

乳香相关研究的知识图谱分析：基于 CiteSpace 的文献计量学研究

王能^{1,2}, 赵祥^{1,2}, 符方智^{1,2}, 王彪^{1,2}, 何清湖^{1,3*}, 周青^{2*}

1. 湖南中医药大学, 湖南长沙 410208

2. 湖南中医药大学第一附属医院, 湖南长沙 410007

3. 湖南医药学院, 湖南怀化 418000

摘要: **目的** 运用 CiteSpace 软件对乳香 *Olibanum* 相关研究文献进行可视化分析, 旨在系统梳理近 20 年来国内外乳香研究的发展脉络, 揭示研究热点及未来研究趋势, 为乳香的基础研究与临床应用提供理论支持。**方法** 分别检索中国知网、万方数据和 Web of Science 核心合集数据库中 2005 年 1 月 1 日—2025 年 5 月 26 日发表的乳香相关中英文文献。利用 NoteExpress 软件对检索结果进行去重与筛选, 最终采用 CiteSpace 对发文数量、作者、机构、关键词共现与突现等信息进行知识图谱可视化分析。**结果** 共纳入中文文献 943 篇, 英文文献 43 篇。年发文量整体呈上升趋势, 中文文献发文量较多的作者为刘军, 英文文献中代表性作者为 Ding Yi (丁一); 作者合作网络显示国内作者合作密切但跨机构合作有限。主要研究机构包括北京中医药大学、南京中医药大学、广州中医药大学等。关键词共现与突现分析结果显示, 中文文献研究聚焦于数据挖掘、用药规律等; 英文文献研究则多集中于抗炎作用、活性成分(如乳香酸)、网络药理学及作用机制等方面。**结论** 乳香在中医药防治骨关节病、乳腺病变、糖尿病足等疾病方面的研究热度持续上升, 现代研究手段如网络药理学、分子机制解析和数据挖掘技术的广泛应用为乳香的科学研究提供了新的突破口。未来应加强多学科协作, 深入挖掘乳香活性成分与靶向机制, 以推动乳香在中药现代化与临床转化中的深入发展。

关键词: 乳香; CiteSpace; 中医药; 文献计量学; 可视化分析; 数据挖掘; 用药规律

中图分类号: R285 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2025)18-6696-14

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2025.18.019

Knowledge mapping analysis of research on *Olibanum*: A bibliometric study based on CiteSpace

WANG Neng^{1,2}, ZHAO Xiang^{1,2}, FU Fangzhi^{1,2}, WANG Biao^{1,2}, HE Qinghu^{1,3*}, ZHOU Qing²

1. Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China

2. The First Affiliated Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410007, China

3. Hunan University of Medicine, Huaihua 418000, China

Abstract: Objective This study aims to employ CiteSpace software to perform a visualized bibliometric analysis of research literature related to Ruxiang (*Olibanum*), in order to systematically trace the development trends of domestic and international studies over the past two decades. It further seeks to identify current research hotspots and future directions, thereby providing theoretical support for both the basic and clinical application of Boswellia. **Methods** Relevant Chinese and English literature published between January 1, 2005 to May 26, 2025 was retrieved from China national knowledge infrastructure (CNKI), Wanfang Data, and Web of Science. After deduplication and screening using NoteExpress software, CiteSpace was employed to visually analyze the data in terms of annual publication volume, authors, institutions, keyword co-occurrence, and keyword bursts. **Results** A total of 943 Chinese articles and 43 English articles were included. The annual number of publications shows an overall upward trend. Among the Chinese literature, Liu

收稿日期: 2025-06-09

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(82374460); 湖南省自然科学基金面上项目(2023JJ30478); 国家中医优势专科-外科[国中医药医政函(2024)90号]; 湖南省一类中医重点专科中医男科[湘中医药函(2023)4号]; 湖南省教育厅科学研究项目(22A0282); 湖南中医药大学研究生创新课题(2024CX015)

作者简介: 王能, 男, 博士研究生, 研究方向为中医防治男科疾病。E-mail: 1512347173@qq.com

***通信作者:** 周青, 女, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事中医药防治男科疾病的研究。E-mail: supergoon@163.com

何清湖, 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事中医药防治男科疾病的研究。E-mail: Hqh19651111@163.com

Jun was identified as the most prolific author, while Ding Yi emerged as a representative author in the English literature. Author collaboration networks indicate close domestic cooperation but limited inter-institutional collaboration. The main research institutions include Beijing University of Chinese Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, and Guangzhou University of Chinese Medicine. Keyword co-occurrence and burst analyses revealed that Chinese studies primarily focused on data mining and medication patterns, whereas English studies emphasized anti-inflammatory effects, active constituents such as boswellic acids, network pharmacology, and mechanisms of action. **Conclusion** Research on *Olibanum* has shown sustained growth, particularly in the prevention and treatment of diseases such as osteoarthropathy, breast disorders, and diabetic foot using traditional Chinese medicine (TCM). The integration of modern techniques, such as network pharmacology, molecular mechanism analysis, and data mining has opened up new avenues for scientific inquiry. Future research should promote interdisciplinary collaboration and further exploration of active components and target mechanisms to advance the modernization and clinical translation of *Boswellia* in TCM.

Key words: *Olibanum*; CiteSpace; traditional Chinese medicine; bibliometrics; visual analysis; data mining; medication patterns

乳香为我国传统常用进口中药，其药用历史可追溯至南北朝时期，最早以别名“薰陆香”载于陶弘景《名医别录》，并被列为木部上品^[1]。乳香为橄榄科植物乳香树 *Boswellia carterii* Birdw. 及同属植物 *B. bhawdajian* Birdw. 树皮渗出的树脂，主产于阿拉伯半岛南部的阿曼、也门及非洲之角的索马里、埃塞俄比亚等地^[2]。《中国药典》2020 年版记载其性温，味辛、苦，归心、肝、脾经，具有活血定痛、消肿生肌之功效^[3]，李时珍在《本草纲目》中记载：“乳香香窜，能入心经，活血定痛，故为治疗痈疽疮疡、心腹痛要药”^[4]，揭示了其在中医外科和痛经治疗中的重要地位。现代药理学研究进一步证实，乳香具有显著的抗炎、抗菌、抗肿瘤、免疫调节、抗氧化及促进伤口愈合等多种药理作用^[5-6]，这些发现为其传统功效提供了科学依据。目前，乳香已广泛应用于跌打损伤、风湿痹痛、疮疡不敛等外科疾患，以及痛经、闭经等妇科血瘀证的治疗，展现出显著的临床价值和广阔的研发前景。

近年来，随着文献计量学与可视化分析技术的不断发展，研究人员得以借助可视化图谱更为系统地揭示特定研究领域的发展轨迹与知识结构演变。CiteSpace 作为应用广泛的文献计量学工具，能够通过共现分析、突现检测与聚类算法等方法，对研究主题的演进趋势与核心热点进行精准识别^[7-8]。该软件已被广泛应用于中医药领域，尤其在单味中药与复方研究的可视化分析中展现出良好的适用性与实用价值^[9-11]。尽管乳香相关研究在药理机制、临床应用等方面已取得诸多成果，然而，目前尚缺乏从文献计量学视角出发，对乳香研究现状及发展趋势进行系统性梳理与图谱化分析的研究。据此，本研究基于文献计量学方法，运用 CiteSpace 6.2.R4 (64-bit) Advanced 软件对乳香相关中英文文献进行可视

化分析，数据来源于中国知网（China national knowledge infrastructure, CNKI）、万方数据和 Web of Science (WOS) 核心数据库，时间跨度为 2005 年 1 月 1 日—2025 年 5 月 26 日，从发文量、作者、机构及关键词等维度展开探讨，旨在构建乳香研究的知识图谱，识别该领域的研究重点与发展趋势，为后续深入研究和资源开发提供理论参考与数据支撑。

1 数据来源与方法

1.1 数据检索与筛选

中文文献来源于 CNKI 和万方数据库，检索式设定为主题=乳香 AND (“中药”+“中医药”)，文献类型限定为学术期刊，时间跨度为 2005 年 1 月 1 日—2025 年 5 月 26 日，初步检索共获得相关文献 CNKI 335 篇、万方 935 篇。英文文献则来源于 WOS 核心数据库，检索式为 TS = (“*Boswellia*” OR “*frankincense*” OR “*Olibanum*”) AND TS = (“*traditional Chinese medicine*” OR “*TCM*” OR “*Chinese herb*”)，时间范围同样限定为 2005 年 1 月 1 日—2025 年 5 月 26 日，共检索到 43 篇英文文献。

1.2 数据处理

将 CNKI、万方数据和 WOS 核心数据库检索到的乳香相关文献导入 NoteExpress 软件进行筛选。纳入标准为符合检索策略的研究文献，排除标准包括：①重复发表文献；②会议通知、新闻报道、科普类、勘误等非研究性文献；③关键信息（如发表时间、作者、机构、关键词）缺失的文献；④与中医药研究无关或数据不完整的文献。经筛选后，最终纳入中文文献 943 篇，英文文献 43 篇。完成文献去重和清洗后，以“Refworks”格式导出并导入 CiteSpace 6.2.R4 软件进行分析。参数设置：时间跨度为 2005 年 1 月—2025 年 5 月，时间切片 (time

slicing) 为 1 年; 节点类型 (node types) 选择作者 (author)、机构 (institution) 和关键词 (keyword); g-index 设为 25, Top N=50。通过可视化分析生成作者与机构合作网络, 关键词共现网络、聚类图谱、时间线图及突现词检测图, 以系统揭示乳香研究的热点与演进趋势。

2 结果与分析

2.1 发文量分析

乳香的中英文文献发文量和趋势见图 1。由图可知, 2005—2015 年, 乳香的中文文献发文量总体呈现上升趋势, 2013 年达到峰值 62 篇, 显示在该阶段乳香研究热度较高。2016—2021 年, 乳香的中文文献年发文量在每年 45~56 篇波动, 虽较峰值略有回落, 但整体研究热度仍保持相对稳定。2022 年再次出现小幅上升, 达到 60 篇, 2023—2024 年略有下降, 2025 年目前仅 12 篇, 可能与年度尚未结束有关。

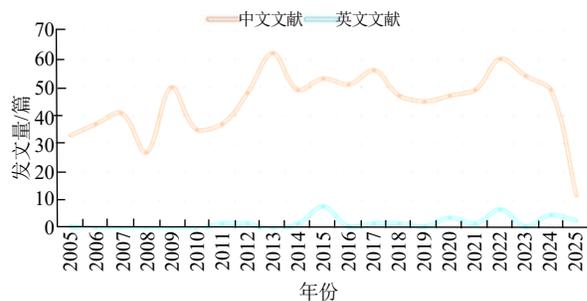


图 1 中英文文献年发文量趋势

Fig. 1 Annual publication trends of Chinese and English literature

英文文献方面, 2011 年开始出现乳香相关研究发表, 此后逐步增加, 2015 年出现显著增长 (8 篇), 2020 年以后整体保持小幅增长态势, 2022 和 2024 年分别达到 7 篇和 5 篇, 显示出国际对乳香研究的关注度正在上升。

对比中英文年发文量可以看出, 中文文献起步更早, 且整体数量远高于英文文献, 说明乳香研究在国内具有较长的发展历程和较高的关注度。英文文献起步晚, 但近年来逐渐增多, 反映出乳香在国际学术界的研究热度正在缓慢提升, 仍有较大的拓展空间。

2.2 作者合作网络分析

中英文文献中发文量排名前 10 的作者见表 1。依据普莱斯定律可界定该领域的核心作者群体^[12]。在纳入的 943 篇中文文献中, 共识别出作者

表 1 中英文文献发文量前 10 的作者

Table 1 Top 10 authors in terms of publication number in Chinese and English literature

排名	中文文献作者	发文量/篇	英文文献作者	发文量/篇
1	刘军	7	Chen Haoping	2
2	潘建科	6	Ding Yi	2
3	宿树兰	4	Liu Zhenli	2
4	范竞	3	Ning Zhangchi	2
5	周红海	3	Shi Feng	2
6	刘莉	3	Wang Chun	2
7	华刚	3	Zhou Qing	2
8	毕娜	3	Ai Yu	1
9	刘可春	3	Akramas Laimis	1
10	王培民	3	Alharrasi Ahmed	1

616 人, 发文量最高者为刘军 (共 7 篇), 据此推算, 中文领域中发文数量超过 2 篇的作者共计 105 人, 构成该研究领域的核心作者队列。由图 2-A 所示, 乳香相关研究在中文文献中已形成多个研究团队, 以刘军、宿树兰、范竞、周红海等为代表的团队内部协作较为紧密, 但不同团队间的协同仍相对有限。英文文献方面, 在 43 篇研究中共涉及作者 327 位, 发文量最多者为 2 篇, 尚未形成稳定的核心作者群体。英文文献作者合作网络如图 2-B 所示, 代表性作者包括 Liu Zhenli (刘振丽) 与 Ning Zhangchi (宁张弛) (中国中医科学院)、Chen Haoping (陈灏平, 台湾慈济大学)、Ding Yi (丁一, 第四军医大学西京医院) 及 Zhou Qing (周青, 湖南中医药大学第一附属医院) 等。整体来看, 无论中文或英文文献, 乳香研究的主要贡献者仍以中国的中医药科研人员为主, 反映出该领域的研究力量主要集中于中国中医药学术体系内。

2.3 发文机构分析

根据 CiteSpace 的机构合作网络分析结果 (图 3), 乳香研究的中英文文献发表机构存在明显差异。中文文献涉及的研究机构共计 428 家, 而英文文献仅涵盖 93 家机构。表 2 的数据显示, 中文文献的核心研究机构主要为国内中医药高等院校, 其中北京中医药大学以 27 篇的发文量位居榜首, 其次为广州中医药大学 (22 篇) 和南京中医药大学 (20 篇)。英文文献的发文机构同样以中国高校为主, 但整体发文量较低, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine (上海中医药大学)、Hunan University of Chinese Medicine (湖南中医药大学) 和 Hunan University of Chinese Medicine (北京中医药大学) 并列首位, 各发表 4 篇相关研究论文。分

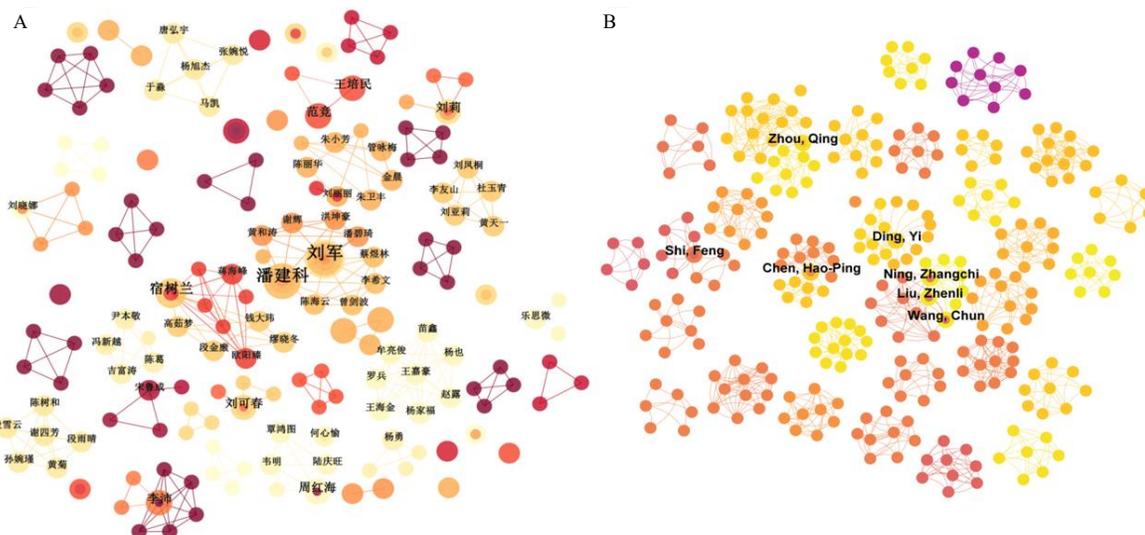


图2 中文 (A) 和英文 (B) 文献作者共现图谱

Fig. 2 Co-occurrence maps of authors in Chinese (A) and English (B) literature

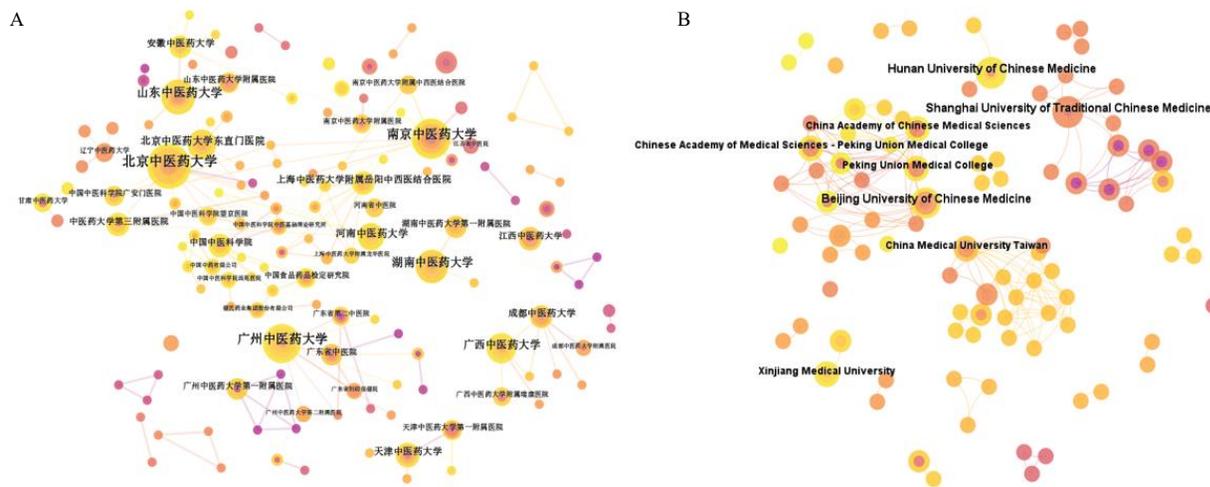


图3 中文 (A) 和英文 (B) 文献发文机构合作网络

Fig. 3 Cooperative networks of publishing institutions in Chinese (A) and English (B) literatures

表2 中英文文献发文量前10的机构

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

排名	中文文献发文机构	发文量/篇	英文文献发文机构	发文量/篇
1	北京中医药大学	27	Shanghai University of Traditional Chinese Medicine	4
2	广州中医药大学	22	Hunan University of Chinese Medicine	4
3	南京中医药大学	20	Beijing University of Chinese Medicine	4
4	山东中医药大学	16	Xinjiang Medical University	3
5	湖南中医药大学	14	Peking Union Medical College	3
6	广西中医药大学	13	Chinese Academy of Medical Sciences-Peking Union Medical College	3
7	北京中医药大学东直门医院	11	China Medical University Taiwan	3
8	河南中医药大学	10	China Academy of Chinese Medical Sciences	3
9	天津中医药大学	9	University of Maryland Baltimore	2
10	成都中医药大学	8	University System of Maryland	2

析结果表明, 乳香的研究主体仍集中于国内中医药高等院校及其附属医院。机构合作网络的低密度特征反映出各研究机构之间的协同研究较为有限。此

外, 国际范围内对乳香研究的机构较少, 且发文量偏低, 表明该领域的国际关注度不高。因此, 未来应加强国内外学术合作, 推动乳香研究的国际化发展,

以拓展其在全球科研与应用领域的潜力。

2.4 关键词分析

2.4.1 关键词共现分析 关键词作为文献核心内容的语义标签，能够精准表征研究主题的内涵特征。CiteSpace 构建的关键词共现网络中，节点越大表示关键词出现频次越高，表明研究的关注度高；节点的中心性越高，表示该关键词在知识网络中的枢纽作用越显著，反映其在研究领域中的重要性^[13]。运用 CiteSpace 进行关键词分析，中英文文献频次排名前 10 的关键词见表 3。中文文献关键词共现网络（图 4-A）中共有 455 个节点和 956 条连线，主要包含了数据挖掘、用药规律、关联规则、

临床观察等多个方面，表明中文文献主要聚焦于乳香的临床应用与中医药用规律的挖掘，尤其强调对其外治法（如中药外敷、中药熏洗）的系统整理与实践探索，体现出“临床经验系统化”与“传统知识现代转化”的研究趋势。英文文献关键词共现网络获得 250 个节点和 902 条连线（图 4-B），主要包括体外、激活、网络药理学、乳腺癌、类风湿性关节炎等多个方面，相比与中文文献的关键词结果，英文文献更多聚焦于乳香活性成分的体外实验、信号通路激活机制、网络药理学解析及其在肿瘤（尤其是乳腺癌）等疾病中的作用，体现出“机制研究”和“靶点发现”的导向。

表 3 中英文文献高频关键词 (top10)

Table 3 High frequency keywords in Chinese and English literature (top10)

排序	中文文献			英文文献		
	关键词	中心性	频数	关键词	中心性	频数
1	数据挖掘	0.16	111	traditional Chinese medicine	0.11	10
2	用药规律	0.27	95	boswellia serrata	0.75	9
3	乳香	0.38	76	<i>in vitro</i>	0.08	5
4	中药	0.39	61	activation	0.26	5
5	关联规则	0.12	36	network pharmacology	0.23	5
6	临床观察	0.06	29	breast cancer	0.18	4
7	中药外敷	0.13	24	frankincense	0.10	4
8	没药	0.13	22	essential oil	0.09	3
9	中药熏洗	0.06	20	herbal medicine	0.05	3
10	外治法	0.03	20	rheumatoid arthritis	0.11	3

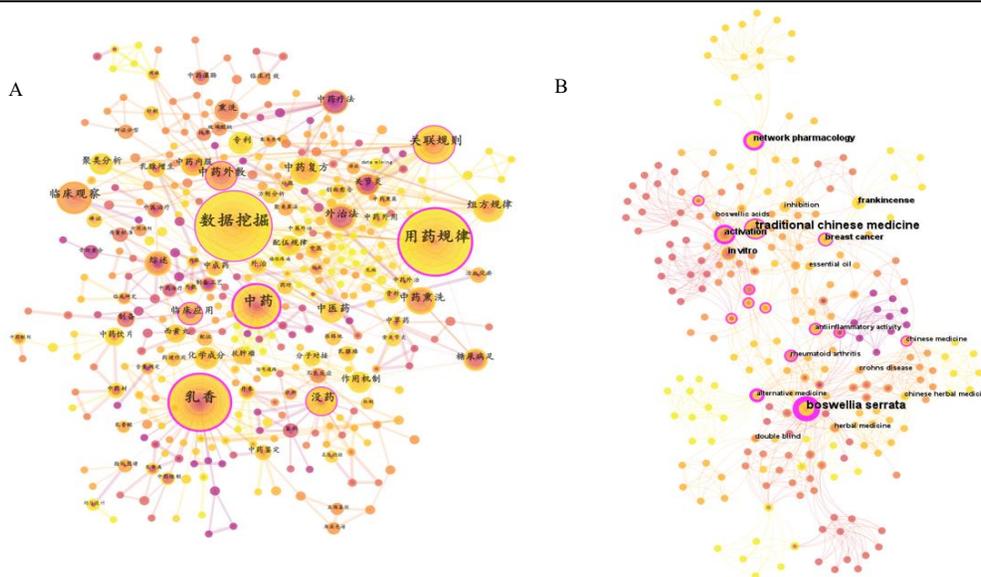


图 4 中文 (A) 和英文 (B) 文献关键词共现网络

Fig. 4 Co-occurrence networks of keywords in Chinese (A) and English (B) literature

2.4.2 关键词聚类分析 基于 CiteSpace 的关键词聚类分析结果显示，中文文献的关键词网络共包含 455 个节点和 719 条连接关系，经对数似然比算法处理后形成 12 个聚类（图 5-A）。其中，聚类编号

越小，表明该类别所涵盖的文献数量越多，研究热度越高。网络结构评价指标显示，该聚类图谱的模块化指数 (Q) 为 0.7198 ($Q > 0.3$)，平均轮廓 (S) 值达 0.896 ($S > 0.7$)，表明聚类结构具有较高的显

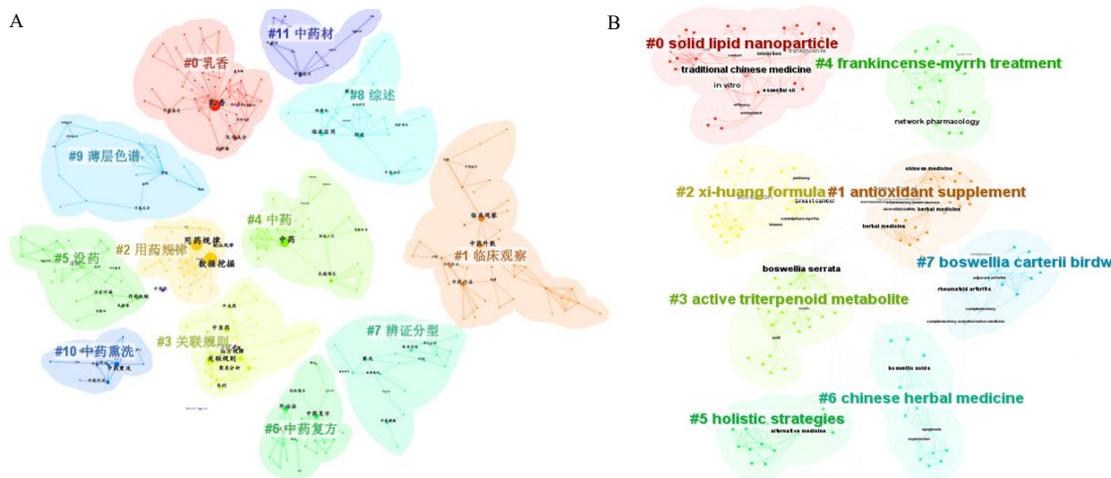


图5 中文 (A) 和英文 (B) 文献关键词聚类图

Fig. 5 Clustering maps of keywords in Chinese (A) and English (B) literature

著性和合理性，能够有效反映研究领域的知识分布特征^[14]。英文文献得到含有 250 节点、902 条连线的聚类图谱（图 5-B）， Q 值为 0.739 4 ($Q > 0.3$)，表明聚类的网络结构是显著的； S 值为 0.919 2 ($S > 0.7$)，说明该结果可信。

中文文献聚类分析如表 4 所示，聚类#0 乳香、#5 没药、#9 薄层色谱研究主要集中于乳香的药理与基础研究，围绕乳香的成分、药效机制及与没药等药物的协同作用；#1 临床观察、#6 中药复方、#7 辨证分型、#10 中药熏洗主要是乳香的临床与复方应用研究，体现其在乳腺疾病、痹证等方面的外用、内服、复方配伍等临床实践；#2 用药规律、#3 关联规则、#8 综述是乳香的数据挖掘与规律总结，结合现代信息学技术总结古今医案和用药模式；#4 中药、#11 中药材是数据挖掘与用药规律探索，涉及中药材的质量控制。此外，部分研究聚焦于乳香配

伍（#5 没药）、质量控制（#9 薄层色谱）、外用治疗（#10 中药熏洗）及研究综述（#8 综述），体现出“基础研究-临床实践-信息挖掘”相结合的研究格局。

英文文献聚类分析结果见表 5，英文文献研究则更侧重于药效机制与制剂创新。聚类#0 solid lipid nanoparticle（固体脂质纳米粒）、#5 holistic strategies（整体策略）涉及乳香及其配伍药物（如没药）的纳米载药系统与整体医学策略；#1 antioxidant supplement（抗氧化补充剂）、#6 Chinese herbal medicine（中草药）关注乳香抗氧化及抗炎作用；#2 Xihang formula（西黄方剂）强调“西黄丸”在乳腺癌治疗中的研究热点；#3 active triterpenoid metabolite（活性三萜代谢物）、#4 frankincense-myrrh treatment（乳香-没药配伍疗法）聚焦乳香活性成分三萜类活性成分与神经炎症机制；#7 *Boswellia carterii* Brdw.（乳香）则探讨乳香树脂在类风湿模型

表 4 中文文献关键词聚类分析

Table 4 Cluster analysis of keywords in Chinese literature

聚类名称	节点数	轮廓值	主要关键词
#0 乳香	48	0.958	乳香、数据挖掘、炮制工艺、药理作用、中药炮制
#1 临床观察	41	0.876	临床观察、中药疗法、中药外敷、口服、按摩
#2 用药规律	34	0.904	用药规律、数据挖掘、乳痈、古今医案云平台、月经不调
#3 关联规则	33	0.870	关联规则、组方规律、聚类分析、聚类算法、聚类
#4 中药	33	0.961	中药、乳腺增生、制备工艺、中毒、异位妊娠
#5 没药	29	0.927	没药、作用机制、乳腺癌、分子对接、五灵脂
#6 中药复方	22	0.897	中药复方、痹症、随机平行对照研究、关节炎、独活寄生汤
#7 辨证分型	22	0.867	辨证分型、随机平行对照研究、针刺、推拿、玻璃酸钠
#8 综述	20	0.910	综述、临床应用、西黄丸、临床研究、实验研究
#9 薄层色谱	19	0.933	薄层色谱、显微鉴别、延胡索、三七、龙血竭
#10 中药熏洗	14	0.929	中药熏洗、中药外用、过敏反应、临床、制乳香
#11 中药材	11	0.991	中药材、中药饮片、经济本性、双向、中国药典

表 5 英文文献关键词聚类分析

Table 5 Cluster analysis of keywords in English literature

聚类名称	节点数	轮廓值	主要关键词
#0 solid lipid nanoparticle	39	0.799	solid lipid nanoparticle; myrrh oil; boswellic acid; <i>Boswellia serrata</i> ; oral administration
#1 antioxidant supplement	33	0.877	antioxidant supplement; gastrointestinal diseases; critical appraisal; supplement; botanical drug
#2 Xihuang formula	31	0.913	Xihuang formula; antiestrogenic activity; estrogen receptor; breast cancer; Suhexiang Wan
#3 active triterpenoid metabolite	30	0.984	active triterpenoid metabolite; coupling strategy; comprehensive identification; inflammatory bowel disease; health services research studies
#4 frankincense-myrrh treatment	19	1.000	frankincense-myrrh treatment; pathway; neuropathic pain; neuroglia activation; inhibition
#5 holistic strategies	18	0.947	holistic strategies; integral wellbeing; alternative medicine; essential oil; solid lipid nanoparticle
#6 Chinese herbal medicine	17	0.874	Chinese herbal medicine; healing properties; vivo wound; vitro; arachidonic acid pathway
#7 <i>Boswellia carterii</i> Birdw.	15	0.938	<i>Boswellia carterii</i> Birdw.; gum resin; adjuvant-induced arthritis; Lewis rat; acetone

中的应用。总体体现出“活性成分-作用机制-新型制剂”驱动下的现代药理研究趋势。

2.4.3 关键词聚类时间线图 关键词聚类时间线图可揭示研究主题随时间的演化趋势，帮助识别学术热点的持续性与阶段性转变^[15]。图 6、7 分别展示了英文与中文文献的关键词聚类时间分布特征。中文文献的关键词聚类覆盖时间跨度广，自 2005 年起持续至 2025 年，聚类节点丰富、分布密集。其中，#0 乳香、#1 临床观察、#2 用药规律、#4 中药表现出较长的时间延续性与较强的持续研究热度，显示出乳香在药理研究与中药炮制工艺、临床应用、组方规律及药物疾病应用等方面的研究具有显

著的传承性和实践价值。相比之下，英文文献聚类关键词主要集中于 2018—2023 年，整体分布相对集中但研究方向更具前沿性。其中，#0 solid lipid nanoparticle、#1 antioxidant supplement、#3 active triterpenoid metabolite、与#5 holistic strategies 表现出较长的研究周期与较高的关键词密度，反映出国际研究聚焦于乳香及其配伍药物的活性成分及现代制剂、药理机制、靶点通路的深入挖掘以及系统整合干预。中文研究注重临床经验与中医理论的系统传承，而英文研究则突出机制研究与现代转化应用，二者在时间维度上呈现互补趋势，共同推动乳香研究的深入发展。

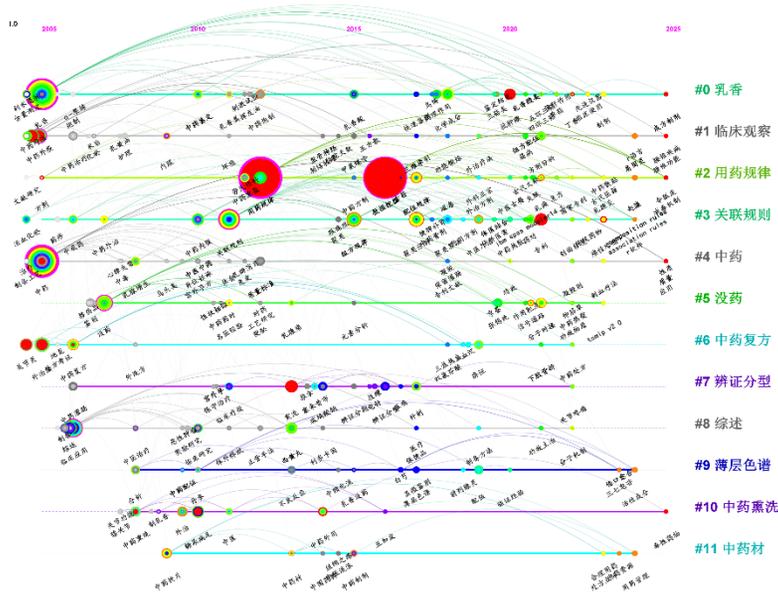


图 6 中文文献关键词聚类时间线图

Fig. 6 Clustering timeline map of keywords in Chinese literature

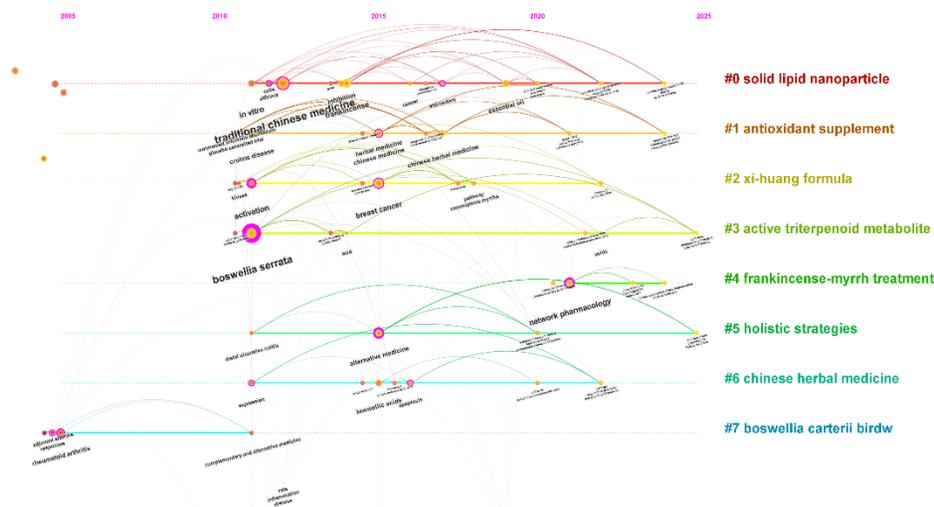


图7 英文文献关键词聚类时间线图

Fig. 7 Clustering timeline map of keywords in English literature

2.4.4 关键词突现分析 关键词突现分析能够直观呈现关键词在特定时间段内的突现强度与持续时间，从而揭示乳香研究的热点演变趋势^[16]。根据 CiteSpace 生成中文文献突现词图谱(图 8)，共筛选出 16 个高强度突现关键词，可大致划分为 3 个阶段：第 1 阶段(2005—2011 年)为乳香研究的临床应用拓展期，突现词主要包括“中药疗法”“关节炎”“临床应用”“外治法”“中药”等，表明该时期乳香多用于中医药临床治疗实践，尤其是在骨关节疾病及外治手段方面的研究较为活跃；第 2 阶段(2012—2019 年)为治疗模式多样化与疗效观察期，代表性突现词如“中药外敷”“临床观察”“熏洗”“中药熏洗”“中药复方”等，显示出乳香在多种中药治疗组合和局部疗法中的应用逐渐丰富，临床疗效观察成为研究重点；第 3 阶段(2020—2025 年)为机制探索与现代化挖掘期，此阶段突现出“数据挖掘”“用药规律”“作用机制”“抗肿瘤”“专利”等高强度关键词，表明近年来研究逐步从传统经验向现代数据挖掘和机制解析转向，尤其聚焦于乳香的抗肿瘤潜力及现代中药研发路径，是当前及未来的研究热点。综上，乳香研究正逐步从传统经验向数据驱动、机制探索与知识产权保护并重的方向发展，为中医药现代化提供了新的思路与支撑。

英文文献关键词突现图谱如图 9 所示，基于 2011—2025 年的数据，共筛选出 8 个具有代表性的突现关键词。其中，“network pharmacology(网络药理学)”的突现强度最高(2.21)，起始于 2021 年并延续至今，显示近年来乳香研究日益重视多成分、



图8 中文文献关键词突现

Fig. 8 Burst of keywords in Chinese literature



图9 英文文献关键词突现

Fig. 9 Burst of keywords in English literature

多靶点机制的系统生物学探索；“antiinflammatory activity(抗炎活性)”在 2019—2020 年突现，体现出乳香在抗炎领域的研究热度显著上升；“essential oil(精油)”与“Boswellia serrata(乳香)”分别在 2019—2022 年出现突现，显示出研究者对乳香来源植物及其挥发性成分的关注增强。此外，“in vitro(体外)、boswellic acids(乳香酸)和 Commiphora myrrha

(没药)”等突现词的出现,表明乳香研究依旧离不开对其有效成分、生物来源及体外药理实验的基础支撑;而“traditional Chinese medicine (中医药)”在 2020—2022 年的突现也反映出中医药理论与现代研究结合的趋势日益明显。综上,从英文文献的关键词突现分析可以看出,乳香的国际研究焦点正逐步从单一成分的化学分析拓展至多组分协同机制的系统药理学层面,尤其是在抗炎作用、网络药理以及中药整合研究等方向显示出强劲的增长势头,这为乳香相关药物的开发与国际化应用提供了新的视角和理论基础。

3 讨论

3.1 研究概况

通过收集 2005—2025 年中国知网、万方数据和 Web of Science 核心数据库中与乳香相关的文献数据,并借助 NoteExpress 与 CiteSpace 进行数据整理与知识图谱分析,本研究梳理了乳香研究领域的研究现状与演化趋势。共纳入中文文献 943 篇,英文文献 43 篇,分析内容涵盖发文量趋势、作者与机构合作网络及关键词共现、聚类、突现、时间线演化等方面。

结果显示,乳香的中文研究起步较早,发文量稳步上升,在临床观察、外治手段及用药规律等领域积累丰富经验,研究主体集中于各中医药高校与附属医院,形成若干较为活跃的研究团队,如刘军、潘建科为核心的团队主要专注于运用数据挖掘技术(如关联规则和熵聚类分析)分析骨科术后及关节损伤中药外治方剂的组方规律^[17-23]。宿树兰为核心的团队专注于乳香-没药药对的配伍机制、活性成分提取和质量控制^[24-27]。范竞团队偏向于数据挖掘技术(关联规则分析等)研究骨关节疾病(膝骨性关节炎、筋断裂等)及肿痛症状的中药外敷方剂组方规律^[28-30]。周红海团队偏向于运用数据挖掘技术(频次分析、聚类分析和关联规则分析)研究骨伤科疾病(藏医骨伤、桡骨远端骨折、肩周炎等)的中医药治疗规律^[31-33]。英文文献虽起步较晚,整体数量偏少,但近年来增幅明显,研究方向更倾向于药效活性成分、分子机制解析与现代载药系统等,体现出国际研究对乳香潜在药理价值的逐步深入探索。如 Ding Yi (丁一)团队主要运用网络药理学和分子对接技术研究乳香-没药药对在神经病理性疼痛和药物性肝损伤中的治疗机制^[34-35]。Liu Zhenli (刘振丽)与 Ning Zhangchi (宁张弛)团队专注于

乳香活性成分鉴定及肠道菌群调控机制,阐明其药效作用基础^[36-37]。Zhou Qing (周青)团队聚焦研究乳香-没药抗肝癌机制,揭示其通过 EGFR 通路抑制肿瘤血管生成,并系统评估乳香品种的药效物质基础^[38-39]。

关键词聚类与时间线分析显示,中文研究注重临床应用与传统经验总结,尤其是外治法^[40-42]、辨证分型^[43-44]及复方组合^[45-46]的持续研究热度较高;而英文研究聚焦于乳香酸^[47]、三萜类活性物质^[39]、网络药理学^[35]及抗炎机制^[48]等现代药学前沿方向,研究热点集中且聚焦性强,呈现出“从基础走向机制”的发展脉络。

此外,关键词突现分析表明,近年来乳香研究逐渐由经验总结向现代科学方法转型,数据挖掘、网络药理、抗肿瘤机制等成为研究新高点,突显出中药现代化背景下乳香研究内容的多维扩展。总体而言,中英文文献各有侧重,中文重临床、英文重机制,二者在研究维度上形成互补,为推动乳香从传统中药走向国际药物开发提供了重要参考。

3.2 乳香在中医药领域的研究热点

3.2.1 数据挖掘 近年来,随着中医药大数据的发展与人工智能技术的引入,数据挖掘技术在名老中医经验传承方面研究中的应用逐步深入,成为推动其传统知识现代转化的重要工具^[49]。数据挖掘是指通过对海量、复杂的中医文献、医案、处方等非结构化数据进行整理与建模,挖掘其中潜藏的药物使用模式、组方规律及证治联系,进而揭示乳香在中医临床实践中的应用特点与潜力。已有研究采用频次统计、关联规则、聚类分析等方法,从《中国药典》和《中医方剂大辞典》以及历代名医验案中系统提取含乳香方剂,分析其常见配伍药物、适应证及治法特征^[50-53]。刘军团队^[17]通过应用数据挖掘技术,深入分析了骨折术后中药熏洗方的用药规律。研究结果显示,在众多药材中乳香的使用频率位居第 5,表明乳香在促进骨折术后康复中具有重要作用,是关键化瘀止痛药材之一。陈海东等^[28]则通过知网检索中药外敷治疗膝骨性关节炎的文章,发现乳香为 128 个外敷方中高频药物之一,使用频次达 36 次,位居第 5,乳香-没药药对使用频次 28 次,位居第 2。周红海团队^[33]运用数据挖掘中药内外治法治疗肩周炎的临床研究文献,发现乳香为肩周炎高频外治中药,使用频率位居第 7。数据挖掘技术不仅提升了乳香相关文献研究的效率与系统性,也

为乳香传统用药经验的量化表达与临床价值再发现提供了有力工具。建议今后在构建乳香数据库的基础上,引入多源异构数据融合与机器学习模型,实现乳香药理机制、临床适应证与组方规律的深度整合,推动其从经验医学走向循证医学。

3.2.2 乳香的药理作用以及临床应用 乳香作为中医传统活血化瘀药,现代研究发现其主要包括萜类、烷烃类、挥发油、多糖等多种化学成分,具备广泛的药理活性,在抗炎镇痛、抗肿瘤、抗氧化、抗菌、免疫调节及促进组织修复等方面表现突出,为其临床多靶点治疗奠定了科学基础^[54]。

(1) 抗炎与镇痛作用:乳香最为人熟知的药理活性为抗炎作用^[55],主要活性成分为乳香酸类(boswellic acids),如11-keto- β -boswellic acid(KBA)与acetyl-11-keto- β -boswellic acid(AKBA)。该类成分可通过抑制5-脂氧合酶(5-lipoxygenase, 5-LOX)、环氧化酶(cyclooxygenase, COX)等酶的活性,阻断前列腺素和白三烯的合成,从而发挥抗炎镇痛效应。王芳教授团队^[56]探究乳香治疗急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)的作用机制,发现乳香活性成分 α -乳香酸可显著抑制由缺血/再灌注(ischemia/reperfusion, I/R)诱导的人肾小管上皮细胞HK-2产生的炎性因子,同时能够下调AKI进程中的关键靶点丝裂原活化蛋白激酶3(mitogen-activated protein kinase 3, MARK3)和过氧化物酶体增殖物激活受体 γ (peroxisome proliferator-activated receptor gamma, PPAR γ)基因表达。刘贝等^[57]研究证实十味乳香散可缓解痛性关节炎模型大鼠的关节肿胀,降低肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)与白细胞介素-1 β (interleukin-1 β , IL-1 β)水平,抑制滑膜炎。刘莉团队^[58]基于气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)结合网络药理学与分子对接技术,发现乳香挥发油中的活性成分可能通过作用于MAPK1、大麻素受体1(cannabinoid receptor 1, CNR1)、趋化因子配体8(C-X-C motif chemokine ligand 8, CXCL8)等靶点,进而调节神经活动配体-受体相互作用通路、氮代谢通路及癌症通路等相关信号通路,最终发挥镇痛效应。英文文献关键词共现分析中,“antiinflammatory activity”“activation”等频现,表明国际研究普遍聚焦于其在关节炎、溃疡性结肠炎等慢性炎症性疾病中的潜在应用价值。Zhang等^[59]发现乳香、没药等中药在TPA诱导的

耳肿胀实验中,大多数挥发油表现出显著的抗炎活性,其机制可能通过显著下调体内COX-2、TNF- α 、IL-6和核因子- κ B(nuclear factor- κ B, NF- κ B)等炎症因子的表达水平实现。邱雨美等^[60]发现乳香挥发油(frankincense essential oil, FEO)可通过靶向核苷酸结合寡聚化结构域样受体蛋白3(NOD-like receptor protein 3, NLRP3)炎症小体通路,改善异丙肾上腺素(isoproterenol, ISO)诱导的心肌肥大模型大鼠心脏病理变化。

(2) 抗肿瘤作用:近年来,乳香的抗肿瘤活性受到广泛关注,尤其在乳腺癌、结肠癌、前列腺癌等多种实体瘤中展现出一定抑瘤作用。其机制主要包括诱导肿瘤细胞凋亡、抑制细胞增殖、调控NF- κ B、信号转导及转录激活因子3(signal transducer and activator of transcription 3, STAT3)、磷脂酰肌醇3-激酶(phosphoinositide 3-kinase, PI3K)/蛋白激酶B(protein kinase B, AKT)等关键信号通路,以及抑制肿瘤相关新生血管形成。英文聚类结果如#2 Xihuang formula、#3 active triterpenoid metabolite均涉及乳香在抗肿瘤方向的深入研究,尤其与西黄丸联用显示出协同抑瘤效果,成为中医药抗癌领域的重要研究方向。有研究表明,在卵巢癌中乳香活性单体AKBA可通过调控凋亡相关蛋白的表达发挥抗肿瘤活性,并增加A2780/T及人卵巢癌细胞SKOV3对化疗药物的敏感性而抑制肿瘤生长^[61]。刘茂宇等^[62]合成8种AKBA衍生物,其中多种对骨髓细胞白血病细胞HL-60、人结肠癌细胞HCT116和非小细胞肺癌细胞A549具有良好抑瘤活性。Mohamed等^[63]研究发现,FEO其壳聚糖纳米制剂可通过多靶点、多通路的协同作用(包括细胞周期阻滞、凋亡诱导、迁移抑制、微环境调节及基因表达调控)发挥抗乳腺癌作用。

(3) 抗氧化与免疫调节:乳香中三萜类成分还能显著清除自由基、抑制脂质过氧化,减轻氧化应激对组织的损伤。多项动物实验证实其可上调SOD、GSH-Px等抗氧化酶活性,保护细胞免受活性氧(reactive oxygen species, ROS)侵害。关键词“antioxidant supplement”与“Chinese herbal medicine”聚类也显示乳香在抗氧化和整体调节方面的研究热度不断上升。同时,乳香还能调节免疫细胞亚群比例、降低促炎因子如TNF- α 、IL-6的表达水平,对多种免疫相关疾病具有干预潜力。Zhou等^[64]研究发现乳香中主要活性成分AKBA通过激

活核因子红细胞 2 相关因子 2 (nuclear factor erythroid 2-related factor 2, Nrf2) /血红素加氧酶 1 (heme oxygenase-1, HO-1) 信号通路,一方面增强细胞抗氧化防御能力(减少 ROS 积累、提升抗氧化酶活性),另一方面抑制氧化应激诱导的细胞凋亡,最终减轻坐骨神经损伤后的氧化损伤与神经功能障碍,促进神经修复。赵艳梅等^[65]构建免疫低下小鼠模型,发现乳香提取物可显著提高 T 细胞及 CD4⁺T 细胞比例,增强其增殖反应,并上调 γ -干扰素 (interferon- γ , IFN- γ)、TNF- α 、IL-12、IL-4 等细胞因子表达,提示其通过激活 T 细胞与骨髓造血功能增强免疫效应。

(4) 促进组织修复与抗菌作用:乳香在传统中医中被称为“治疗痈疽疮疡、心腹痛要药”,现代药理研究证实其具有加速伤口愈合的作用,可通过促进成纤维细胞增殖、胶原合成及毛细血管新生,加快组织修复过程。在抗菌方面,乳香对多种革兰阳性和阴性菌均表现出一定抑制活性,为其在外用创面治疗中的广泛应用提供了药理依据。Venkatesan 等^[66]发现乳香挥发油在大鼠切除性伤口模型中,可通过“抗炎-抗氧化-抗凋亡”机制并结合对免疫微环境(巨噬细胞极化)的调节,以及直接促进上皮化、胶原合成与组织重塑的作用,有效加速了大鼠切除性伤口的愈合进程。梅武轩等^[67]发现乳香提取物可通过上调慢性胃溃疡大鼠胃黏膜组织中 β -链蛋白 (β -catenin) 及细胞周期素 D1 (Cyclin D1) 的表达水平,促进细胞增殖,进而促进溃疡创面的愈合。张冬雪等^[68]发现乳香提取物对牙龈卟啉单胞菌 (*Porphyromonas gingivalis*, Pg) 和具核梭菌 (*Fusobacterium nucleatum*, Fn) 均具有抑制活性,且对 Pg 的抑菌效果显著强于 Fn;进一步实验表明,5%浓度的乳香提取物抑菌活性最佳,其抗菌效果优于 0.2%透明质酸钠凝胶。

(5) 临床应用拓展:临床方面,乳香广泛应用于骨关节病(如类风湿关节炎、退行性关节病)、乳腺增生、月经不调、疮疡不敛、糖尿病足等疾病。通过内服、外敷、熏洗、封包等多种途径进行干预,具有良好的临床疗效。据文献报道,乳香中药熏洗联合内服治疗慢性盆腔炎、痛经可显著缓解疼痛并改善生活质量^[69-70];对糖尿病足的外敷研究显示其可减少感染、促进肉芽生长,加速愈合进程。同时,含乳香的中成药如小金丸^[71-72]、西黄丸^[73-74]、通心络胶囊^[75]等,已广泛应用于乳腺疾病、甲状腺结节、

肿瘤辅助治疗及脑卒中等,在现代临床路径中扮演重要角色。综上,乳香具有明确的多靶点药理机制和良好临床应用前景,未来应结合现代生物技术,从成分筛选、靶点验证与循证研究等方向推动其现代化与国际化发展。

4 结论

本研究基于文献计量学方法,通过使用 CiteSpace 软件对 2005—2025 年 CNKI、万方数据库以及 WOS 核心合集数据库的中英文乳香相关文献进行了可视化分析,以知识图谱和表格的形式呈现了年发文量、作者机构合作、关键词等概况,系统梳理了近 20 年乳香研究的发展脉络。研究数据表明,乳香研究热度在持续攀升,国内研究热度显著高于国外。研究机构主要为国内中医药院校及其附属医院。研究热点乳香研究正经历从传统经验总结向现代科学阐释的重要转型。但目前的研究还面临一些挑战和问题:①英文文献数量相对较少,核心作者和研究机构尚未形成稳定的国际网络,反映出我国在乳香国际标准制定、知识产权布局及全球中药话语权方面仍需加强;②当前乳香研究多集中于临床应用、单一药理作用或成分分析,缺乏将传统理论、现代实验与临床实践贯通的整合性研究体系;③虽然已有研究鉴定出多种乳香活性成分,尤其是乳香酸类三萜,但对于其体内转化产物、生物利用度及其与靶点之间的具体相互作用机制尚不清晰,影响其进一步的药物开发和新剂型研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 梁·陶弘景撰,尚志钧辑校,尚元胜,尚元藕,黄自冲整理. 名医别录: 辑校本 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2013: 53.
- [2] 孙磊,徐纪民,金红宇,等. 乳香基原的本草学、植物学和成分分析研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(2): 112-116.
- [3] 中国药典 [S]. 一部. 2025: 241.
- [4] 明·李时珍. 本草纲目 [M]. 校点本. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 1610.
- [5] 哈瑞雯,周海燕,詹志来,等. 乳香化学成分、药理作用研究进展及质量标志物的预测分析 [J]. 中华中医药学刊, 2021, 39(11): 94-107.
- [6] 刘迪,张冰洋,姚铁,等. 乳香化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中草药, 2020, 51(22): 5900-5914.
- [7] Chen C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. J

- Am Soc Inf Sci Technol*, 2006, 57(3): 359-377.
- [8] Liu Z G, Yin Y M, Liu W D, *et al.* Visualizing the intellectual structure and evolution of innovation systems research: A bibliometric analysis [J]. *Scientometrics*, 2015, 103(1): 135-158.
- [9] 陈元惠, 罗霄, 廖婉, 等. 基于 CiteSpace 可视化图谱分析香附的研究动态及热点 [J]. *中草药*, 2025, 56(5): 1717-1730.
- [10] 王悦宸, 侯亚威, 王振国. 基于文献计量学的丹参研究现状与热点分析 [J]. *中草药*, 2025, 56(4): 1318-1337.
- [11] 曹晓丁, 李军虎, 魏鹏鹏, 等. 柴胡桂枝汤研究热点及趋势可视化分析 [J]. *中国中医药信息杂志*, 2025, 32(5): 68-73.
- [12] 宗淑萍. 基于普赖斯定律和综合指数法的核心著者测评: 以《中国科技期刊研究》为例 [J]. *中国科技期刊研究*, 2016, 27(12): 1310-1314.
- [13] 焦雅婷, 秦雪梅, 武兴康, 等. 基于 Citespace 的中药治疗老年抑郁症研究现状及趋势的可视化分析 [J]. *中草药*, 2024, 55(21): 7409-7418.
- [14] 陈艺幻, 张迪, 夏玉文, 等. 基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的中医药治疗颈动脉粥样硬化现状、热点和趋势可视化分析 [J]. *世界科学技术—中医药现代化*, 2025, 27(2): 498-507.
- [15] 李惊鸿, 田梦, 李亚男, 等. 基于 CiteSpace 的近十年“清胰汤”治疗急性胰腺炎研究现状与热点的知识图谱分析 [J]. *中华中医药学刊*, 2024, 42(11): 249-252.
- [16] 魏明月, 杨思怡, 马瑜瑾, 等. 基于 CiteSpace 的八角莲研究动态与发展趋势分析 [J]. *世界科学技术—中医药现代化*, 2025, 27(2): 522-532.
- [17] 李希文, 刘军, 黄琼, 等. 基于关联规则和复杂系统熵聚类的骨折术后中药熏洗方的用药规律研究 [J]. *中医药导报*, 2017, 23(24): 49-51.
- [18] 高世华, 李希文, 刘军, 等. 基于关联规则与熵聚类分析的髋关节置换术后外敷方用药规律研究 [J]. *西部中医药*, 2021, 34(11): 100-102.
- [19] 黄和涛, 潘碧琦, 洪坤豪, 等. 基于数据挖掘的跟痛症熏洗用药规律研究 [J]. *中国中医急症*, 2015, 24(10): 1741-1742.
- [20] 曾剑波, 刘军, 陈海云, 等. 基于关联规则和复杂系统熵聚类的髋部骨折术后内服方的用药规律研究 [J]. *中医药导报*, 2018, 24(18): 39-42.
- [21] 梁浩东, 潘碧琦, 潘建科, 等. 基于关联规则的踝关节扭伤中药熏洗处方用药规律研究 [J]. *中国中医急症*, 2015, 24(9): 1517-1519.
- [22] 蔡煜林, 李希文, 潘建科, 等. 基于关联规则的踝关节扭伤外用中药膏剂的用药规律研究 [J]. *西部中医药*, 2018, 31(12): 50-53.
- [23] 黄和涛, 洪坤豪, 刘军, 等. 基于数据挖掘探讨骨折术后熏洗用药规律 [J]. *中医学报*, 2017, 32(5): 824-826.
- [24] 高茹梦, 张立雯, 缪晓冬, 等. 乳香-没药药对中萜类成分的提取工艺优化研究 [J]. *南京中医药大学学报*, 2019, 35(3): 332-337.
- [25] 蒋海峰, 宿树兰, 欧阳臻, 等. 乳香、没药提取物及其配伍对血小板聚集与抗凝血酶活性的影响 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2011, 17(19): 160-165.
- [26] 蒋海峰, 欧阳臻, 宿树兰, 等. 基于主成分分析和相似度分析的乳香药材质量评价研究 [J]. *中药材*, 2011, 34(6): 904-911.
- [27] 缪晓冬, 高茹梦, 宿树兰, 等. 基于 UPLC-TQ/MS 联用技术分析乳香-没药不同比例配伍化学成分溶出变化 [J]. *药物分析杂志*, 2019, 39(10): 1800-1810.
- [28] 陈海东, 王培民, 范竞. 膝骨性关节炎外敷中药方关联规则的研究 [J]. *中医正骨*, 2012, 24(1): 32-34.
- [29] 丁亮, 诸方受, 王培民, 等. 紫荆皮在古籍消肿止痛类外敷方中的应用 [J]. *中国中医急症*, 2012, 21(3): 428-429.
- [30] 钱冬晨, 王培民, 范竞. 基于关联规则的筋断古方研究 [J]. *南京中医药大学学报*, 2012, 28(5): 417-420.
- [31] 陆庆旺, 周红海, 田君明, 等. 基于数据挖掘的藏医骨伤用药特点研究 [J]. *国际中医中药杂志*, 2022, 44(11): 5.
- [32] 陆庆旺, 周红海, 吴健, 等. 基于数据挖掘技术分析中药外治桡骨远端骨折的用药规律 [J]. *广西中医药*, 2024, 47(1): 60-65.
- [33] 曾禹铭, 周红海, 陆庆旺, 等. 基于数据挖掘技术分析中药治疗肩周炎的用药规律 [J]. *广西医学*, 2024, 46(8): 1208-1216.
- [34] Liao Y C, Guo C, Wen A D, *et al.* Frankincense-Myrrh treatment alleviates neuropathic pain via the inhibition of neuroglia activation mediated by the TLR4/MyD88 pathway and TRPV1 signaling [J]. *Phytomedicine*, 2023, 108: 154540.
- [35] Liao Y C, Wang J W, Yang Q, *et al.* Investigating the mechanism of action of frankincense against drug-induced liver injury using network pharmacology and molecular docking [J]. *Lett Drug Des Discov*, 2021, 18(10): 976-986.
- [36] Lu W J, Liu Z L, Song Z Q, *et al.* Vinegar-processed frankincense ameliorates ulcerative colitis by targeting BSH-active bacteria preference-mediated GDCA hydrolysis [J]. *J Ethnopharmacol*, 2025, 348: 119845.
- [37] Liu Y Y, Liu Z L, Lu C, *et al.* Comprehensive identification of active triterpenoid metabolites in frankincense using a coupling strategy [J]. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*, 2014, 963: 90-98.
- [38] Zheng P, Huang Z, Tong D C, *et al.* Frankincense myrrh

- attenuates hepatocellular carcinoma by regulating tumor blood vessel development through multiple epidermal growth factor receptor-mediated signaling pathways [J]. *World J Gastrointest Oncol*, 2022, 14(2): 450-477.
- [39] Wu Y R, Xiong W, Dong Y J, *et al.* Chemical constituents and pharmacological properties of frankincense: Implications for anticancer therapy [J]. *Chin J Integr Med*, 2024, 30(8): 759-767.
- [40] 王洪武, 郑纺, 梁永利, 等. 基于中医传承辅助系统的糖尿病足外治方剂用药规律分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(12): 5-8.
- [41] 常金霞, 曹建春, 牛少辉, 等. 基于数据挖掘和网络药理学的糖尿病足外治用药规律及机制分析 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2022, 24(11): 50-58.
- [42] 张亚运, 许金海, 莫文. 基于数据挖掘法分析腰椎椎管狭窄症中药外用方的用药规律 [J]. 中医正骨, 2021, 33(8): 28-32.
- [43] 温荣达. 祛瘤汤辨证分型治疗多发性脂肪瘤 [J]. 实用中医内科杂志, 2017, 31(12): 70-71.
- [44] 沈萍, 沈忠达. 辨证分型联合西药治疗类风湿性关节炎随机平行对照研究 [J]. 实用中医内科杂志, 2018, 32(6): 25-28.
- [45] 张潇斌, 马玉宁, 颜晓, 等. 基于数据挖掘探讨中药热熨治疗膝骨关节炎用药规律及其毒性中药的应用 [J]. 中草药, 2022, 53(5): 1483-1493.
- [46] 李心怡, 林生, 林怡, 等. 中药复方治疗疼痛的用药规律 [J]. 中国中药杂志, 2023, 48(12): 3386-3393.
- [47] Wang H, Zhang C N, Wu Y, *et al.* Comparative pharmacokinetic study of two boswellic acids in normal and arthritic rat plasma after oral administration of *Boswellia serrata* extract or Huo Luo Xiao Ling Dan by LC-MS [J]. *Biomed Chromatogr*, 2014, 28(10): 1402-1408.
- [48] Holleran G, Scaldaferrri F, Gasbarrini A, *et al.* Herbal medicinal products for inflammatory bowel disease: A focus on those assessed in double-blind randomised controlled trials [J]. *Phytother Res*, 2020, 34(1): 77-93.
- [49] 吴林伟, 王雁南, 李素丽. 数据挖掘技术在名老中医经验传承中的应用进展 [J]. 中华中医药学刊, 2022, 40(4): 115-118.
- [50] 张潇斌, 马玉宁, 颜晓, 等. 基于数据挖掘探讨中药热熨治疗膝骨关节炎用药规律及其毒性中药的应用 [J]. 中草药, 2022, 53(5): 1483-1493.
- [51] 翟桐, 杜佳璐, 任雪阳, 等. 基于 Apriori 和 MIE 算法分析关节炎中药制剂用药规律及核心药对的潜在作用机制 [J]. 中草药, 2024, 55(9): 3027-3040.
- [52] 周恩慧, 许二平, 张楠, 等. 基于数据挖掘探讨中药外治疮口不敛用药规律 [J]. 中国中医药图书情报杂志, 2023, 47(2): 39-43.
- [53] 姚慧, 孙涛, 徐君南. 基于数据挖掘及网络药理学探讨乳香-没药治疗乳腺癌的作用机制 [J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(12): 2107-2118.
- [54] 何钦, 颜干明, 殷海霞, 等. 基于 UPLC-Q/TOF-MS 结合多元统计学方法分析不同来源乳香的化学成分 [J]. 南京中医药大学学报, 2025, 41(5): 668-677.
- [55] 黎鹏, 程永婷, 马峰, 等. 乳香没药精油自微乳的制备与抗炎镇痛作用评价 [J]. 药物评价研究, 2023, 46(4): 795-802.
- [56] 白娟, 张琰, 洪术霞, 等. 基于网络药理学和体外细胞实验验证探讨乳香治疗急性肾损伤的作用机制 [J]. 天然产物研究与开发, 2023, 35(9): 1613-1623.
- [57] 刘贝, 柳永明, 陈耀龙, 等. 基于网络药理学和实验验证的藏药十味乳香散治疗急性痛风性关节炎分子机制探究 [J]. 高原科学研究, 2023, 7(3): 71-85.
- [58] 汪莹, 赵焰焰, 闫凯莉, 等. GC-MS 结合网络药理学与分子对接探讨乳香挥发油镇痛的活性成分及作用机制 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2021, 23(11): 4180-4191.
- [59] Zhang L, Liang X, Wang B, *et al.* Six herbs essential oils suppressing inflammatory responses via inhibiting COX-2/TNF- α /IL-6/NF- κ B activation [J]. *Microchemical Journal*, 2020, 156: 104769.
- [60] 邱雨美, 谢梦蝶, 丁小云, 等. 乳香挥发油通过抑制 NLRP3 炎症小体改善大鼠心脏肥大的作用机制研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2025, 37(3): 512-520.
- [61] 王迎春. 乳香活性单体 AKBA 促进人卵巢癌细胞凋亡及化疗增敏的机制研究 [D]. 南京: 南京医科大学, 2023.
- [62] 刘茂宇, 杨艺辉, 王金华, 等. 新型 3-O-乙酰-11-酮基- β -乳香酸衍生物的合成及其体外抗肿瘤活性 [J]. 合成化学, 2022, 30(4): 245-251.
- [63] Mohamed N, Ismail H, Nasr G M, *et al.* Anti-tumor potential of frankincense essential oil and its nano-formulation in breast cancer: An *in vivo* and *in vitro* study [J]. *Pharmaceutics*, 2025, 17(4): 426.
- [64] Zhou C, Wang Y, Zhang Q Y, *et al.* Acetyl-11-keto-beta-boswellic acid activates the Nrf2/HO-1 signaling pathway in schwann cells to reduce oxidative stress and promote sciatic nerve injury repair [J]. *Planta Med*, 2023, 89(15): 1468-1482.
- [65] 赵艳梅, 齐静, 郝煜, 等. 乳香提取物对免疫低下实验小鼠 T 细胞功能的影响 [J]. 现代免疫学, 2012, 32(3): 248-252.
- [66] Venkatesan K, Sivadasan D, Abderrahmen Al Weslati M, *et al.* Protective effects of frankincense oil on wound

- healing: Downregulating caspase-3 expression to facilitate the transition from the inflammatory to proliferative phase [J]. *Pharmaceuticals*, 2025, 18(3): 407.
- [67] 梅武轩, 余娜. 乳香提取物对大鼠乙酸胃溃疡 β -catenin 和 Cyclin D1 的影响 [J]. 中华中医药学刊, 2015, 33(9): 2163-2164.
- [68] 张冬雪, 程成, 王蕾, 等. 乳香提取物对两种牙周致病菌体外抑菌作用的研究 [J]. 中华老年口腔医学杂志, 2017, 15(4): 224-227.
- [69] 匡继林, 席雅芳, 贺冰, 等. 盆腔炎治疗慢性盆腔炎(湿热瘀结型) 30 例临床观察 [J]. 新中医, 2008, 40(4): 57-58.
- [70] 付继锋. 温经活血汤口服联合灌肠治疗子宫腺肌病所致痛经的临床观察 [J]. 广西中医药, 2016, 39(3): 36-37.
- [71] 刘杨, 孙庆颖, 孙小慧, 等. 彩超引导精准微创清创联合小金丸治疗肉芽肿性乳腺炎临床疗效及免疫紊乱机制探讨 [J]. 时珍国医国药, 2024, 35(5): 1178-1181.
- [72] 曾奕斐, 王蕾, 张梦棣, 等. 小金丸治疗脾肾阳虚型甲状腺功能减退期桥本甲状腺炎的氨基酸代谢组学研究 [J]. 中华中医药杂志, 2023, 38(10): 4930-4937.
- [73] 李梦宜, 张磊, 王立军, 等. 西黄丸/胶囊辅助放疗和(或)化疗治疗消化道恶性肿瘤有效性和安全性的 Meta 分析 [J]. 中医杂志, 2025, 66(9): 912-919.
- [74] 符方智, 吴丽通, 谢雨宏, 等. 中医透窍解毒法论治前列腺癌的科学内涵 [J]. 中国男科学杂志, 2024, 38(5): 108-111.
- [75] 刘深, 王宏涛, 魏聪, 等. 通心络胶囊治疗缺血性脑卒中作用机制研究进展 [J]. 中草药, 2017, 48(11): 2321-2326.

[责任编辑 潘明佳]