

基于文献计量学及专利分析的中药药理学学科进展 ——以中国中医科学院中药研究所为例

张琳^{1,2}, 邓雨涵³, 李彦文⁴, 邱鹿鸣¹, 马斯佳⁵, 刘拓², 李志勇^{2*}, 李玉洁^{2*}

(1. 山东中医药大学 中医学院, 济南 250301; 2. 中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700;
3. 中央民族大学 药学院, 北京 100081; 4. 中国中医科学院 中医药信息研究所, 北京 100700;
5. 中央民族大学 信息工程学院, 北京 100081)

[摘要] 目的:分析中国中医科学院中药研究所(以下简称“中药所”)中药药理学学科相关文献,评估其研究现状、发展趋势、学科成员学术影响力,以及专利技术情况。方法:检索中国知网(CNKI)、Web of Science(WOS)数据库中2002—2024年以第一作者或通讯(信)作者,且作者单位为中药所的学科成员论文,使用CiteSpace 6.3.R6对年发文量、关键词进行可视化分析;对中药所中药药理学学科成员的论文发文总数、被引次数等测度参数进行统计,得出h指数后计算学术迹,从学术迹 T 、高被引论文等方面对学科成员学术影响力量化测评;从HimmPat专利数据库检索中药所中药药理学学科2005—2024年的专利数据,采用Excel 2022及Origin 2021对专利整体申请趋势、技术构成等进行可视化分析。结果:在过去20余年,学科论文年发表量整体呈上升趋势,关键词热点包含“动物模型”“作用机制”“网络药理学”等;研究热点聚焦在中药药理机制创新方法、中药防治重大非感染性疾病和中药防治呼吸道病毒性疾病的基础研究等。中药所中药药理学学科成员学术迹 T 均为正值,个人影响力良好。近几年专利申请趋势增长明显,主要集中在A61K类专利、G01N小类,IPC大组分析显示主要技术应用集中在A61K36、A61K31等领域。结论:中药所中药药理学学科发展稳步向上,学科成员学术影响力尚可,专利成果丰富。未来可继续加强药理学学科创新研究和新药研发,开展多学科交融研究,促进中药现代化。

[关键词] 中药药理学; 文献计量学; 学术迹; 专利分析; 发展趋势

[中图分类号] R2-0;R22;R285.5;R289;R33 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2024)23-0008-11

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20241508 **[增强出版附件]** 内容详见<http://www.syfjxzz.com>或<http://cnki.net>

[网络出版地址] <https://link.cnki.net/urlid/11.3495.R.20241010.1452.002>

[网络出版日期] 2024-10-11 10:42:10

TCM Pharmacology Based on Bibliometrics and Patent Analysis: A Case Study of Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences

ZHANG Lin^{1,2}, DENG Yuhan³, LI Yanwen⁴, QIU Luming¹, MA Sijia⁵, LIU Tuo², LI Zhiyong^{2*}, LI Yujie^{2*}

(1. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250301, China; 2. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; 3. School of Pharmacy, Minzu University of China, Beijing 100081, China; 4. Institute of Information on Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; 5. School of Information Engineering, Minzu University of China, Beijing 100081, China)

[Abstract] **Objective:** To analyze the literature related to traditional Chinese medicine (TCM) pharmacology of Institute of Chinese Materia and Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences

[收稿日期] 2024-08-11

[基金项目] 中国中医科学院科技创新工程项目(CI2021A00503);中国中医科学院科技创新团队项目(CI2021B015);国家自然科学基金面上项目(82374146);浙江省医学电子与数字健康重点实验室开放课题(MEDC202307)

[第一作者] 张琳,在读硕士,从事方剂配伍规律与基础研究,Tel:010-64032658,E-mail:zhangfd2023@163.com

[通信作者] *李志勇,研究员,从事心脑血管药理学研究,Tel:010-64032658,E-mail:lizhiyong7899@sina.com;

*李玉洁,研究员,从事心血管药理学研究,Tel:010-64097152,E-mail:yjli@icmm.ac.cn

(hereinafter referred to as "Institute of Chinese Materia and Medica"), and evaluate the research status, development trend, influence of discipline members, and patent technology of this field. **Method:** The papers from 2002 to 2024 in the databases of CNKI and Web of Science (WOS) were searched, whose first authors or corresponding authors are from the Institute of Chinese Materia and Medica, and CiteSpace 6.3.R6 was adopted for visual analysis of the annual number of publications and keywords. Additionally, the total number of published papers, citation times, and other measurement parameters of discipline members of TCM pharmacology in the institute were counted. After obtaining the h index, the academic track was calculated, and the academic influence of discipline members was quantitatively evaluated from the aspects of the academic track *T* and highly cited papers. Meanwhile, patent data from 2005 to 2024 of TCM pharmacology in the studied institute were retrieved from the Himmpat patent database, and Excel 2022 and Origin 2021 were utilized to conduct visual analysis on the overall patent application trend and technology composition. **Result:** In the past 20 years or more, the annual publication of academic papers has been on the rise generally, and the key words include "animal model", "mechanism of action", "network pharmacology" and so on. The studies focus on the innovative methods of TCM pharmacological mechanisms, basic research on TCM prevention and treatment of major non-infectious diseases, and the prevention and treatment of respiratory viral diseases. The academic track *T* of the discipline members of TCM pharmacology in the Institute of Chinese Materia and Medica is positive, with sound personal influence. In recent years, the patent application trend has increased significantly, mainly concentrating on A61K patents and G01N subcategories, and IPC large-group analysis shows that the main technical applications are mainly in A61K36, A61K31, and other fields. **Conclusion:** TCM pharmacology in the institute develops steadily and the academic influence of the discipline members is still sound, with fruitful patent achievements. In the future, research on pharmacological discipline innovation and new drug research and development can be enhanced, and multidisciplinary integration studies should be carried out to promote TCM modernization.

[Keywords] traditional Chinese medicine (TCM) pharmacology; bibliometrics; academic track; patent analysis; development trend

中医药凝聚了中华民族数千年来健康养生理念与实践经验,在预防和治疗多种疾病中发挥着重要作用^[1]。随着时代的发展,中医药不断与现代科学相结合、相促进,以科学解析中医药原理^[2],诠释中医药原创理论的科学内涵^[3]。中国中医科学院中药研究所(后中文简称“中药所”,英文简称“ICCAC”)成立于1955年,一直致力于中药相关研究与开发,具备支撑中药产业全链条技术研发和攻关能力。其中,屠呦呦先生从青蒿中发现青蒿素,解决了抗疟治疗失效难题^[4],由此获得2015年诺贝尔生理学或医学奖,是中医药事业的重要里程碑,深刻体现了中医药创新力量与全球价值。中药所中药药理学学科是我国成立最早的专门从事中药药理学研究的机构,在经典名方二次开发、中药作用内涵解析、新药研究等方面积累了大量成就。2002年,该学科被批准为国家中医药管理局重点学科;2023年入选国家中医药管理局高水平中医药重点学科,发展过程中涌现出丰厚的学术成果。因

此,客观评估中药所中药药理学学科的学术成就与价值,揭示其发展脉络、动态变化及未来趋势,以期有利于中药药理学学科的健康发展。

文献计量学是一种使用数学和统计方法回顾、总结和分析特定研究领域出版物并预测未来发展的分析方法^[5],通过统计分析学科领域内的文献数量、引用频次、作者分布等指标,展示研究成果,分析未来趋势。学术迹是学术矩阵(Academic Matrices)的迹,后者是引文曲线按发文的被引量排布构成的三阶矩阵^[6],其作为一种新型学术影响力评价指标,可对研究对象的状态、特征及影响力进行评价^[7]。专利情报研究,作为知识产权信息服务的核心支撑,其过程聚焦于特定需求场景,通过深度挖掘专利文献数据中的技术、经济及法律信息,提炼出关键情报,有效揭示技术发展的最新态势、增强其市场竞争优势、防范知识产权风险等^[8]。综上,本文拟对中药所中药药理学学科在2002—2024年期间的学术成果进行文献计量学和学术迹分析,

并对2005—2024年国内发明专利进行统计,揭示中药所中药药理学学科的总体发文趋势、学术影响力、研究热点及专利技术等情况,综合评估学科在中药创新方法研究、新药研发与成果转化潜力等方面的发展态势。

1 数据来源

1.1 文献数据来源 本文的数据来源包括中国知网(<https://www.cnki.net>, CNKI)、Web of Science(<https://www.webofscience.com/wos>, WOS)核心合集数据库,检索条件:公开发表的第一作者或通信作者单位为中国中医科学院中药研究所且为中药药理学学科成员的论文成果。时间范围限定为2002年1月1日—2024年4月30日,CNKI检索式:(第一作者:NAME(精确))OR(通信作者:NAME(精确))AND(作者单位:中国中医科学院中药研究所(精确)),WOS检索式:[(AU=(NAME))] AND OG=(China Acad Chinese Med Sci OR Inst Chinese Mat Med OR China Academy of Chinese Medical Sciences),检索结果经人工二次筛选符合检索标准的论文成果,统计获取论文发文总数、被引次数等测度参数。

1.2 专利数据来源 利用HimmPat专利数据库(<https://www.himmpat.com/>)检索学科专利。检索式:中国中医科学院中药研究所/pa AND NAME/in,以申请人和发明人为检索策略,检索年份范围为2005年1月1日—2024年6月30日。对所收集到的专利名录进行人工筛选,收集要求为第一发明单位为中药所且为学科成员的专利申请,对不符合要求的相关专利申请进行剔除。

2 研究方法

2.1 文献计量学 将检索文献导入NoteExpress 4.0.0.9831并合并去重,最终得到665篇中文文献、342篇英文文献,分别导入CiteSpace 6.3.R6进行文献计量学分析。将检索到的文献年份、发文量导入Excel 2021软件绘制年发文量图。设置参数:时区范围(time slicing)依据中英文文献发表时间设定,years per slice(时间切片)为1年,Node Type(节点)类型设定为institution(机构)、author(作者)、keywords(关键词),设置阈值top N=30, top N%=100;修剪方式选择pathfinder、prunning the merged networks;采用log likelihood ratio(LLR)算法对关键词进行聚类分析。

2.2 学术迹 将文章被引次数进行排序,通过计算h指数将发文分布为h核、h尾及零被引论文3个区

间^[9],用 P_c 、 P_t 、 P_e 来表示3个区间的发文量,发文总量可以表示为 $P=P_c+P_t+P_e$ 。将被引数 C 划分为h域、t域、e域3部分,h域代表高被引论文,t域代表低被引论文,e域代表超高被引论文, C_c 、 C_t 、 C_e 分别表示这3部分的引文数^[10]。h核在引文分布中体现为h域及e域,并且e域的单篇文章被引频次高于h域。在此基础上再定义独立向量 X ,h核、h尾和零被引区间的发文分布用 X_1 、 X_2 、 X_3 代表,再定义独立向量 Y 、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 分别来表示h域、t域及e域的引文分布。用向量 X 、 Y 、 Z 来构造学术矩阵 V ^[11],见公式(一)和(二),学术矩阵(V)的迹则称为学术迹(T),参考公式^[12-13]如下:

$$V = \begin{bmatrix} X_1 & X_2 & X_3 \\ Y_1 & Y_2 & Y_3 \\ Z_1 & Z_2 & Z_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = (X \ Y \ Z)^T \quad \text{公式(一)}$$

$$T = \text{tr}(V) = X_1 + Y_2 + Z_3 \\ = \frac{C_c^2}{C} + \frac{P_t^2}{P} + \left(\frac{C_e^2}{C} - \frac{P_e^2}{P} \right) \quad \text{公式(二)}$$

2.3 专利分析 利用HimmPat专利数据库检索中药所中药药理学学科所申请的专利数据,对得到121件相关专利申请进行分析,采用Excel 2022及Origin 2021对其整体申请趋势、技术构成等进行可视化分析,使用国家知识产权局官网的专利检索与分析功能,于对IPC主分类数据进行细致的术语规范化处理,保证信息的准确性和一致性。

3 结果

3.1 发文趋势分析 2018年以前,本学科所发表的中文文献年度发表数量相对稳定,在10~30篇之间。2019—2023年,中文文献发文量快速增长并保持稳定,年发文量超过70篇,学术成果产出丰富。所发表的英文文献年发文量亦呈稳步上升趋势,相关研究达到国际水平,其高水平研究成果通过全球性的学术平台进行传播,极大地增强了中药药理学科的国际学术影响力,并有力地促进了中医药科学价值的传播。本学科中、英文文献年发文量详见增强出版附加材料。

3.2 学科成员学术影响力分析

3.2.1 核心作者分析 作者发文量作为衡量学者学术活跃度的一个指标,能在一定程度上反映学者的学术能力,并构成评估学者学术影响力的支撑基础^[14]。核心作者是推动学术创新与学科发展的骨干力量,根据普莱斯公式(Preston's Law)^[15]定义核心作者最少发文量 $M=0.749 \times \sqrt{n_{\max}}$ ($n_{\max}$ 是统计时段内发表论文最多的著者发表的论文数),将学科成员中、英文文献发表的最高数量带入公式计算得出

$M \approx 6$ 和 $M \approx 8$ 。本学科成员中,以第一作者或通信作者发表中英文文献数量大于 M 值的作者见表1。表1中所列的作者发表论文总和超过论文总数的1/2,表明上述作者是本学科的核心作者群体。核心作者的高发文量反映了他们在该领域的持续研究和投入,学术成果提供了丰富的知识和实践依据,是引领本学科良性发展的坚实基础。

表1 中药所中药药理学学科中、英文文献核心作者
Table 1 Core author of Chinese and english literature in department of Chinese medicine pharmacology in ICCAC

中文文献核心作者	发文量/篇	英文文献核心作者	发文量/篇
杨洪军	56	杨洪军	113
崔晓兰	50	朱晓新	48
叶祖光	45	许海玉	32
朱晓新	41	李鹰飞	23
唐仕欢	39	崔晓兰	18
杨伟鹏	33	叶祖光	15
李玉洁	31	吴宏伟	14
李洪梅	28	霍海如	13
张广平	28	梁日新	11
游云	24	彭博	9

3.2.2 学术迹分析 学术影响力评价是采取定性、定量或两者相结合的方法来评估学术实体的研究成果的价值过程,是衡量一个作者水平的重要尺度^[16],本学科作者学术迹结果见表2。从学术迹 T 值来分析,其在学术影响力评价上存在一定的区分度,学科成员的中文文献学术迹 T 值可分为3个区间,学术迹值大于400的学者有3人,人数占比约4.1%,学术迹值在200~400的学者有4人,人数占比约5.4%,学术迹在0~200的学者有67人,人数占比约90.5%。学术迹指数越大,影响力、学术成就越大,指数一旦为负值,说明零引用论文或低引用论文过多,总体上看,本学科成员的学术迹指数均为正值,说明学术影响力良好。学术迹值最高的作者总发文56篇,总被引2 584次,19篇入 h 核,学术成果颇丰;该作者主要关注于中药复方干预心脑血管疾病的复杂作用机制研究,从“脑心互损”角度阐释中药防治心脑血管疾病的优势与特点^[17]。同时该作者开发的中医传承辅助平台^[18]实现了对当代名老中医经验总结和疾病用药规律的分析^[19],成为中医药经验传承的重要工具。

中药所中药药理学学科所发表的英文文献学术迹 T 值分为3个区间,学术迹值大于400的学者有

表2 中药所中药药理学学科中、英文文献作者学术迹
Table 2 Author's academic achievements in Chinese and english literature of Chinese medicine pharmacology in ICCAC

作者	中文文献学术迹 T	作者	英文文献学术迹 T
唐仕欢	1 670.533 49	杨洪军	1 071.337 184
许海玉	467.436 487 6	许海玉	871.861 457 3
杨洪军	407.398 904 4	李鹰飞	601.827 450 6
张晶晶	345.036 242 2	徐玉辉	468.220 703 1
卫军营	299.787 063 3	张国壮	449.526 315 8
王萍	287.264 880 6	王萍	428.561 403 5
刘婷	208.463 898 1	赵春晖	407.002 451
杨伟鹏	154.407 035 2	霍海如	319.840 871
吴宏伟	128.489 209 8	彭博	310.612 472 2
叶祖光	126.841 359 1	朱晓新	265.859 675 5

7人,人数占比约14.5%,学术迹在200~400的学者有10人,人数占比约20.8%,学术迹值在0~200的学者有31人,人数占比约64.5%。学术迹值最高的作者总发文量为113篇,总被引6 138次,51篇进入 h 核;该作者提出中药研究的“组效关系”与“构效关系”相结合理念,建立了“化学指纹-代谢指纹-网络靶标”及“肠吸收活性评估-数据挖掘”两大研究范式^[20-21];通过计算模拟、体外实验及体内验证等多维度手段,以元胡止痛片的物质基础与药理作用研究阐述为例^[22],剖析中药方剂中化学成分与生物活性之间的复杂交互规律;同时以脑心通胶囊的研究为例^[23]介绍了药肠吸收液的体外药理研究方法^[24]。被引量最高的文献与中医药百科全书数据库(ECTM)有关^[25],ECTM可检索中药、方剂的化学成分与潜在作用靶点^[26],并可提供中医古籍检索^[27]。后续开发的ETCM v 2.0被认为是中药针对多种人类疾病的药理机制研究、中药衍生药物发现和再利用的重要数据库^[28]。

3.2.3 高被引论文分析 高被引论文(被引频次 $C \geq h$)深刻揭示了中药所中药药理学学科成员的核心研究焦点,并体现在学术矩阵中 (X_i, Y_i) 的测度上^[29-30]。根据 h 核论文发文量测度 X_i 、引文测度 Y_i 来看,发表的中英文文献 X_i 、 Y_i 值最高的本学科成员侧重于中药复杂作用机制解析与整合药理学研究,客观体现了本学科始终聚焦解决中医药重大科学问题,并不断创新中药研究思路与方法。另一方面,本学科成员在应对国家突发危重疾病和传染性疾病中,充分利用平台优势承担应急项目,如借助传染性疾病预防与中医证候结合病证模型动物研发金柴抗病毒胶囊^[31],同时产生的学术论文获得高引,

不仅展现了本学科成员在国家重大卫生事件中的担当,也凸显了本学科在中药抗感染性疾病的药效评价与作用机制研究上的高学术水平。此外,本学科研发的中药整合药理学网络计算平台^[32]、基于网络稳健性的中药药效预测平台^[33]也为中药新处方发现和组方优化研究提供智能化工具。

3.3 中药所中药药理学学科研究热点分析

3.3.1 关键词共现分析 本科学发表的中英文文献关键词共现图谱见增强出版附加材料,共得到376个关键词。图谱中节点大小表示他的出现次数,节点间的连线粗细代表他的联系程度,以此实现文献的关键词分析。其中,英文文献关键词共现涉及308个关键词,频次较高同时中心性 ≥ 0.1 的节点有“in vitro”“network pharmacology”等。网络药理学解决了中药多成分、多途径、多靶点协同作用机制难以深入研究的问题,其整体性、系统性的特点与中医药整体观、辨证论治、组方配伍的原则不谋而合^[34]。网络药理学通过预测揭示中药物质基础、作用靶点和分子机制网络,从系统和网络的整体层面阐释生物系统、药物和疾病间复杂性关系,为传统中药与现代药理学间搭建了桥梁,在揭示中药复杂体系研究中得到了广泛应用^[35-36]。如网络药理学与分子对接技术、组学技术、动物实验等联合使用研究中药治疗疾病的潜在药效物质基础及作用机制^[37]。基于中药的化学物质实体与机体生命活动的交互规律研究,本科学提出了中药整合药理学思想,以多学科交叉、融合为基础,满足中药“体内ADME过程与活性评价相结合”“计算、体外与体内相结合”等多层次、多环节的整合研究的需要^[38],2021年出版的《中药整合药理学》^[39],表明其作为一个新兴交叉学科正逐步走向成熟。

3.3.2 关键词聚类分析 本学科发表论文的关键词聚类可视化图见增强出版附加材料。中英文文献的聚类模块值Q分别为0.881 7和0.822 7,均 > 0.5 ;聚类平均轮廓值S分别为0.968 2和0.946 3,均 > 0.7 ,说明聚类结果显著且可信度高。聚类标签的数字越小,其所涵盖的关键词越多,本研究对排序较前的聚类进行深度剖析,从以下5个方面进一步分析学科的研究热点。

3.3.2.1 中药及经典名方的药理机制研究类 #3抗氧化、#9抗肿瘤、#10止咳、#6 angong niuhuang wan(安宫牛黄丸)、#9 tetramethylpyrazine(川芎嗪)等。国家中医药管理局、国家药品监督管理局从2018年始陆续颁布了古代经典名方目录,中药所是此项工

作的主要参与者之一。本学科在中医经典名方药效与作用机制研究方面拥有丰富的历史经验,如安宫牛黄丸的脑保护作用机制研究^[40],青蒿琥酯+tetramethylpyrazine的神经保护作用研究等,后者可能作为一种潜在的辅助治疗脑型疟疾的治疗药物^[41-42]。在呼吸系统疾病研究上开展有红景天苷的抗氧化应激机制研究^[43]、BD-77治疗肺炎药效机制研究^[44]等。

3.3.2.2 中药治疗重大非感染性疾病研究类

#0 myocardial ischemic injury(心肌缺血性损伤)、#5 breast cancer(乳腺癌)、#8 colon cancer stem cells(结肠癌干细胞)等。人口增长与老龄化加剧导致慢性病成为全球公共卫生主要负担,心血管疾病^[45]成为我国居民首要死因,肿瘤类疾病如乳腺癌发病率亦逐年上升^[46]。中医药对心血管、癌症疾病防治具有独特的优势^[47-48],本学科从中药有效成分、作用机制等层面对中药治疗心脑血管、肿瘤类疾病进行深入研究,如发现人生皂苷活性代谢物^[49]在抑制癌细胞方面表现出积极反应,参莲提取物^[50]通过激活NLRP3炎症小体抑制炎症反应从而保护减轻心肌缺血损伤。同时本学科成员还从血流力学角度对心脑血管疾病防治进行研究,三七、丹参等中药能影响Piezo1通道蛋白活性进而防治血栓性疾病,为探索活血化瘀中药效应机制及机械力离子通道Piezo1相关新药研发提供新的思路^[51]。

3.3.2.3 中药研究方法类

#0 动物模型、#2 数据挖掘、#3 biomarker(生物标志物)、#7 pharmacokinetics(药代动力学)等。稳定、可靠的动物模型是中药研究的基础,符合中医特色的病证结合动物模型具备疾病生理病理状态及中医证候的特征,是探索中药防治疾病相关机制的关键^[52]。本学科构建了如HCoV-229E湿热疫毒袭肺小鼠模型、SARS-CoV-2感染小鼠肺炎模型等呼吸道疾病的病证结合动物模型^[53-54],为学科开展中药作用机制研究和开发相关药物提供了坚实的基础。生物信息学与数据挖掘等技术和方法被应用中药研究,如将传统的用药经验与计算机辅助数据挖掘相结合,拓宽了中医药治疗疾病的认识^[55],中药整合药理学计算平台(TCM-IP)成为中医研究范式转变的典型示例^[56],在方剂配伍的分子机制、中药新药研发、中药临床重定位等方面具有较好的应用前景^[57]。此外,中药药代动力学是本学科另一研究热点,了解中药活性成分或指标成分在体内随时间变化而转化的规律^[58],如元胡止痛片活性成分的体内代谢过程^[59];

或亦可借助药代动力学优化给药方案^[60],如痰热清(TRQ)药物吸入治疗方式可能成为替代静脉注射治疗方法。

3.3.2.4 中药间接调控作用研究类 #8 肠道菌群。近年来,肠道微生物相关健康科学研究得到了快速发展,从中药与肠道菌群的相互作用的研究思路去探讨中药复方的药理作用机制。肠道微生物与宿主、环境之间相互依存、相互制约,疾病的发生、发展导致了肠道菌群失调^[61],研究发现含有多酚类、多糖、生物碱的中药可改善肠道菌群的组成和代谢功能,维持肠道菌群稳态^[62],本学科对佛芍颗粒^[63]、黄芩汤^[64]等一系列药物与肠道菌群相互作用关系进行了研究,发现中药不仅对肠道菌群结构、代谢有积极作用,还对肠黏膜屏障起到保护作用。上述基于肠道菌群与中药相互作用研究为实现以肠道菌群为靶点的疾病预防和治疗应用提供了科学基础。

3.3.3 关键词突现分析 本学科发表的中、英文文献各获得25个突现关键词,见增强出版附加材料。其中,中文文献的突现关键词可分为3类①中药药理研究方法类:“代谢组学”“分子对接”等;②中药成分药理作用类:“青蒿素”“抗病毒”“抗氧化”等;③中药理论研究类:“中药配伍”“经典名方”“数据挖掘”“证候”等。其中。在药理作用方面,突现强度最高的关键词包括抗病毒、抗氧化、抗炎等,尤其侧重于流感病毒性肺炎等呼吸系统疾病的研究^[65-67];突现时间最长的关键词为“剪应力”,突现时间长达8年,突现强度达2.11。剪应力作为重要的生物力学因素之一,其变化可间接影响机体的生理病理过程和药物药效,以药理学因素(如药物成分等)对体内生物力学因素的干预,及生物力学因素对药效与药物代谢的影响为主要研究内容的药理学分支被称为生物力药理学^[68]。中药药理学领域引入生物力药理学研究技术及方法,为活血化瘀类中药的作用机制提供了新的认识视角^[69]。本学科成员采用生物力药理学方法探究血流剪应力与中药防治心脑血管疾病药效与作用机制的关系,如研究了正常水平剪应力联合丹参山楂提取物能通过调节纤溶系统的稳定性来抑制血栓形成^[70];也利用生理与病理血流力学环境的差异开发剪应力选择的抗血小板聚集疗法^[71]。生物力药理学在心脑血管疾病的应用拓展了一直以来以化学分子间相互作用为基础传统药理学,突出了力学作为一个影响因素、中间环节或评价指标对药效的意义^[72],是

本学科的特色和传统优势之一。

学科发表的英文文献关键词突现也可分为3类:①中药治疗疾病类:“acute lung injury”(急性肺损伤)、“cancer”(癌症)等;②中药研究方法类:“network pharmacology”(网络药理学)“in vitro”(在体外)、“mass spectrometry”(质谱分析)等;③中药效应细胞与作用机制类:“cardiomyocyte”(心肌细胞)“oxidative stress”(氧化应激)等。最强突显关键词主要与呼吸系统疾病和肿瘤类疾病研究相关^[73],本学科充分发挥中药在呼吸系统和肿瘤类疾病的防治优势,如研究了瑞香狼毒提取物可通过激活死亡受体依赖途径诱导人肺癌细胞凋亡^[74],对人肺癌细胞株起到抑制作用可能与此有关^[75]。

4 专利分析

4.1 专利申请趋势 本学科相关专利申请情况趋势见增强出版附加材料。总体上看,2005—2020年,专利数量申请趋势波动起伏较大,其中2011年和2018年专利申请达10件以上;2021—2023年,专利数量申请趋势呈快速上升趋势,专利申请量均达10件以上。专利是保护创新成果的重要手段,专利数量的增加表明近几年中药所重视科技成果的形成与转化,在中药药理学领域有了更多的新技术、新产品被创造出来并得到了认可,科技创新能力得以提升。

4.2 专利类型分析 我国专利法规定的专利申请类型主要分为3种:发明专利专注于技术创新的保护;实用新型专利侧重于对具有实用价值的新型技术方案的认可;外观设计专利侧重于保护产品的独特视觉设计元素^[76]。本学科专利申请以发明专利为主,申请量116件,占总申请量的96%;实用新型专利申请量5件,占总申请量的4%。其中发明专利分为两种,包含申请阶段的发明专利,即发明申请,数量为82件,占比为71%,已授权阶段的发明专利数量为34件,占比为29%。

4.3 专利技术主题分析

4.3.1 IPC小类分布 对IPC各大类下的小类进行统计,结果显示,A61K小类的专利申请数量达89件,占总申请量的73.6%,位列第一;G01N小类的专利申请数量居于第二,为21件,占总申请量的17.4%;其次为G16C小类,专利申请数量3件,占总申请量的2.5%;C07D小类专利申请量为2件,占总申请量的1.7%;本学科专利主要IPC小类分布见表3。从这些数据中可以看出A61K小类的专利申请数量占比最多,本学科研究重点集中在医用和

美容用的配制品上,主要是中医药产品。本学科始终围绕中药新药研发、健康保健食品等研究,坚持主责主业,保障科研方向正确,服务国家健康战略,满足民众健康需求。

4.3.2 IPC小类大组分布 对IPC各小类下的大组进行统计,结果显示,以A61K36的专利申请数量居多,为48件,占总申请量的39.7%,是本学科相关专利总体发展趋势的主要技术领域;A61K31的专利申请数量居于第二,为30件,占总申请量的24.8%;其次为G01N33专利申请数量为10件,占总申请量的8.3%;G01N30专利申请数量为9件,占总申请量的7.5%;A61K45、A61K9专利申请数量为4件,占总申请量的3.3%;本学科相关专利主要IPC小类大组分布见表4。这些数据中可以看出,A61K36、A61K31的专利数量占比相对较多,显示了本学科对天然植物成分植物药研究较为关注,尤其是中药

表4 中药所中药药理学学科相关专利主要IPC小类大组分布

Table 4 Main IPC sub-categories and large groups are distributed in related patents of Chinese medicine pharmacology in ICCAC

IPC大组	含义	专利数量/件	百分比
A61K36	含有来自藻类、苔藓、真菌或植物或其派生物	48	39.7
A61K31	含有机有效成分的医药配制品	30	24.8
G01N33	利用不包括在G01N1/00至G01N31/00组中的特殊方法来研究或分析材料	10	8.3
G01N30	利用吸附作用、吸收作用或类似现象,或者利用离子交换,例如色谱法将材料分离成各个组分,来测试或分析材料	9	7.5
A61K45	在A61K31/00至A61K41/00各组中不包含的含有效成分的医用配制品	4	3.3
A61K9	以特殊物理形状为特征的医药配制品	4	3.3
C07D493	杂环化合物,在稠环系中含有氧原子作为仅有的杂环原子	2	1.7
A61K39	含有抗原或抗体的医药配制品	2	1.7
G16C20	化学信息学	2	1.7
C07C13	含有除六元芳环外的环的环烃,或带有六元芳环的环烃	1	0.8

4.4 技术构成分析 中药所中药药理学科经过几代人的努力,学科不断细化,先后成立了多个研究中心,如中药药理研究中心、整合药理学研究中心、生物力药理学研究中心等。从专利的分布来看,整合中药学研究中心的专利申请数目最多,其研究领域涉及A61K、G01N、C07D、G16C、C07C、B08B等技术领域,主要集中在A61K36技术领域,涉及A61K36的专利数量达22件。中药药代动力学研究中心的专利申请数量居于第二,其研究涉及A61K、G01N等技术领域,主要集中在A61K36技术领域。中药新药研发中心的专利申请数为15件,其研究领域主要集中在A61K36技术领域。中药药理研究中心的专利申请数为7件,其主要集中在A61K36技术

表3 中药所中药药理学学科专利主要IPC小类分布

Table 3 Main IPC subclass distribution of Chinese medicine pharmacology in ICCAC

IPC小类	含义	专利数量/件	百分比
A61K	医用、牙科用或梳妆用的配制品	89	73.6
G01N	借助于测定材料的化学或物理性质来测试或分析材料	21	17.4
G16C	计算化学;化学信息学;计算材料科学	3	2.5
C07D	杂环化合物	2	1.7
C07C	无环或碳环化合物	1	0.8
B08B	一般清洁;一般污垢的防除	1	0.8
C12N	微生物或酶;其组合物;繁殖、保藏或维持微生物;变异或遗传工程;培养基	1	0.8

复方制剂的治疗作用探索研究。

领域。由此看出,整合药理学中心得益于多学科交叉和中药研究新技术新方法集合,催生了大量具有技术创新的专利成果。中药所中药药理学科各中心专利技术构成见增强出版附加材料。

5 讨论

中药药理学强调了以中医药理论为指导,是传统中药学与现代药理学为主体的实践性学科,其是连接传统与现代医药、医学与药学的桥梁^[77-78]。中药所中药药理学科成立之初,以便解决中药复方药效、中药新药研发、阐述中药科学内涵为学科任务,经过70余年的发展已形成了较为完善的学术体系,在国内外拥有广泛的学术影响力。2022年,中国中医科学院创新工程将中药所中药药理学科列入创

新团队给予支持,并于2023获得国家中医药管理局高水平建设学科。本研究回溯2002—2024年,本学科所取得的学术成果,以文献计量学、学术迹、专利分析等为评价核心,对中药所中药药理学学科进行全面审视,是客观反映学科发展水平、理清学科学术发展脉络,培养梯队人才队伍的有效方法和途径。

文献计量学结果显示在过去20余年,本学科论文发表量整体呈上升趋势,研究热点主要聚焦在中药药理机制的创新方法研究、中药防治重大非感染性疾病和中药防治呼吸道病毒性疾病的基础研究等。同时展现出本学科发展的3个基本特点:①生物力药理学等特色方向持续保持研究活跃状态。生物力药理学由中药所廖福龙研究员于2002提出,从血流剪应力/血管内皮细胞/活血化瘀药物相互作用的角度为切入点研究药物与体内生物力学因素的联合效应,后被应用于心脑血管、肿瘤等多种疾病防治研究中^[79-80],如通过生物力药理学的途径研究活血化瘀药物机制和药物研发^[81]。②多学科交叉催生新兴研究方向。面对中药组成的复杂性和生物效应表达的多样性,中药整合药理学于2014年被提出,通过多学科知识交叉融合,从宏观与微观、体内与体外、药代与药效等多维度揭示中药多成分与机体相互作用规律^[39]。整合药理学丰富了中药药理学研究内容,揭示了中药传统理论的科学内涵,如XU等^[82]基于整合药理学理念探索化湿败毒颗粒发挥抗病毒和抗炎生物活性化合物及其作用靶点及作用途径,其中厚朴酚等6种成分作用在病毒复制蛋白靶点 SARS-CoV-2 Mpro、RdRp,对 SARS-CoV-2 感染表现出剂量依赖性抑制作用;甘草黄酮等5种成分的作用靶点为PDE4及炎症细胞死亡通路发挥抗炎作用,展示中药复方“多成分、多靶点、多途径”整体作用特点及独特优势,是我国首次在国际学术期刊《美国科学院院刊》(PNAS)在线发表的有关中药复方治疗新冠肺炎的研究成果。③始终聚焦解决中药复杂科学问题,服务中药新药研发。本学科始终坚持围绕解决中药关键科学问题组织开展科研活动,将中药作用原理科学内涵研究、中药新药研发作为主要任务,搭建了与呼吸、传染性疾病相关的技术平台。同时构建了一系列具有中医药特色的研究方法,丰富的研究手段为阐述中医药的复杂作用机制、中药新药研发等提供了关键技术支撑。长期以来本学科拥有稳定的研究方向、优势技术和方法学体系,能为中药所参与中药新药、中药复方制剂等提供技术保障。

学术迹作为一种创新性的评估工具,一定程度上克服了传统学术评价指标体系中的第一类指标和第二类指标的部分缺陷,学术迹整合了所有发表文献及其引文数据,从而更加公正、全面地反映学术成果的整体影响力和价值^[83]。基于学术迹和核心作者不同计算算法及评价方式分析作者学术影响力,更能体现了结果的科学性,整体上本学科成员具有良好的学术影响力;从学术迹评分来看,本学科呈现出老、中、青学术骨干均具备良好的学术影响力,说明学科人才梯度建设卓有成效。

专利数据表明,本学科成员专利申请量在近几年呈增长趋势,尤其在医药产品的开发方面,A61K类专利占据主导地位,占总申请量的73.6%。G01N小类的专利申请数量居于第二,为占总申请量的17.4%。进一步的IPC大组分析显示,主要技术应用集中在A61K36(植物源性医药制品)、A61K31(有机有效成分的医药配制品)、G01N33(研究或分析材料)、G01N30(测试或分析材料)等领域。在专利、关键词聚类分析中,表明本学科拥有丰富的专利及学术成果积淀,为本学科研究成果的转化和应用奠定了基础,是产学研合作的重要基础^[84]。

综上所述,本文通过文献计量学、学术迹和专利分析3种研究方法,对中药所中药药理学科学学术成果、个人影响力、成果转化进行系统阐述。从上述研究成果来看,本学科持续专注于中药药理机制创新方法研究、中药防治重大非感染性疾病的基础研究、中药防治呼吸道病毒性疾病的基础研究和中药药效评价创新方法研究,形成了一个良好的科研生态系统。期寄本学科继续秉持青蒿素精神,以习近平总书记在中科院成立60周年贺信为指引,深入发掘中医药宝库中的精华,为继承好、发展好、利用好中医药独特优势,推进中医药现代化不断奋发向前。

[利益冲突] 本文不存在任何利益冲突。

[参考文献]

- [1] CHOI J G, EOM S M, KIM J, et al. A comprehensive review of recent studies on herb-drug interaction: A focus on pharmacodynamic interaction [J]. J Altern Complement Med, 2016, 22(4): 262-279.
- [2] 黄璐琦. 中医药科技创新基础研究重点方向思考 [J]. 中国科学基金, 2024, 38(3): 383-386.
- [3] 张伯礼. 加强中医药临床基础研究推动中医药科技创新发展 [J]. 中国科学基金, 2024, 38(3): 377.
- [4] 王继刚, 徐承超, 屠呦呦, 等. 青蒿素——一种从中药中

- 发现的神奇药物[J]. 工程:英文, 2019, 5(1): 72-88.
- [5] THOMPSON D F, WALKER C K. A descriptive and historical review of bibliometrics with applications to medical sciences[J]. *Pharmacotherapy*, 2015, 35(6): 551-559.
- [6] 李盛庆, 叶鹰. 单篇论著评价指标的综合比较研究[J]. *图书与情报*, 2016(1): 85-94.
- [7] 徐义涛. 基于学术迹的学术影响力评价研究[D]. 长沙: 中南大学, 2022.
- [8] 张旭, 雷孝平. 国内外专利情报分析方法、技术与应用研究进展[J]. *情报学进展*, 2012, 9: 287-321.
- [9] 刘意, 文庭孝. 学术迹在期刊评价中的应用及影响因素研究[J]. *情报资料工作*, 2019, 40(4): 69-76.
- [10] ZHANG C T. The h'-index, effectively improving the h-index based on the citation distribution [J]. *PLoS One*, 2017, 8(4): e59912.
- [11] ZHANG C T. The e-index, complementing the h-index for excess citations[J]. *PLoS One*, 2009, 4(5): e5429.
- [12] 马斯佳, 赵悦, 童元元, 等. 基于权重学术迹的中医药作者学术影响力评价方法研究[J]. *数据分析与知识发现*, 2023, 7(8): 163-174.
- [13] 薛霏, 叶鹰. 大学的学术矩阵和学术迹探讨[J]. *大学图书馆学报*, 2014, 32(1): 25-29.
- [14] 苏云梅, 武建光. 关于学术评价指标—学术迹的探讨[J]. *情报理论与实践*, 2015, 38(12): 7-9.
- [15] 王佳博, 蒙元洁, 冯甜甜, 等. 基于 CiteSpace 的中医药治疗高血压知识图谱可视化分析[J]. *中医药通报*, 2022, 21(3): 52-57.
- [16] 王术, 叶鹰. 影响矩作为测度单篇论著影响力的评价指标探讨[J]. *大学图书馆学报*, 2014, 32(5): 12-18.
- [17] 常梦丽, 许静, 张方博, 等. 脑心互损病理机制研究及中医药防治进展[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2021, 27(12): 216-225.
- [18] 唐仕欢, 申丹, 卢朋, 等. 中医传承辅助平台应用评述[J]. *中华中医药杂志*, 2015, 30(2): 329-331.
- [19] 孟祥飞, 张丰荣, 王波, 等. 国医大师治疗水肿验案的核心方挖掘及其作用机制预测研究[J]. *中国中药杂志*, 2022, 47(3): 764-775.
- [20] 许海玉, 唐仕欢, 陈建新, 等. 基于代谢组学的中药“组效关系”研究思路与策略[J]. *世界科学技术—中医药现代化*, 2011, 13(1): 30-35.
- [21] 杨洪军, 雷燕, 唐仕欢, 等. 发现·辨识·优化—中药新药设计的核心与关键[J]. *世界科学技术—中医药现代化*, 2011, 13(1): 153-158.
- [22] 马艳, 张迎春, 陶野, 等. 基于整合药理学策略的元胡止痛方研究进展[J]. *中国中药杂志*, 2015, 40(6): 1048-1054.
- [23] 张旻昱, 龚慕辛, 杨洪军. 含药肠吸收液: 一种新的中药体外药理实验方法[J]. *中草药*, 2018, 49(15): 3457-3462.
- [24] 何子龙, 赵晔, 张毅, 等. 脑心通胶囊肠吸收液保护过氧化氢致 H9c2 心肌细胞损伤的作用机制及有效药味筛选[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2019, 25(4): 29-35.
- [25] XU H Y, ZHANG Y Q, LIU Z M, et al. ETCM: n encyclopaedia of traditional Chinese medicine [J]. *Nucleic Acids Res*, 2019, 47(D1): D976-D982.
- [26] WANG Q, ZHOU J Y, LIU L, et al. Resveratrol activates MAPK/ERK pathway to regulate oestrogen metabolism in type I endometrial cancer [J]. *BMC Complement Med Ther*, 2024, 24(1): 227.
- [27] LI H, HUNG A, YANG A. Herbal formula (Danggui Beimu Kushen Wan) for prostate disorders: A systematic review of classical literature [J]. *Integr Med Res*, 2019, 8(4): 240-246.
- [28] ZHANG, Y Q, LI X, SHI Y L, et al. ETCM v2. 0: An update with comprehensive resource and rich annotations for traditional Chinese medicine [J]. *Acta Pharm Sin B*, 2023, 13(6): 2559-2571.
- [29] 徐义涛, 文庭孝. 基于学术迹的湖南省高校学科学术影响力评价研究—以数学学科为例[J]. *情报工程*, 2022, 8(1): 61-69.
- [30] 尹志欣, 谢荣艳. 我国顶尖科技人才现状及特征研究—以汤森路透 2015 高被引科学家为例[J]. *科技进步与对策*, 2017, 34(1): 136-140.
- [31] 郭姗姗, 李丹, 时宇静, 等. 基于冠状病毒肺炎寒湿疫毒袭肺证病证结合模型的金柴抗病毒胶囊疗效评价[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2020, 26(13): 1-7.
- [32] 许海玉, 刘振明, 付岩, 等. 中药整合药理学计算平台的开发与应用[J]. *中国中药杂志*, 2017, 42(18): 3633-3638.
- [33] 李煜, 张丰荣, 王欢欢, 等. 基于网络稳健性和数据挖掘的痿病核心方药筛选与评价[J]. *中国中药杂志*, 2024, 49(15): 4230-4237.
- [34] 张彦琼, 李梢. 网络药理学与中医药现代研究的若干进展[J]. *中国药理学与毒理学杂志*, 2015, 29(6): 883-892.
- [35] 廖韵诺, 赵凯丽, 郭宏伟. 中药网络药理学的应用与挑战[J]. *中草药*, 2024, 55(12): 4204-4213.
- [36] LI S, ZHANG B. Traditional Chinese medicine network pharmacology: Theory, methodology and application [J]. *Chin J Nat Med*, 2013, 11(2): 110-120.
- [37] 马四清, 时宇静, 李园白, 等. 基于网络药理学和大鼠体内验证的藏药红景天改善脑微循环障碍作用机制研究[J]. *中国药理学通报*, 2024, 40(9): 1781-1791.
- [38] 许海玉, 杨洪军. 整合药理学: 中药现代研究新模式[J]. *中国中药杂志*, 2014, 39(3): 357-362.

- [39] 许海玉,杨洪军. 中药整合药理学[M]. 北京:科学出版社,2021.
- [40] BAI X, ZHENG E, TONG L, et al. Angong Niuhuang Wan inhibit ferroptosis on ischemic and hemorrhagic stroke by activating PPAR γ /At/GPX4 pathway [J]. J Ethnopharmacol, 2024, 321: 117438.
- [41] ZHENG Z, LIU H, WANG X, et al. Artesunate and Tetramethylpyrazine exert effects on experimental cerebral malaria in a mechanism of protein S-Nitrosylation [J]. ACS Infect Dis, 2021, 7(10): 2836-2849.
- [42] JIANG X, CHEN L, ZHENG Z, et al. Synergistic effect of combined artesunate and tetramethylpyrazine in experimental cerebral malaria [J]. ACS Infect Dis, 2020, 6(9): 2400-2409.
- [43] 侯红平,张广平,高云航,等. 红景天苷对慢性阻塞性肺疾病体外细胞模型的保护作用及抗氧化应激机制 [J]. 中药新药与临床药理, 2020, 31(12): 1389-1393.
- [44] 孙静,赵荣华,郭姗姗,等. BD-77雾化吸入给药对肺炎支原体感染小鼠的治疗作用 [J]. 中国药物警戒, 2024, 21(3): 253-256, 262.
- [45] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2022 概要 [J]. 中国循环杂志, 2023, 38(6): 583-612.
- [46] XIA C, DONG X, LI H, et al. Cancer statistics in China and United States, 2022: Profiles, trends, and determinants [J]. Chin Med J (Engl), 2022, 135(5): 584-590.
- [47] 王永霞,郑佳,李巧稚,等. 2021-2023 年中医药防治常见心血管疾病研究述评 [J]. 中医杂志, 2024, 65(11): 1189-1195.
- [48] CHEN Y, HAN J, WANG G, et al. Anticancer effects of zapotin flavone in human gastric carcinoma c-ells are mediated via targeting mTOR/PI3K/Akt signalling pathway [J]. Acta Biochim Pol, 2022, 69(2): 465-469.
- [49] PENG B, HE R, XU Q, et al. Ginsenoside 20 (S) -protopanaxadiol inhibits triple-negative breast cancer metastasis *in vivo* by targeting EGFR-mediated MAPK pathway [J]. Pharmacol Res, 2019, 142: 1-13.
- [50] QU S, LI K, YANG T, et al. Shenlian extract protects against ultrafine particulate matter-aggravated myocardial ischemic injury by inhibiting inflammation response via the activation of NLRP3 inflammasomes [J]. Environ Toxicol, 2021, 36(7): 1349-1361.
- [51] 刘陆,王贻琳,肖顺丽,等. 基于机械力离子通道 Piezo1 的中药生物力药理学研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(10): 235-244.
- [52] 马玉龙,贾冉,张苗苗,等. 抑郁症病证结合动物模型研究进展 [J]. 湖南中医药大学学报, 2024, 44(9): 1720-1726.
- [53] 包蕾,马钦海,郭姗姗,等. BD-77 抑制新型冠状病毒 SARS-CoV-2 药效及机制探讨 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(13): 45-51.
- [54] 庞博,张敬升,郭姗姗,等. 人冠状病毒 229E 湿热疫毒袭肺病证结合小鼠模型的建立及评价 [J]. 中国药物警戒, 2023, 20(1): 40-45.
- [55] 唐仕欢,杨洪军. 中医组方用药规律研究进展述评 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(5): 359-363.
- [56] XU H, ZHANG Y, WANG P, et al. A comprehensive review of integrative pharmacology-based investigation: A paradigm shift in traditional Chinese medicine [J]. Acta Pharm Sin B, 2021, 11(6): 1379-1399.
- [57] 李珊珊,李玮婕,王萍. 整合药理学在中医药现代研究的若干进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(14): 270-278.
- [58] 李元元,王彩虹,生宁,等. 中药多成分药代动力学分析技术研究进展 [J]. 质谱学报, 2023, 44(1): 1-12, 前插 1.
- [59] PING W, TINGLAN Z, GUOHUA Y, et al. Poly-pharmacokinetic strategy-delineated metabolic fate of bioactive compounds in a traditional Chinese medicine formula, Yuanhu Zhitong tablets, using parallel reaction monitoring mode [J]. Phytomedicine, 2019, 53: 53-61.
- [60] CHEN T F, SONG L, GAO Y H, et al. Pharmacokinetics of baicalin and oroxyloside in plasma and different tissues of rats after transnasal aerosol inhalation and intravenous injection of Tanreqing [J]. Front Pharmacol, 2022, 13: 951613.
- [61] 曾珊,伍晓乐,徐杨,等. 中药通过影响肠道菌群治疗 2 型糖尿病的研究进展 [J]. 中国抗生素杂志, 2024, 49(8): 860-866.
- [62] 于岚,邢志凯,米双利,等. 中药对肠道菌群的调节作用 [J]. 中国中药杂志, 2019, 44(1): 34-39.
- [63] 李舒冉,郭姗姗,赵荣华,等. 佛芍颗粒对小鼠肠道菌群及乳糖酶活性的调控作用研究 [J]. 中国药物警戒, 2024, 21(6): 655-659.
- [64] 刘雅清,徐航宇,王敦方,等. 黄芩汤对溃疡性结肠炎小鼠肠道菌群的影响及肠黏膜屏障的保护作用机制 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(7): 11-19.
- [65] 邓玉荣,孙建辉,郝莉雨,等. 百蕊颗粒抗小鼠流感病毒性肺炎作用及机制研究 [J]. 中国药物警戒, 2023, 20(11): 1249-1255.
- [66] 包蕾,耿子涵,郭姗姗,等. 热炎宁合剂对呼吸系统感染性炎症动物抗感染作用研究 [J]. 中国药物警戒,

- 2023, 20(3):241-247.
- [67] 孙建辉,郝莉雨,李宗源,等. 小儿风热清合剂(口服液)对流感病毒致小鼠病毒性肺炎的影响[J]. 中草药, 2022, 53(9):2740-2746.
- [68] LIAO F, LI M, HAN D, et al. Biomechanopharmacology: A new borderline discipline [J]. Trends Pharmacol Sci, 2006, 27(6):287-289.
- [69] 张倩,刘蕾,游云,等. 生物力药理学研究进展[J]. 中国药物警戒, 2018, 15(8):467-469.
- [70] 王薇,贡磊磊,李丽,等. 剪应力联合丹参山楂提取物抗血栓作用机制的研究[J]. 中国药物警戒, 2018, 15(8):462-466, 475.
- [71] 刘蕾,游云,廖福龙. 剪切诱导血小板聚集机制及其治疗进展[J]. 药学报, 2020, 55(11):2501-2509.
- [72] 史雅红. 基于生物力药理学理论的根皮苷治疗组织纤维化药效及机制研究[D]. 北京:北京中医药大学, 2023.
- [73] HE P, ZHANG H X, SUN C Y, et al. Overexpression of SASH1 inhibits the proliferation, invasion, and EMT in hepatocarcinoma cells[J]. Oncol Res, 2016, 24(1):25-32.
- [74] LIU X, ZHU X. *Stellera chamaejasme* L. extract induces apoptosis of human lung cancer cells via activation of the death receptor-dependent pathway[J]. Exp Ther Med, 2012, 4(4):605-610.
- [75] LIU X, LI Y, YANG Q, et al. *In vitro* inhibitory and pro-apoptotic effect of *Stellera chamaejasme* L extract on human lung cancer cell line NCI-H157[J]. J Tradit Chin Med, 2012, 32(3):404-410.
- [76] 王和勇,古龙. 基于专利计量的人工智能发展现状研究及关键技术分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40(21):202-210.
- [77] 张金英,苗明三. 中药药理学的再思考[J]. 时珍国医国药, 2024, 35(5):1198-1201.
- [78] 王志琪,周志华,裴刚,等. 浅谈中药药理学课程建设[J]. 卫生职业教育, 2020, 38(1):25-26.
- [79] 廖福龙,陈可冀. 活血化癥功效的生物力药理学诠释[J]. 中国中西医结合杂志, 2006(10):869-870.
- [80] 游云,张毅. 血流剪应力、生物力药理学与疾病防治[J]. 微循环学杂志, 2010, 20(3):3.
- [81] 陈翠,申锴. 机械敏感性离子通道 Piezo1 在循环系统疾病中的研究进展[J]. 中国心血管杂志, 2022, 27(6):597-601.
- [82] XU H, LI S, LIU J, et al. Bioactive compounds from Huashi Baidu decoction possess both antiviral and anti-inflammatory effects against COVID-19[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2023, 120(18):e2301775120.
- [83] 叶鹰. 国际学术评价指标研究现状及发展综述[J]. 情报学报, 2014, 33(2):215-224.
- [84] 王鑫. 基于产学研合作的地方本科院校创新创业人才培养机制研究[J]. 四川劳动保障, 2024(6):92-93.
- [责任编辑 周冰冰]