

# 中药复方药效物质基础研究进展<sup>Δ</sup>

袁媛<sup>1\*</sup>, 牛娣<sup>1</sup>, 庞欣欣<sup>2#</sup>, 杜朝阳<sup>1</sup>, 王亚男<sup>1</sup>, 陈瑞芳<sup>1</sup>(1. 河南中医药大学第二临床医学院, 郑州 450011; 2. 河南省中医院/河南中医药大学第二附属医院肾病科, 郑州 450002)

中图分类号 R917 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2025)21-2738-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2025.21.21



**摘要** 中药复方是中医药理论体系的重要实践载体,具有多成分、多靶点等复杂特点,其药效物质基础研究逐渐成为推动中药现代化发展的关键所在。近年来,中药复方药效物质基础研究的新思路和新理论不断被提出。本文通过对靶向垂钓技术、谱效关系分析、血清药物化学、网络药理学、高通量筛选技术、细胞膜色谱技术等分析技术进行归纳总结,发现其在靶标特异性分析、成分-药效关联分析、体内外物质基础辨识、多靶点机制预测、活性成分筛选及细胞膜受体互作分析等方面展现出独特优势,弥补了传统研究方法的不足,提升了中药复方药效物质基础研究的系统性与精准性,可为中药复方的推广及临床应用提供理论支持。

**关键词** 中药复方;药效物质;分析技术

## Research progress in analytical technologies for characterizing pharmacodynamic substance basis of traditional Chinese medicine compound prescriptions

YUAN Yuan<sup>1</sup>, NIU Di<sup>1</sup>, PANG Xinxin<sup>2</sup>, DU Chaoyang<sup>1</sup>, WANG Yanan<sup>1</sup>, CHEN Ruifang<sup>1</sup>(1. The Second Clinical Medical School, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450011, China; 2. Dept. of Nephrology, Henan Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine/the Second Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450002, China)

**ABSTRACT** Traditional Chinese medicine (TCM) compound prescriptions serve as crucial practical embodiments of TCM theoretical frameworks, characterized by their complex multi-component composition and multi-target interactions. The research on the material basis of their pharmacological effects has gradually become the key to promoting the modernization of TCM. In recent years, new ideas and theories regarding the research on pharmacodynamic substance basis of TCM compound prescriptions have been continuously proposed. This review systematically summarizes and reviews analytical techniques such as targeted fishing technology, spectrum-effect relationship analysis, serum pharmacochimistry, network pharmacology, high-throughput screening, and cell membrane chromatography. It is found that these techniques exhibit unique advantages in areas including target-specific analysis, component-pharmacological effect correlation analysis, identification of the material basis *in vitro* and *in vivo*, prediction of multi-target mechanisms, efficient screening of active ingredients, and analysis of interactions between cell membrane receptors. These techniques compensate for the shortcomings of traditional research methods, enhance the systematicness and precision of research on pharmacodynamic substance based TCM compound prescriptions, and can provide theoretical support for the promotion and clinical application of TCM compound prescriptions.

**KEYWORDS** traditional Chinese medicine compound prescriptions; pharmacodynamic substance; analytical technology

中药复方作为中医药理论体系的重要实践载体,通过药性及配伍理论构建出复杂的“组方系统”,在临床防

治疾病方面展现出不可替代的独特优势。这种基于整体观构建的复方体系,通过多成分协同作用实现多靶点动态调控,为现代复杂疾病的治疗提供了新的研究思路<sup>[1]</sup>。然而,中药复方的化学成分复杂,其药效物质基础长期处于“知其效而不知所以效”的模糊状态,这显著制约了中药现代化发展、标准化建设。现行经典研究模式普遍沿用“化学分离-活性验证”的思路,对中药化学成分进行提取、分离、结构鉴定、生物活性筛选,但此类研究进度较慢,且忽视了中药的整体性和系统性<sup>[2]</sup>。近年来,中药复方药效物质基础研究的新思路和新理论不断

<sup>Δ</sup> 基金项目 国家自然科学基金项目(No. 825744990, No. 82474495);河南省医学科技攻关计划省部共建青年项目(No. SBGJ202403050);河南省研究生教育改革与质量提升工程项目(No. YJS2024KC22);河南省中医药科学研究专项(No. 2024ZY2075);河南省高等学校重点科研项目(No. 25A360022)

\* 第一作者 硕士研究生。研究方向:中医药防治肾脏疾病。E-mail: Yy15638577167@163.com

# 通信作者 副主任医师,硕士生导师,博士。研究方向:中医药防治肾脏疾病。E-mail: doctorpang@aliyun.com

被提出,靶向垂钓技术、谱效关系分析等研究方法不断涌现,但目前有关这些研究方法的现状介绍及应用情况尚不完善。基于此,本文综述中药复方药效物质基础研究技术的研究进展,以期阐明中药复方药效物质提供参考依据。

### 1 基于靶向垂钓技术的中药复方药效物质研究

随着“精准医疗”概念的提出,传统药物研发模式正经历向“精准”靶向分子设计策略的转变。靶向垂钓技术是基于分子互作原理的活性成分定向筛选方法,可以进行中药药效物质的快速筛选与结构鉴定,其在应用上以靶标垂钓和配体垂钓为代表。其中靶标垂钓是指通过设计合成具有特定化学性质的分子探针,然后根据固相萃取技术特异性捕获与分子探针存在构效关联的靶点蛋白,再将捕获的靶点蛋白作为生物识别元件,筛选中药的活性成分<sup>[3]</sup>;配体垂钓是指基于生物分子间的特异性亲和作用,通过整合靶向筛选与分析检测技术实现活性成分的精准识别<sup>[4]</sup>。

靶向垂钓技术中靶点蛋白的确定至关重要,通常可以基于以下层面确定:(1)基于中医证型与病理机制,如研究发现高血压痰瘀互结证患者更易发生左心室肥厚和心绞痛,提示该证型与心肌纤维化、炎症相关<sup>[5]</sup>,因此可选择调控纤维化和炎症的靶点蛋白用于筛选活血化瘀中药复方的活性成分;(2)基于方证代谢组学,如有研究采用方证代谢组学确定疾病所涉及的代谢通路,从而提取差异基因,确定靶点蛋白,进而筛选痹痛宁胶囊治疗风寒湿痹型膝骨关节炎的活性成分<sup>[6]</sup>;(3)基于病理靶点,如Guo等<sup>[7]</sup>以 $\beta$ -淀粉样蛋白为靶点,筛选开心散提取物改善神经元损伤的活性成分;Zhu等<sup>[8]</sup>以环氧合酶2为靶点,筛选防己黄芪汤改善类风湿性关节炎的活性成分。

靶向垂钓技术虽然灵敏度高,可直接筛选与靶点蛋白结合的活性成分,但是需预先明确疾病相关的靶点。因此,基于靶向垂钓技术筛选合适的靶点和设计有效的分子探针存在一定的挑战性,故采用该技术揭示中药复方药效物质基础仍存在一定不足。

### 2 基于谱效关系分析的中药复方药效物质研究

谱效关系分析是指将中药指纹图谱与药理学相结合,以揭示中药活性成分与药效间的关系,从而筛选出具有特定药效的活性成分,进而阐明中药复方的药效物质基础<sup>[9]</sup>。中药谱效关系分析可概括为3个关键过程——首先基于色谱、光谱等现代分析技术构建中药化学成分的指纹图谱,实现物质基础的全面表征;其次设计合理的药理学实验方案,收集体内外药理学评价指标;最终采用灰色关联度分析等数据处理方法,将指纹图谱数据与药理学指标进行关联分析,建立具有预测功能的谱效模型<sup>[10]</sup>。如张茜茜等<sup>[11]</sup>建立了七叶神安片的高效液相色谱指纹图谱,结果发现峰8(即人参皂苷Rb<sub>3</sub>)对七叶神安片改善失眠作用的贡献最大,提示其为七叶神安片的主

要药效物质;史精干等<sup>[12]</sup>采用灰色关联度分析研究了决明子分散片改善大鼠急性肝损伤的谱效关系,结果发现峰29(即橙黄决明素)、峰36(即大黄酸)等与改善急性肝损伤作用的关联度较大,提示这些成分是决明子分散片改善急性肝损伤的主要药效物质。

基于谱效关系分析可以精准地筛选出中药复方中具有药理活性的成分,提高药效物质研究的效率,然而中药复方成分复杂,谱效关系的研究可能存在药效学与药动学不匹配的现象<sup>[13]</sup>,因此需要进一步优化实验设计,通过绘制血药浓度-时间曲线和效应-浓度曲线等,观察滞后时间与效应半衰期,进而校正与完善谱效关系模型,使其能更精准地阐明中药复方药效物质基础。

### 3 基于血清药物化学的中药复方药效物质研究

中药血清药物化学是通过分析口服中药后血清中的移行成分,来研究中药药效物质基础的方法<sup>[14]</sup>。现代药理学理论认为,中药复方成分复杂,只有其入血成分才能发挥疗效,因此中药复方的药效物质可通过口服给药后血清中的化学成分来确定<sup>[15]</sup>。相较于传统的体外分析,基于血清药物化学的研究方法能够更精准地反映中药在体内的代谢转化过程,提高中药药效物质的筛选效率<sup>[16]</sup>。

中药血清药物化学的主要研究过程依次为生物样本采集与处理方法的建立、血清指纹图谱的构建、原型成分与代谢产物的追踪与鉴定、血清中移行成分的分析等。给药方案主要基于两种策略:一是单剂量饱和给药,通过单次高剂量给药,以反映原型成分在模型动物体内的动态变化过程;二是多剂量累积给药,通过一定剂量重复给药,以维持稳态血药浓度,便于检测模型动物血清中的移行成分<sup>[17]</sup>。蒋森等<sup>[18]</sup>采用超高效液相色谱四极杆飞行时间串联质谱(UPLC-Q-TOF/MS)技术分析大建中汤的入血成分,结果发现22个入血成分,其中5个为原型成分,17个为代谢产物。部分中药复方的血清药物化学相关研究结果见表1。基于血清药物化学虽然可以筛选中药药效物质,但是中药复方的成分复杂,且易在体内发生相互作用,导致分析方法建立困难,难以明确药效物质<sup>[23]</sup>。因此,发展更全面的分析技术,深入推进血清药物化学在中药复方药效物质研究中的应用,仍是中药现代化发展的重要方向。

表1 部分中药复方的血清药物化学相关研究结果

研究对象	分析方法	研究结果
大建中汤 <sup>[18]</sup>	UPLC-Q-TOF/MS法	22个人血成分,5个原型成分,17个代谢产物
芪蛭降糖胶囊 <sup>[19]</sup>	超高效液相色谱-四极杆-静电场轨道阱高分辨质谱法	36个人血成分,15个原型成分,21个代谢产物
桂枝加葛根汤 <sup>[20]</sup>	超高效液相色谱-四极杆-静电场轨道阱高分辨质谱法	57个人血成分,29个原型成分,28个代谢产物
玉泉胶囊 <sup>[21]</sup>	UPLC-Q-TOF/MS法	32个人血成分,17个原型成分,15个代谢产物
参苓白术散 <sup>[22]</sup>	UPLC-Q-TOF/MS法	27个人血成分,11个原型成分,16个代谢产物

### 4 基于网络药理学的中药复方药效物质研究

网络药理学研究可通过构建“药物-靶标-疾病”网络,系统分析中药复方的复杂作用机制,对研究中药的

药效物质具有重要意义。网络药理学研究包含网络构建、网络拓扑学分析、网络功能分析和网络验证4个核心环节:(1)网络构建——通过相关数据库筛选活性成分,再通过文献挖掘确定各成分靶点,然后整合疾病相关的靶点信息,构建“中药-成分-靶点-疾病”网络;(2)网络拓扑学分析——通过识别关键节点和路径,确认中药干预的靶点;(3)网络功能分析——通过分析节点间的相互作用,对网络拓扑学分析结果所揭示的中心节点和亚网络进行功能富集分析,揭示潜在的生物学功能和信号通路;(4)网络验证——包括细胞层面、动物层面的实验验证以及临床层面的试验验证<sup>[24]</sup>。

王砾寒等<sup>[25]</sup>基于网络药理学探究安宫牛黄丸治疗缺血性脑卒中的作用,筛选出16种活性成分(如黄连素等)及4个核心结合靶点(细胞分裂周期因子42、丝裂原活化蛋白激酶和沉默信息调节因子1等),这为研究安宫牛黄丸抗缺血性脑卒中的药效物质基础和药理学机制提供了思路。王彬等<sup>[26]</sup>基于网络药理学探讨参附益心颗粒治疗心力衰竭的机制,获得了210种活性成分(如槲皮素、木犀草素、花生四烯酸等)及97个潜在作用靶点(如丝裂原活化蛋白激酶、小窝蛋白1等),这为明确参附益心颗粒保护心脏的药效物质提供了参考。然而,目前相关数据库中可用的中药成分和靶点数据较为有限,影响了网络药理学研究的全面性和准确性;并且只依据网络药理学筛选出的活性成分来确定中药复方的药效成分是不全面的,还需综合考虑中药之间的相互作用以及化学成分含量差异的影响,如金铃子散(由金铃子和延胡索配伍而成)可通过调控肝药酶细胞色素P450(cytochrome P450, CYP)1A2和CYP3A4活性影响药物代谢,且增加金铃子剂量可以延长药效持续时间<sup>[27]</sup>。同时,网络药理学往往建立在已有的生物信息学网络和模型之上,但现有的预测模型存在一定的误差,需要更多的实验及临床数据来建立完善的“疾病-基因-靶标”体系。

## 5 基于高通量筛选技术的中药复方药效物质研究

高通量筛选是一种能够在短时间内对大量化合物进行测试的技术,可迅速识别具有特定生物活性的分子,具有高效、灵敏、经济的特点<sup>[28]</sup>。常见的高通量筛选方法主要包括:(1)细胞高通量筛选——构建具有特定功能的细胞模型,测试中药复方的活性成分对细胞生物学过程的影响;(2)受体结合筛选——依据表面等离子共振技术,通过与特定的受体结合,筛选出具有特定作用的成分<sup>[29]</sup>。

Tao等<sup>[30]</sup>采用UPLC-Q-TOF/MS技术分析了疏风解毒胶囊的化学成分,然后基于高通量筛选技术,利用双荧光素酶报告基因系统筛选出该胶囊的抗炎活性成分,为揭示疏风解毒胶囊治疗急性肺损伤的药效物质基础提供了参考。Wang等<sup>[31]</sup>基于高通量筛选技术获取了复方丹参滴丸30个激酶类靶点,并验证出这些靶点是复方

丹参滴丸药效物质作用的直接靶点,这为明确该复方治疗心血管疾病的药效物质基础提供了参考。然而,尽管高通量筛选可以识别中药复方中的化学成分,但是由于中药复方成分复杂,其筛选工作仍存在一定困难,难以提取和分离所有的药效物质;另外,高通量筛选通常依赖于体外实验,而体外实验难以模拟复杂的人体生理,故中药复方的疗效在体内的表现往往与体外实验结果存在差异。

## 6 基于细胞膜色谱技术的中药复方药效物质研究

细胞膜色谱技术(cell membrane chromatography, CMC)是基于配体-受体特异性亲和作用的生物亲和色谱技术,通过构建细胞膜固定化色谱模型,在色谱柱中模拟药物-细胞膜受体在体内的动态相互作用过程,并结合液相色谱,精准捕获中药复方中与特定细胞膜受体具有结合活性的化学成分<sup>[32]</sup>。吴灿等<sup>[33]</sup>选取成骨细胞建立CMC/UPLC-Q-TOF/MS系统,在六味地黄汤中筛选出了16种抗骨质疏松活性成分(如梓醇、齐墩果酸和丹皮酚等),为明晰六味地黄汤的药效物质基础和筛选抗骨质疏松新药或先导化合物提供了参考。孙卓然<sup>[34]</sup>通过血清药物化学分析了黄芩汤的入血成分,又选取肝癌细胞HepG2和结直肠癌细胞HT-29建立了全二维CMC-C<sub>18</sub>柱-Q-TOF/MS筛选系统,筛选出黄芩汤中的抗肿瘤活性成分(如乌药碱、黄芩苷、芹菜素等)。于露等<sup>[35]</sup>以心肌细胞建立CMC/UPLC-Q-TOF/MS系统,从稳心颗粒中筛选出39种能与心肌细胞的细胞膜特异性结合的化合物,为阐明稳心颗粒治疗心肌细胞损伤的药效物质基础提供了思路。然而,由于细胞膜蛋白在固定相上容易脱落或失去活性,因此CMC柱的使用寿命相对较短,且CMC技术仅在体外模拟药物与细胞膜受体的结合过程,无法完全模拟体内环境。因此,在阐释中药复方药效物质基础时,需将CMC筛选结果与体内药效学实验及多组学数据相互验证,以更全面、真实地反映复方药效物质。

## 7 结语

中药复方化学成分复杂多样,其往往通过多成分、多靶点、多途径的复杂作用发挥疗效,研究中药复方药效物质基础是揭示其复杂作用机制的关键。目前,中药复方药效物质基础分析技术逐渐完善,靶向垂钓技术、谱效关系分析、血清药物化学、网络药理学、高通量筛选技术、CMC等分别在靶标特异性分析、成分-药效关联分析、体内外物质基础辨识、多靶点机制预测、活性成分筛选及细胞膜受体互作分析等方面展现出独特优势,这些研究方法弥补了传统研究方法的不足,提升了药效物质基础研究的系统性与精准性。目前,中医药理论的国际影响力日益增加,在中药复方药效物质基础的研究思路与方法上,更加注重与中医药理论的结合与创新,可为中药复方的推广及临床应用提供理论支持。

## 参考文献

- [1] 王杰, 隗鑫, 陈威, 等. 代谢组学技术在中药复方配伍规律研究中的应用[J]. 中草药, 2022, 53(5): 1528-1539.
- [2] 李飞, 赵原, 蔺瑞, 等. 中药复方药效物质及作用机制研究进展[J]. 中国药理学杂志, 2019, 54(13): 1037-1044.
- [3] 孔伟浩, 徐依桐, 徐达峰, 等. 靶向垂钓技术在中药活性成分筛选中的研究进展[J]. 中国现代应用药学, 2021, 38(18): 2288-2295.
- [4] WUBSHET S G, LIU B R, KONGSTAD K T, et al. Combined magnetic ligand fishing and high-resolution inhibition profiling for identification of  $\alpha$ -glucosidase inhibitory ligands: a new screening approach based on complementary inhibition and affinity profiles[J]. Talanta, 2019, 200: 279-287.
- [5] 任敏之, 符德玉, 颜乾麟. 高血压病患者中医证型与靶器官损害关系的临床研究[J]. 四川中医, 2006, 24(9): 47-48.
- [6] 刘绍博, 姚龙宇, 查鑫, 等. 基于方证代谢组学联合靶向蛋白分析策略的痹痛宁胶囊质量标志物(Q-Marker)研究[J]. 中草药, 2025, 56(8): 2662-2677.
- [7] GUO M S, ZHU F D, QIU W Q, et al. High-throughput screening for amyloid- $\beta$  binding natural small-molecules based on the combinational use of biolayer interferometry and UHPLC-DAD-Q/TOF-MS/MS[J]. Acta Pharm Sin B, 2022, 12(4): 1723-1739.
- [8] ZHU Y Y, DUAN A, YU Q Q, et al. Screening bioactive compounds from Fangji huangqi decoction for treating rheumatoid arthritis via COX-2 magnetic ligand fishing combined with *in vivo* validation[J]. J Ethnopharmacol, 2025, 337(Pt 1): 118725.
- [9] 李戎, 闫智勇, 李文军, 等. 创建中药谱效关系学[J]. 中医教育, 2002, 21(2): 62.
- [10] 张王宁, 李爱平, 李科, 等. 中药药效物质基础研究方法进展[J]. 中国药理学杂志, 2018, 53(10): 761-764.
- [11] 张茜茜, 李瑞芸, 贾悦, 等. 基于谱效关系的七叶神安片药效成分研究[J]. 中国医院药学杂志, 2024, 44(24): 2799-2805.
- [12] 史精干, 李燊星, 王恒, 等. 决明子分散片对大鼠急性肝损伤的保护作用及其谱效关系研究[J]. 中国药理学杂志, 2023, 58(14): 1295-1304.
- [13] 贺琪珺, 肖美凤, 贺鹏, 等. 中药谱动力学与谱效动力学关联性研究现状及其关键问题解决的对策探讨[J]. 中草药, 2023, 54(12): 4061-4068.
- [14] 王喜军. 中药及中药复方的血清药物化学研究[J]. 世界科学技术, 2002, 4(2): 1-4, 78.
- [15] 汪小莉, 刘晓, 韩燕全, 等. 中药药效物质基础研究主要研究方法概述[J]. 中草药, 2018, 49(4): 941-947.
- [16] 陈卓, 潘明佳, 邢雪飞, 等. 血清药物化学在中药及其复方药效物质基础研究中的进展[J]. 药物评价研究, 2016, 39(1): 143-147.
- [17] 武晓伟, 郝艳艳, 聂春霞, 等. 中药血清药物化学的方法学概述及应用领域研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(3): 173-179.
- [18] 蒋森, 彭伟, 吴纯洁, 等. 基于UPLC-Q-TOF/MS技术的大建中汤血清药物化学研究[J]. 中草药, 2023, 54(16): 5154-5164.
- [19] 史静超, 裴科, 张维钰, 等. 基于UPLC-QE-Orbitrap-MS法的芪蛭降糖胶囊血清药物化学研究[J]. 中成药, 2023, 45(7): 2414-2419.
- [20] 杜宝香, 付岩, 孙启慧, 等. 基于中药血清药物化学的桂枝加葛根汤干预流感病毒性肺炎功效组分表征[J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(19): 168-175.
- [21] 李太平, 谭枢恩, 张孟丽, 等. 基于中药血清药物化学的玉泉胶囊质量标志物研究[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(7): 1802-1813.
- [22] 李雷, 张艳丽, 陈美庆, 等. UPLC-Q-TOF-MS/MS技术分析参苓白术散化学成分及入血成分[J]. 中药新药与临床药理, 2024, 35(4): 553-562.
- [23] 张雯霞, 冯敏, 苗雨露, 等. 中药血清药物化学的应用现状概述[J]. 药物评价研究, 2019, 42(7): 1448-1453.
- [24] 廖韵诺, 赵凯丽, 郭宏伟. 中药网络药理学的研究应用与挑战[J]. 中草药, 2024, 55(12): 4204-4213.
- [25] 王砺寒, 侯静怡, 李雪丽. 基于网络药理学及动物实验探究安宫牛黄丸治疗缺血性脑卒中的作用[J]. 中成药, 2024, 46(10): 3468-3475.
- [26] 王彬, 王新陆, 李兰馨, 等. 基于网络药理学、分子对接及实验验证探讨参附益心颗粒治疗心力衰竭的作用机制[J]. 中药新药与临床药理, 2024, 35(9): 1352-1363.
- [27] 成龙. 基于肝药酶代谢的金铃子散复方配伍研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2012.
- [28] 方莲花, 王月华, 杜冠华. 高通量筛选技术在药物发现中的应用进展[J]. 中国药理学杂志, 2023, 58(4): 289-295.
- [29] 苏华, 何飞. 高通量筛选技术在天然药物研究中的应用进展[J]. 中华中医药学刊, 2013, 31(1): 144-146.
- [30] TAO Z G, MENG X, HAN Y Q, et al. Therapeutic mechanistic studies of Shufeng jiedu capsule in an acute lung injury animal model using quantitative proteomics technology[J]. J Proteome Res, 2017, 16(11): 4009-4019.
- [31] WANG T X, LIANG L, ZHAO C L, et al. Elucidating direct kinase targets of compound Danshen dropping pills employing archived data and prediction models[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 9541.
- [32] 胡琪, 解笑瑜, 王嗣岑. 细胞膜仿生亲和识别技术在中药活性成分筛选中的应用研究进展[J]. 药学进展, 2023, 47(11): 864-874.
- [33] 吴灿, 许平翠, 姚伟宣, 等. 成骨细胞膜色谱/超高效液相色谱-飞行时间质谱法快速筛选六味地黄汤抗骨质疏松活性成分[J]. 色谱, 2019, 37(3): 305-312.
- [34] 孙卓然. 基于全二维细胞膜色谱系统的黄芩汤抗肿瘤活性成分筛选和协同效应研究[D]. 上海: 中国人民解放军海军军医大学, 2024.
- [35] 于露, 钱舒乐, 郭海珍, 等. 基于CMC/UPLC-Q-TOF/MS探讨稳心颗粒效应成分及抗心律失常作用机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(19): 124-132.

(收稿日期: 2025-05-05 修回日期: 2025-09-19)

(编辑: 唐晓莲)