程、长期用药易引发感染风险增加、治疗方案对个体差异响应不足等局限[4][5]。中医药通过多成分、多靶点、多通路的协同作用机制, 能够针对慢性阻塞性肺疾病的关键病理环节进行多维度调控, 从而有效改善临床症状、延缓疾病进展, 并在提升患者生活质量方面展现出独特的综合治疗优势[6][7]。

中医学将慢性阻塞性肺疾病归为“肺胀”“喘证”“咳嗽”“痰饮”等范畴, 病机以“本虚标实”为核心特征, 涉及肺、脾、肾三脏虚损为病之本, 痰、瘀、毒互结为病之标, 常因外邪引动、内外合邪而发病或加重。龙江医派作为植根于我国北方寒地的特色中医学学术流派, 其医家基于寒地特有的气候条件、地理环境以及当地居民的饮食结构与情志特点, 凝练提出“外感寒燥、内生痰热、气血壅滞”是该地区疾病发生的重要病机特征。在诊治慢性阻塞性肺疾病的过程中, 该派别逐渐形成具有显著地域适应性的辨治思路, 展现出鲜明的寒地诊疗特色[8]。

本研究整合数据挖掘与网络药理学方法, 系统分析龙江医派代表医家治疗 COPD 的处方用药规律, 并通过网络药理学探讨其潜在作用机制, 以期为寒地治疗慢性阻塞性肺疾病提供理论依据, 并为中药复方的现代化研究提供新的方法学参考。

2. 资料与方法

2.1. 数据挖掘

2.1.1. 龙江医派代表医家范围

龙江医派代表医家的界定以行医活动范围集中于黑龙江省范围内、且具备系统学术传承资料(如医案手稿、论著、文献等)的医家。该群体作为龙江医派学术体系构建与发展的核心力量, 涵盖国医大师、全国老中医药专家学术经验继承工作指导老师及全国名中医等, 共计 108 位医家被纳入本研究的代表性范围[8]。

2.1.2. 资料来源

图书来源主要包括《龙江医派丛书》和黑龙江中医药大学图书馆馆藏资源中龙江医派代表医家公开出版的专著, 文献来源主要包括中国期刊全文数据库(CNKI)、中文期刊服务平台维普资讯(VIP)、万方数据知识服务平台(Wanfang Data)中慢性阻塞性肺疾病的相关文献资料。出版时间均截止至 2025 年 1 月 1 日。

2.1.3. 纳入标准

- ① 医案仅取首诊处方, 且为内服汤剂;
- ② 医案完整, 诊断明确, 疗效确切;
- ③ 若为医家对慢性阻

塞性肺疾病用药经验总结, 但附有症状、舌脉、方药、药量等详细记录, 则将此视为该医家诊治慢阻肺经验的高度浓缩, 也是其学术思想的体现, 故将其作为一则医案收录; ④ 患者年龄 ≥ 14 岁。

2.1.4. 排除标准

① 对于不同医案来源, 但属于同一医家的相同医案, 则只收录 1 次; ② 医案为单味药方或协定处方不能确定组成和剂量者。

2.1.5. 数据规范化处理与录入

将符合纳入标准的医案, 根据《中国药典》2020 年[9]和“十四五”规划教材《中药学》[10]相关描述, 双人录入 Excel 数据表中, 建立龙江医派代表医家慢性阻塞性肺疾病医案数据库。由一人负责将数据库中的数据录入中医传承辅助系统软件, 另一人独立进行数据核对, 以确保数据录入的准确性与完整性。对中药处方中出现的中药名称进行规范化处理, 如将“仙灵脾”统称为“淫羊藿”, “紫菀”统称为“紫菀”等。

2.1.6. 统计分析

利用中医传承辅助平台(V3.5)进行用药频次与频率分析、性味归经分析、关联规则分析、高频药物聚类分析。

2.2. 网络药理学

2.2.1. 核心中药组合药物有效活性成分及靶点获取

将核心中药组合的中药录入中药系统药理学数据库与分析平台数据库 (<https://www.tcmsp-e.com/#/database>), 检索其活性成分, 按照口服生物利用度模型(Oral bioavailability, OB) $\geq 30\%$, 类药性模型(Drug-likeness, DL) ≥ 0.18 进行筛选。将筛选到的活性成分的化学结构上传至 Swiss Target Prediction (<http://swisstargetprediction.ch/>)数据库进行成分靶点预测。

2.2.2. 药物 - 疾病靶点收集

在 TTD (<https://db.idrblab.org/ttd/>)、GeneCards (<https://www.genecards.org/>)、CTD (<http://ctdbase.org/>)、DrugBank (<https://www.drugbank.ca/>)数据库基因检索功能中输入关键词“Chronic Obstructive Pulmonary Disease”查询与 COPD 有关的基因, 并去掉重复的基因以及假阳性的基因, 获得疾病靶点。与筛选出的核心中药组合药物作用靶点取交集, 得到核心中药组合药物活性成分干预慢性阻塞性肺疾病的潜在作用靶点。

2.2.3. 蛋白 - 蛋白相互作用(protein-protein interaction, PPI)网络构建及生物通路富集分析

将核心中药组合药物活性成分干预慢性阻塞性肺疾病的潜在作用靶点导入 STRING (<https://string-db.org/>)数据库, 最高可置信度设置为 0.4, 获得蛋白互作网络图(PPI), 进一步进行 GO 功能富集分析与 KEGG 通路富集分析。

3. 结果

3.1. 数据挖掘

3.1.1. 单味中药用药的频次分析

龙江医派代表医家治疗慢性阻塞性肺疾病医案共 127 例, 处方 127 例。将录入的 127 首中药复方中的全部中药进行排序, 共涉及 220 味单味中药, 累计出现频数 2013 次; 中药复方中药味数量最少的为 11 个, 最多的为 26 个, 其中使用频数 ≥ 30 次的高频中药共 20 味, 累计频数 887 次, 占比 44.08%, 见表 1。

Table 1. Common Chinese medicines used by Longjiang Medical School in treating chronic obstructive pulmonary disease (Top 20)**表 1.** 龙江医派治疗慢性阻塞性肺疾病的常用中药(前 20 位)

No.	中药	频数/次	占比/%	No.	中药	频数/次	占比/%
1	茯苓	69	3.43	11	桑白皮	39	1.94
2	紫苏	62	3.08	12	补骨脂	38	1.89
3	紫菀	58	2.88	13	地龙	36	1.79
4	清半夏	57	2.83	14	五味子	36	1.79
5	桔梗	55	2.73	15	黄芪	34	1.69
6	款冬花	54	2.68	16	莱菔子	34	1.69
7	白果仁	51	2.53	17	麻黄	34	1.69
8	陈皮	46	2.29	18	炒白术	33	1.64
9	炒苦杏仁	46	2.29	19	炙甘草	32	1.59
10	甘草	41	2.04	20	黄芩	32	1.59

3.1.2. 高频中药四气、五味、归经及功效的分析

对所涉及的 220 味单味中药进行四气、五味、归经的分析, 其中, “温性、苦味、归肺经”的单味中药应用频数最高。对单味中药的功效进行分析, 频数占比在 10%以上的中药分别是“补虚类”、“化痰止咳平喘类”和“清热类”。

3.1.3. 关联规则分析

基于关联规则对所有 127 首处方进行“方剂分析”。根据处方的数量, 结合经验判断和不同参数提取数据的预读, 将支持度设定为 30, 置信度为 0.65, 获得 21 条数据, 提取中药 11 味, 共有 21 条关联规则。

3.1.4. 聚类分析

为挖掘处方中隐藏的核心药组模式, 采用聚类分析方法。基于处方数量, 并结合经验判断与肘部法则(Elbow Method)、轮廓系数(Silhouette Coefficient)等参数提取数据的预读结果, 将 K 值设定为 4。通过分析, 共提取出核心中药组合 4 个, 见表 2。聚类分析结果显示, 频次最高的两个核心药物组合分别为: 组合 1 “清半夏、桔梗、茯苓、白果仁、炒苦杏仁、川芎”, 出现频次 62 次; 组合 2 “甘草、五味子、黄芪、淫羊藿、党参、紫菀”, 出现频次 34 次。其中, 组合 2 (占比 27.42%)的药物构成, 与课题组前期研究结论及龙江医派的学术特色高度吻合, 因此被确定为龙江医派治疗 COPD 的核心处方, 并作为后续作用机制深入解析的对象。

Table 2. Core traditional Chinese medicine combination of Longjiang Medical School for the treatment of chronic obstructive pulmonary disease**表 2.** 龙江医派治疗慢性阻塞性肺疾病的核心中药组合

序号	核心中药组合	频数/次
1	清半夏, 桔梗, 茯苓, 白果仁, 炒苦杏仁, 川芎	62
2	甘草, 五味子, 黄芪, 淫羊藿, 党参, 紫菀	34
3	款冬花, 陈皮, 桑白皮, 茯苓, 紫菀, 紫苏	17
4	黄芩, 紫苏, 枇杷叶, 清半夏, 陈皮, 莱菔子	11

3.2. 网络药理学

3.2.1. 核心处方药物有效活性成分及靶点获取

在中药系统药理学数据库与分析平台数据库中共筛选出核心处方药物的活性成分 139 个, Swiss Target Prediction 平台共筛选到相应的化合物可以干预的靶点共 247 个。

3.2.2. 药物 - 疾病靶点收集

筛选疾病靶点, 将其与筛选出的核心中药组合药物作用靶点取交集, 得到核心中药组合药物活性成分干预慢性阻塞性肺疾病的潜在作用靶点 214 个。

3.2.3. 蛋白 - 蛋白相互作用网络构建及生物通路富集分析

将核心中药组合药物活性成分干预慢性阻塞性肺疾病的潜在作用靶点导入 STRING (<https://string-db.org/>) 数据库, 获得蛋白互作网络图(图 1), 共有 214 个节点, 3323 条边。GO 富集分析显示(图 2), 核心中药组合治疗慢性阻塞性肺疾病所调控的作用基因靶点显著富集于细胞对有机环状化合物的反应、G 蛋白偶联胺受体活性、神经递质受体活性、核受体活性等。KEGG 通路分析提示, 核心中药组合可能通过调控 IL-17 信号通路、细胞衰老等发挥治疗作用(图 3)。

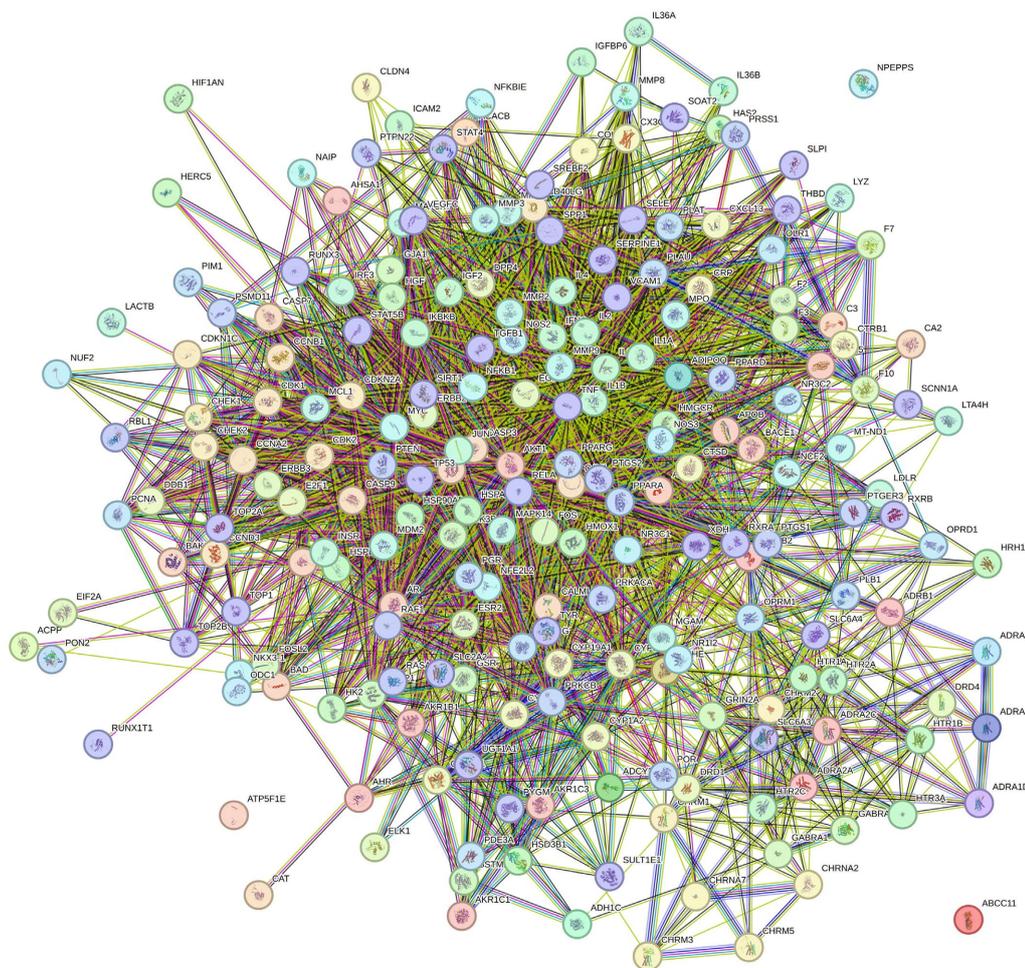


Figure 1. Protein interaction network of core traditional Chinese medicine combinations in COPD treatment

图 1. 核心中药组合治疗 COPD 蛋白互作网络

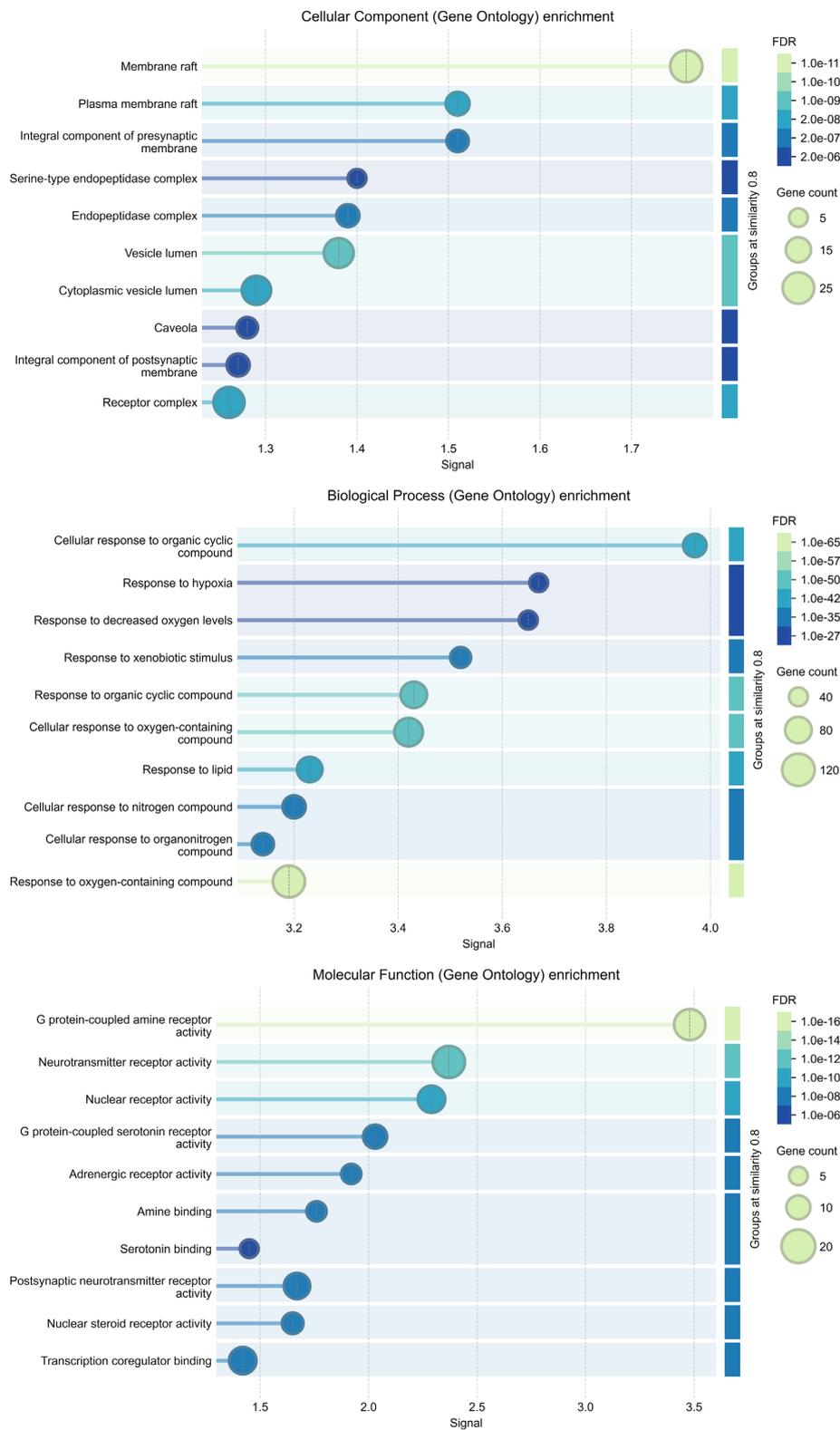


Figure 2. GO enrichment analysis of core traditional Chinese medicine combinations in the treatment of COPD

图 2. 核心中药组合治疗 COPD 的 GO 富集分析图

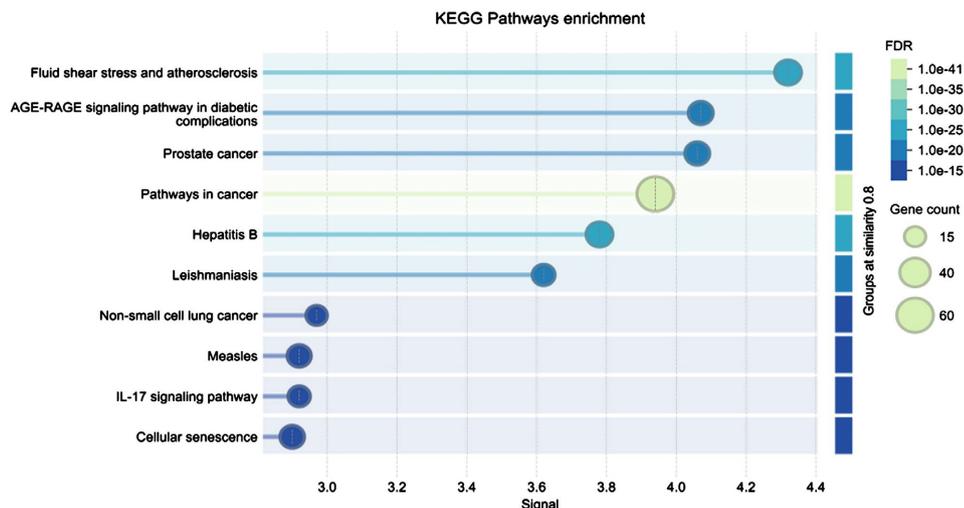


Figure 3. KEGG enrichment analysis of core traditional Chinese medicine combinations in the treatment of COPD

图 3. 核心中药组合治疗 COPD 的 KEGG 富集分析图

4. 讨论

本研究综合运用数据挖掘与网络药理学方法, 系统揭示了龙江医派治疗 COPD 的用药规律及其潜在作用机制, 为寒地 COPD 的中医药防治提供了新的理论依据与组方参考。

数据挖掘结果显示, 龙江医派治疗 COPD 以茯苓、紫苏、紫菀、清半夏、桔梗等为核心药物, 药性以“温性、苦味、归肺经”为主, 功效集中于“补虚”“化痰止咳平喘”“清热”三类。这一用药规律充分体现了该流派“外感寒燥、内生痰热、气血壅滞”的病机认识, 以及“温肺化痰、补虚固本、兼清郁热”的辨治思路。龙江地处高寒, 气候寒冷干燥, 易损伤肺卫之气, 导致寒燥外袭、痰饮内停, 故治疗中尤为重视温化寒痰、益气固表, 同时佐以清热化痰, 以达标本兼治之效。聚类分析所得核心组合“甘草、五味子、黄芪、淫羊藿、党参、紫菀”, 体现了“肺脾肾同调、气阴双补”的组方思想。方中黄芪、党参益气固表, 淫羊藿温肾纳气, 五味子敛肺止咳, 紫菀化痰降气, 甘草调和诸药, 全方共奏补肺健脾、温肾化痰之功, 与龙江医派“本虚标实”的 COPD 病机认识高度契合。该组合不仅符合中医“整体观念、辨证论治”的原则, 也反映了龙江医派在寒地呼吸系统疾病治疗中的地域适应性。值得注意的是, 与南方湿热地区 COPD 的用药规律相比, 龙江医派的“温燥、温补”特色更为突出。南方地区因气候湿热, COPD 患者常兼夹湿热之邪, 治疗上多侧重清热化湿、宣肺化痰, 常用药物如黄芩、鱼腥草、薏苡仁、滑石等清热利湿之品, 且较少使用温补类药物。而龙江医派立足于寒地气候特点, 强调“寒者温之”“虚者补之”, 在化痰的同时重用黄芪、党参、淫羊藿等温补之品, 体现了“因地因人制宜”的中医治疗原则。这种用药差异, 进一步凸显了龙江医派在寒地 COPD 治疗中“温肺化痰、补虚固本”的学术特色。

网络药理学分析提示, 核心中药组合可通过 139 个活性成分作用于 214 个潜在靶点, 调控 IL-17 信号通路、细胞衰老、缺氧反应等多个生物学过程。IL-17 通路在 COPD 的气道炎症及免疫应答中起关键作用, 其过度活化可加剧中性粒细胞浸润与组织破坏[11]-[13]。核心中药组合中黄芪可能通过抑制 IL-17 信号传导, 减轻气道炎症反应[14]。细胞衰老是 COPD 肺组织退化与修复能力下降的重要机制之一[15][16]。现代药理研究表明, 核心中药组合中所用的淫羊藿、五味子等药物, 其活性成分(如淫羊藿中的淫羊藿苷、五味子中的 Schisandrol A)具有明确的抗氧化与抗炎作用。其机制在于能够激活细胞自噬等内源性保护途径, 从而减轻氧化应激所致的组织损伤; 可有效调节机体在应激状态下的氧化应激相关指标, 共同发挥

抗衰老及器官保护效应[17]。GO 富集分析进一步表明, 核心中药组合治疗 COPD 的靶点涉及细胞对缺氧的反应、G 蛋白偶联受体活性等功能, 提示其可能通过改善组织缺氧、调节神经-内分泌-免疫网络等多途径发挥治疗作用, 体现了中药“多靶点、整体调节”的优势。

本研究首次系统梳理了龙江医派治疗 COPD 的处方规律, 并通过网络药理学初步揭示了其核心处方的潜在作用机制, 为寒地 COPD 的中医临床诊疗提供了实证依据。核心处方组合兼具“化痰、补气、温肾”之效, 适用于 COPD 稳定期与缓解期的综合调理, 尤其适合寒地体质偏虚、易感寒邪的患者群体。然而, 本研究仍存在一定局限: 首先, 数据来源以文献与医案为主, 样本量相对有限, 医案描述中疾病分期信息不完整, 本研究未对急性加重期与稳定期进行亚组分析; 其次, 网络药理学分析基于数据库预测, 所得靶点与通路(如 IL-17 信号通路)尚未通过分子对接、细胞实验等进行验证, 影响预测结果的直接证据强度; 最后, 中药复方的炮制方法、剂量配比、用药时序等临床变量未纳入分析, 可能影响结果的全面性与临床转化价值。

未来研究可在此基础上, 进一步开展分子对接模拟及细胞与动物实验, 验证核心活性成分与关键靶点的相互作用及其药效机制; 结合代谢组学、蛋白质组学等多组学技术, 系统阐释龙江医派治疗 COPD 的药效物质基础与作用网络; 同时, 深入挖掘该流派在寒地呼吸系统疾病防治中的特色经验, 推动地域性中医流派的学术传承、临床创新与国际化发展。

基金项目

2025 年度黑龙江省中医药经典普及化专项课题项目(编号: ZYW2025-053)。

参考文献

- [1] Venkatesan, P. (2024) GOLD COPD Report: 2024 Update. *The Lancet Respiratory Medicine*, **12**, 15-16. [https://doi.org/10.1016/s2213-2600\(23\)00461-7](https://doi.org/10.1016/s2213-2600(23)00461-7)
- [2] Celli, B. (2023) Screening for COPD: Challenging the United States Preventive Services Task Force Recommendation. *Chest*, **163**, 481-483. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.09.018>
- [3] Vollset, S.E., Ababneh, H.S., Abate, Y.H., Abbafati, C., Abbasgholizadeh, R., Abbasian, M., *et al.* (2024) Burden of Disease Scenarios for 204 Countries and Territories, 2022-2050: A Forecasting Analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, **403**, 2204-2256. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(24\)00685-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(24)00685-8)
- [4] Roque, A., Taborda-Barata, L., Cruz, Á.A., Viegi, G. and Maricoto, T. (2023) COPD Treatment—A Conceptual Review Based on Critical Endpoints. *Pulmonology*, **29**, 410-420. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2023.02.015>
- [5] Keogh, E. and Mark Williams, E. (2021) Managing Malnutrition in COPD: A Review. *Respiratory Medicine*, **176**, Article ID: 106248. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2020.106248>
- [6] 杨童, 刘根延, 宁加银, 等. 中药复方干预慢性阻塞性肺疾病炎症机制的研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2026, 28(1): 208-212.
- [7] 王亚娟, 郭思佳. 中医药治疗慢性阻塞性肺疾病研究进展[J]. 中国中医药现代远程教育, 2025, 23(18): 181-183.
- [8] 姜德友. 龙江医派学术与文化[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [9] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [10] 钟赣生. 中药学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2021.
- [11] Henen, C., Johnson, E.A. and Wiesel, S. (2023) Unleashing the Power of IL-17: A Promising Frontier in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) Treatment. *Cureus*, **15**, e41977. <https://doi.org/10.7759/cureus.41977>
- [12] Dai, Z., Lin, L., Xu, Y., Hu, L., Gou, S. and Xu, X. (2024) Extracellular Vesicle Dynamics in COPD: Understanding the Role of miR-422a, SPP1 and IL-17 a in Smoking-Related Pathology. *BMC Pulmonary Medicine*, **24**, Article No. 173. <https://doi.org/10.1186/s12890-024-02978-y>
- [13] Xie, D., Quan, J., Yu, X., Liang, Z., Chen, Y., Wu, L., *et al.* (2024) Molecular Mechanism of Jianpiyifei II Granules in the Treatment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Network Pharmacology Analysis, Molecular Docking, and Experimental Assessment. *Phytomedicine*, **126**, Article ID: 155273. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2023.155273>
- [14] Wang, Y., Ding, M., Chi, J., Wang, T., Zhang, Y., Li, Z., *et al.* (2023) Based on Network Pharmacology and

- Bioinformatics to Analyze the Mechanism of Action of Astragalus Membranaceus in the Treatment of Vitiligo and COVID-19. *Scientific Reports*, **13**, Article No. 3884. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29207-6>
- [15] Devulder, J.V., Baker, J.R., Fenwick, P.S., Odqvist, L., Donnelly, L.E. and Barnes, P.J. (2025) Chronic Obstructive Pulmonary Disease Airway Epithelial Cell-Derived Extracellular Vesicles Spread Cellular Senescence via MicroRNA-34a. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, **73**, 210-220. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2024-0183oc>
- [16] Chen, Z., He, Q., Yi, X., Li, T., Wei, X., Chen, Q., *et al.* (2025) Azithromycin Mitigates Tobacco Smoke-Induced Lung Senescence by Modulating the FOXO3A/CCND1 Signaling Pathway. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **20**, 3631-3645. <https://doi.org/10.2147/copd.s534997>
- [17] Darwish, S.F., Elbadry, A.M.M., Elbokhomy, A.S., Salama, G.A. and Salama, R.M. (2023) The Dual Face of Microglia (M1/M2) as a Potential Target in the Protective Effect of Nutraceuticals against Neurodegenerative Diseases. *Frontiers in Aging*, **4**, Article ID: 1231706. <https://doi.org/10.3389/fragi.2023.1231706>