转化医学与临床药学
TRANSLATIONAL MEDICINE AND CLINICAL PHARMACY



·专题：中医药创新应用·

桂枝的化学成分、药理机制和临床应用研究进展

刘浩楠[1]，王瑞[1]，彭雨晴[1]，山长亮[2*]，张帅[1**]

（1. 天津中医药大学中西医结合学院，天津 301617；2. 南开大学药学院，天津 300350）

[摘要] 桂枝为樟科植物肉桂的干燥嫩枝，在中国和东南亚地区分布广泛，是一味应用历史悠久且临床价值突出的传统中药材。其主要活性成分为肉桂醛、肉桂酸等，现代药理研究证实该类成分具有抗炎、抗菌、抗氧化、抗肿瘤和免疫调节等多种生物活性。在中医临床实践中，桂枝被广泛用于感冒、关节疼痛和月经不调等病症的治疗。然而，桂枝过量使用或用药不当可能引发毒性反应。综述桂枝的化学成分、药理特性及药用价值，旨在为其作用机制、用药安全性的深入研究，以及临床合理应用与创新药物开发提供参考依据。

[关键词] 桂枝；化学成分；活性成分；药理机制；临床应用

[中图分类号] R284；R285 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-5094（2026）02-0168-09

DOI: 10.20053/j.issn1001-5094.20250073

Progress in Research on the Chemical Constituents, Pharmacological Mechanisms, and Clinical Applications of Cassia Twig

LIU Haonan[1], WANG Rui[1], PENG Yuqing[1], SHAN Changliang[2], ZHANG Shuai[1]

(1. School of Integrative Medicine, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China; 2. College of Pharmacy, Nankai University, Tianjin 300350, China)

[Abstract] Cassia twig, derived from the dried tender twigs of *Cinnamomum cassia*, is a traditional Chinese medicine with a long application history and extensive clinical utility, which is widely distributed in China and Southeast Asia. Its main active components, such as cinnamaldehyde and cinnamic acid, have been confirmed by modern pharmacological studies to exhibit multiple biological activities, including anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant, antitumor, and immunomodulatory effects. In clinical practice of traditional Chinese medicine, cassia twig is widely used for the treatment of colds, joint pain, and menstrual disorders and other diseases. However, excessive use or improper administration may induce toxic reactions. This article reviews the chemical components, pharmacological properties and medicinal value of cassia twig, aiming to provide a reference for the in-depth study on its action mechanisms and medication safety, as well as for its rational clinical application and innovative drug development.

[Key words] cassia twig; chemical component; active component; pharmacological mechanism; clinical application

桂枝为樟科植物肉桂（*Cinnamomum cassia* Presl）的干燥嫩枝，春、夏季采收。作为中医药领域的常用药材，桂枝不仅药用历史悠久，且在我国南方地区（如广东、广西、云南等省份）分布广泛[1]。在传统中医学理论中，桂枝具有“温通心阳”的功效，传统临床常用于治疗风寒感冒、脘腹冷痛、血寒经闭、关节痹痛、痰饮、水肿及心悸等病症。桂枝在中医药中应用广泛，出现在许多经典方剂中，如桂枝茯苓丸、桂枝汤、麻黄汤等，是中医药领域不可或缺的一味药材[2]。

现代药理学研究表明，桂枝具有抗菌、抗炎、抗病毒、抗肿瘤、解热镇痛、降血糖及抗血小板聚集等多重药理活性，这些生物效应与其富含的特定类别次生代谢产物密切相关。随着现代分离分析技术的不断发展，目前已从桂枝中分离鉴定出数百种化合物，主要包括苯丙素类、甾醇类、黄酮类、萜类、有机酸类等[3-4]。本文系统综述 2020—2024 年桂枝中新分离出的化合物及其药理作用，并探讨其用药安全性，旨在为桂枝的临床合理应用及后续深入研究提供科学依据。

接受日期： 2025-06-16

基金项目： 国家自然科学基金面上项目（No. 82273963）；天津市自然科学基金重点项目（No. 24JCZDJC00770）

***通信作者：** 山长亮，教授

研究方向： 肿瘤代谢酶表观调控与化学干预

E-mail： changliangshan@nankai.edu.cn；

****通信作者：** 张帅，研究员

研究方向： 中西医结合防治肿瘤研究

E-mail： shuaizhang@tjutcm.edu.cn

1 桂枝的主要化学成分

桂枝的化学成分复杂多样，主要包括苯丙素类、甾醇类、黄酮类及萜类等，其中苯丙素类化合物在桂枝化学成分中占主要地位，肉桂醛单体已被证实是其关键药效物质。王丹等[5]从桂枝的乙醇提取物中分离出 22 种化合物，其中 13 种为苯丙烷类化合物。

1.1 苯丙素类

苯丙素类化合物是一类以 C6-C3 基团（苯环连接 3 个直链碳原子）为基本骨架的生物活性分子，广泛存在于精油、香料、香精、啤酒、葡萄酒、蜂胶及传统药用植物等天然资源中[6]。该类化合物具有广泛的药理作用，如抗炎、抗氧化、抗肿瘤、抗病毒、保肝、降压等[7]。

1.2 甾醇类

甾醇类化合物以环戊烷多氢菲（甾核）为基本结构骨架，目前已从植物中分离鉴定出 40 余种植物甾醇，其中豆甾醇、谷甾醇和菜油甾醇最为常见，占总植物甾醇含量的 98% 左右[8]。作为自然界广泛存在的有机化合物，甾醇类在药物研发领域具有重要价值，其药理作用涵盖降胆固醇、抗癌、抗炎、免疫调节、神经保护、抗菌、抗氧化、降血糖、抗肥胖和抗骨关节炎等，为相关药物的开发提供了广阔前景[9–11]。

1.3 黄酮类

黄酮类化合物是一类结构特征相似的小分子物质，通常指由 2 个苯环（A 环和 B 环）通过中心三碳链连接形成的一系列 C6-C3-C6 骨架化合物，其核心结构特征为 2-苯基色原酮母核，是其化学分类的关键结构标志，天然存在的生物类黄酮经生物合成途径多转化为糖苷衍生物形式。截至目前，植物中已鉴定出 5 000 余种黄酮类化合物。根据 A 环和 B 环间三碳链的氧化程度、环状结构形成状态及 B 环连接位置，可将其分为黄烷醇、花青素、黄烷酮、黄酮醇、异黄酮、黄酮和查耳酮七大类[12]。该类化合物在植物中多以糖苷形式存在，常见糖基配体包括葡萄糖、鼠李糖、半乳糖及其二糖和多糖，通过 O-糖苷键或 C-糖苷键连接到母核的不同位点。现代研究证实，黄酮类化合物具有抗菌、抗炎、抗病毒、抗肿瘤、抗衰老、抗氧化及心脏保护等多重生物活性[13]。

1.4 萜类

萜类化合物及其衍生物以甲戊二羟酸为生物合成前体，以异戊二烯单元（C5 单元）为基本结构骨架，多以醇、醛、酮、羧酸、酯等含氧化合物形式存在。根据碳原子数，萜类可分为单萜（C10）、倍半萜（C15）、二萜（C20）、三萜（C30）和多萜等类别，其结构多样，包括链状、单环、双环、三环、四环和五环等多种类型，由异戊二烯单元通过不同连接方式形成。萜类化合物广泛存在于植物界，是玫瑰、桉树和松属植物等特征性次生代谢物（如芳香成分）的主要来源，部分动物激素、维生素等也属于萜类范畴[14]。该类化合物具有抗炎、抗癌、抗真菌、抗氧化、抗过敏和神经保护等多种药理作用[15]。

1.5 其他化学成分

除上述 4 类主要成分外，桂枝还含有糖苷类、脂肪酸类和有机酸类等其他化合物[16–17]。表 1 列出了桂枝中已分离鉴定的部分主要成分及其 CAS 号与化学分类。

表 1 桂枝的主要化学成分

分类	化学成分	分子式	CAS 号	参考文献
苯丙素类	香豆素 coumarin	$C_9H_6O_2$	91-64-5	[3]
	肉桂酸 cinnamic acid	$C_9H_8O_2$	621-82-9	[3]
	肉桂醇 cinnamic alcohol	$C_9H_{10}O$	104-54-1	[3]
	4-羟基肉桂酸 4-hydroxycinnamic acid	$C_9H_8O_3$	4501-31-9	[6]
	6-甲基香豆素 6-methylcoumarin	$C_{10}H_8O_2$	92-48-8	[6]
	香草醛 vanillin	$C_8H_8O_3$	121-33-5	[6]
	绿原酸 chlorogenic acid	$C_{16}H_{18}O_9$	327-97-9	[18]
	没食子酸 gallic acid	$C_7H_6O_5$	149-91-7	[19]
	肉桂醛 cinnamaldehyde	C_9H_8O	14371-10-9	[19]
	2-羟基肉桂酸 2-hydroxycinnamic acid	$C_9H_8O_3$	583-17-5	[20]
甾醇类	β-谷甾醇 β-sitosterol	$C_{29}H_{50}O$	83-46-5	[3]
黄酮类	木犀草素 luteolin	$C_{15}H_{10}O_6$	491-70-3	[3]
	槲皮素 quercetin	$C_{15}H_{10}O_7$	117-39-5	[3]
	木犀草苷 luteoloside	$C_{21}H_{20}O_{11}$	5373-11-5	[6]
	芹菜素 apigenin	$C_{15}H_{10}O_5$	520-36-5	[6]
	(+)-儿茶素(+)-catechin	$C_{15}H_{14}O_6$	154-23-4	[19]
	原花青素 B2 proanthocyanidin B2	$C_{30}H_{26}O_{12}$	29106-49-8	[21]
	芸香柚皮苷 narirutin	$C_{27}H_{32}O_{14}$	14259-46-2	[22]
	柚皮苷 naringin	$C_{27}H_{32}O_{14}$	10236-47-2	[22]

续表 1

分类	化学成分	分子式	CAS 号	参考文献
糖苷类	苄基-β-龙胆二糖苷 benzyl gentiobioside	$C_{19}H_{28}O_{11}$	56775-64-5	[23]
	苄基β-樱草糖苷 benzyl β-primeveroside	$C_{18}H_{26}O_{10}$	130622-31-0	[21]
萜类	(−)-α-荜澄茄油烯(−)-α-cubebene	$C_{15}H_{24}$	17699-14-8	[3]
	肉桂新醇 A cinncassiol A	$C_{20}H_{30}O_7$	73599-11-8	[3]
	β-榄香烯 β-elemene	$C_{15}H_{24}$	515-13-9	[3]
	柠檬烯 limonene	$C_{10}H_{16}$	138-86-3	[3]
	脱落酸 abscisic acid	$C_{15}H_{20}O_4$	14375-45-2	[6]
	柠檬醛 citral	$C_{10}H_{16}O$	5392-40-5	[24]
脂肪酸类	油酸 oleic acid	$C_{18}H_{34}O_2$	112-80-1	[3]
	亚油酸 linoleic acid	$C_{18}H_{32}O_2$	60-33-3	[6]
	棕榈酸 palmitic acid	$C_{16}H_{32}O_2$	57-10-3	[6]
	柠檬酸 citric acid	$C_6H_8O_7$	77-92-9	[6]
	壬二酸 azelaic acid	$C_9H_{16}O_4$	123-99-9	[4]
有机酸类	2-甲氧基肉桂酸 2-methoxycinnamic acid	$C_{10}H_{10}O_3$	1011-54-7	[4]
内酯类	cinnacasolide C	$C_{26}H_{34}O_{15}$	1393363-34-2	[25]
	cinnacasolide B	$C_{20}H_{28}O_{11}$	1393363-33-1	[25]
	cinnacasolide A	$C_{19}H_{26}O_{12}$	1393363-31-9	[25]
其他类	苯甲酸苄酯 benzyl benzoate	$C_{14}H_{12}O_2$	120-51-4	[3]
	观音莲明碱 lysicamine	$C_{18}H_{13}NO_3$	15444-20-9	[22]

2 药理作用及临床应用

2.1 药理作用

2.1.1 抗炎作用 王晓明等[26]的研究证实，桂枝的抗炎机制与前列腺素 E_2（prostaglandin E_2，PGE_2）有关。PGE_2 是一种重要的炎症介质，可引起血管扩张，并显著增强组胺和缓激肽等其他炎症介质的生物活性。

Toll 样受体 4（Toll-like receptor 4，TLR4）是 TLR 家族的成员之一。TLR 作为模式识别受体的重要成员，可通过激活天然免疫应答通路，在炎症反应的启动与级联放大过程中发挥调控作用。核因子-κB（nuclear factor kappa-B，NF-κB）作为核心转录调控因子，其信号激活能够介导免疫应答、淋巴细胞发育分化，并在炎症相关基因表达网络中起枢纽调控作用。NOD 样受体家族 pyrin 结构域包含蛋白 3 炎症小体是一类由多种蛋白组装形成的大型复合物，可被病原相关分子模式或损伤相关分子模式激活，其异常激活与多种炎症性疾病的发生发展密切相关。据报道，TLR4/NF-κB 信号通路是桂枝的活性成分肉桂醛发挥抗炎活性的重要分子机制[27]。此外，桂枝中含有的 6-甲基香豆素、尿苷、甘草苷和柠檬烯等成分也具有明确的抗炎活性，其作用机制主要集中于抑制炎症介质的合成释放和调控促炎细胞因子表达水平[28−31]。

2.1.2 解热作用 韦静虹等[32]结合网络药理学分析和体内实验验证发现，桂枝可通过减少外源性致热原诱导的内源性致热原白细胞介素（interleukin，IL）-1β、肿瘤坏死因子-α、IL-6 合成，并降低中枢调控介质 PGE_2 的生成量，减少 PGE_2 向中枢神经系统的转运，最终实现解热效应。

环氧化酶-2（cyclooxygenase-2，COX-2）和膜相关前列腺素 E_2 合酶 1（membrane-associated prostaglandin E_2 synthase-1，mPGES-1）是 PGE_2 生物合成通路中的关键限速酶，肉桂醛可通过下调 mPGES-1 和 COX-2 的 mRNA 转录水平及 mPGES-1 蛋白表达量，抑制中枢 PGE_2 的生物合成，从而发挥解热作用[33]。

瞬时受体电位香草酸亚型 1（transient receptor potential vanilloid subfamily 1，TRPV1）和瞬时受体电位黑色素蛋白 8（transient receptor potential melastatin 8，TRPM8）均属于瞬时受体电位（transient receptor potential，TRP）离子通道家族，广泛表达于感觉神经元中，是机体重要的温度感知受体。Sui 等[34]的研究显示，在 37 ℃和 39 ℃条件下，肉桂醛可上调 TRPV1 的 mRNA 表达水平，但对 TRPM8 的表达无显著影响，且该调控效应无法被 TRP 通道阻滞剂拮抗，提示肉桂醛的解热机制可能通过非瞬时受体电位锚蛋白 1（transient receptor potential ankyrin 1，TRPA1）通道依赖途径实现。

2.1.3 镇痛作用 马悦颖等[35]采用小鼠扭体法和热板法评价肉桂醛的镇痛活性，结果显示，与对照组相比，肉桂醛干预组小鼠的痛阈时间显著延长，痛阈百分比明显升高，同时扭体反应发生率显著降低，证实肉桂醛具有明确的镇痛作用。唐伟军等[36]通过腹腔注射桂枝醇提物的实验发现，小鼠的活动能力

显著降低，扭体反应次数明显减少，提示桂枝醇提物具有一定的镇痛活性。此外，桂枝中的叶绿醇成分可通过阻断钠离子通道发挥镇痛效应，对偏头痛具有潜在治疗价值[37]。

2.1.4 抗菌作用　体外抗菌实验证实，桂枝对金黄色葡萄球菌、白色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、奇异变形杆菌、A 族链球菌和 B 族链球菌均具有显著的抑制或杀灭活性[38]。王喆等[39]的研究揭示，桂枝挥发油能够通过改变微生物细胞膜的通透性并破坏其结构完整性，在体外发挥杀菌和抑菌活性。针对真菌的研究显示，肉桂醛可通过破坏白色念珠菌（*Candida albicans*，Ca）的细胞壁结构和抑制微管蛋白聚合，显著抑制其增殖活性[40]。进一步机制研究表明，肉桂醛可能通过调控 C 型凝集素样受体 dectin-1/TLRs/NF-κB 信号通路的激活状态，实现对 Ca 的抑制作用[41]。

2.1.5 抗肿瘤作用　肉桂醛作为桂枝挥发油的主要活性成分，对肝癌、胃癌、乳腺癌和结直肠癌等多种恶性肿瘤的进展具有显著抑制作用，其作用机制包括诱导细胞凋亡、自噬、氧化应激和铁死亡，抑制肿瘤细胞的增殖、侵袭和转移，诱导细胞周期阻滞及逆转肿瘤细胞耐药性[42]。詹晓璇等[42]的研究证实，肉桂醛可通过促进 Fas 分子/Fas 配体介导的外源性凋亡通路激活，诱导肿瘤细胞凋亡。在人类髓系白血病 K562 细胞中，肉桂醛可呈浓度和时间依赖性诱导细胞凋亡，同时协同增强细胞因子诱导的杀伤细胞对 K562 细胞的细胞毒性，其机制与上调 Fas 分子/CD95 的表达及降低线粒体跨膜电位相关。

桂枝中其他活性成分也具有明确的抗肿瘤活性：木犀草苷可通过诱导细胞周期阻滞，发挥抗神经母细胞瘤的作用[43]；柚皮苷可通过抑制增殖、促进细胞凋亡，实现抗结直肠癌效应[44]；右旋龙脑可通过诱导铁死亡、促进自噬和抑制上皮间质转化，提高肺癌细胞对顺铂的敏感性，发挥协同抗肺癌的作用[45]。

2.1.6 抗病毒作用　体内实验显示，桂枝挥发油及肉桂醛可显著提高流感病毒性肺炎模型小鼠的生存率，表现出明确的抗流感病毒活性，其作用机制可能与激活 TLR7 信号通路，促进干扰素分泌，增强机体抗病毒免疫应答相关[46]。

桂枝中的芸香苷可通过抑制病毒复制的关键酶（木瓜蛋白酶样蛋白酶和去泛素化酶）的水解活性，阻断病毒在宿主细胞内的有效复制过程，从而降低病毒载量，发挥抗病毒作用[47]。

2.1.7 抗过敏作用　研究表明，桂枝具有明确的抗过敏药理活性，其核心活性成分肉桂醛可抑制肥大细胞的激活，具体机制在于减少了预先形成的 β-己糖胺酶、半胱氨酰白三烯（cysteinyl leukotriene，cysLT）、CXC 趋化因子 8 和 C-C 基序趋化因子配体 2 的释放，以及抑制了促炎性细胞因子的生成和表达[48]。桂枝中另一活性成分 *α*-荜澄茄酸酯可通过调控辅助性 T 细胞（helper T cell, Th cell）亚群平衡（抑制 Th2/Th17/Th1 免疫失衡）及调节皮肤免疫反应，发挥抗过敏作用[49]。

2.1.8 其他药理活性　除了上述药理作用外，桂枝还具有利尿、心脏保护、降血压、神经保护、降血糖等多种生物活性[3, 50−51]，其中肉桂醛在上述作用中扮演关键角色：利尿作用主要通过调节肾素-血管紧张素系统实现[52]；心脏保护效应与激活磷脂酰肌醇 3-激酶（phosphatidylinositol 3-kinase，PI3K）/蛋白激酶 B（protein kinase B，PKB，又称 AKT）信号通路、抑制心肌母细胞氧化应激和凋亡相关[53]，同时可通过改善心脏舒张功能、缩小心肌梗死面积、降低心肌损伤相关酶水平，从而发挥心肌保护作用[54]。

在血压调节方面，桂枝乙醇提取物（主要含肉桂醛等）可通过抑制大鼠主动脉平滑肌细胞 Ca^{2+} 内流和 Ca^{2+} 释放，发挥血管舒张作用，提示其在 Ca^{2+} 依赖性平滑肌收缩相关高血压的治疗和预防中具有潜在的应用价值[55]；香豆素类成分则可通过下调血管紧张素转换酶活性及调节抗氧化应激通路，实现降压效应[56]。

神经保护领域，肉桂醛可通过促进施万细胞分化和髓鞘形成发挥保护作用[57]，并通过调节糖皮质激素受体/miR-190b/脑源性神经营养因子通路发挥抗抑郁作用[58]；肉桂酸可通过促进溶酶体生物发生，展现出阿尔茨海默病治疗潜力[59]；苯甲酸苄酯则可通过 5-羟色胺能和多巴胺能通路发挥抗焦虑作用[60]。

代谢调节方面，肉桂醛的抗糖尿病和抗氧化作用，可能通过激活胰岛素受体底物 1/PI3K/AKT2 信号通路，同时抑制烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶 4 表达及晚期糖基化终末产物与其受体的异常升高实现[61]；此外，肉桂醛还可通过减轻肝脏中脂质蓄积、改善胰岛素抵抗发挥抗肥胖作用[62]；柠檬酸可通过调节基质金属蛋白酶活性发挥抗肥胖作用[63]；香豆素类成分则可通过抑制尿酸盐转运体功能，发挥降尿酸作用[64]。桂枝药理作用的详细信息（包括活性成分、作用机制、研究模型及相关疾病）详见表 2。

2.2 临床应用

桂枝作为传统中药材，在中医药理论体系中具有悠久的应用历史。据文献记载，早在公元前 28 世纪的神农时代，先民已开始采集桂枝用于疾病治

疗[65]。随着中医药理论的发展，桂枝逐渐成为临床不可或缺的药材之一。

《中华人民共和国药典》（一部·2020 年版）明确记载，桂枝具有发汗解肌、温通经脉、助阳化气、平冲降气的功效，临床常用于风寒感冒、脘腹冷痛、血寒经闭、关节痹痛、痰饮、水肿、心悸和奔豚等病症的治疗[66]。桂枝的临床应用不仅局限于国内，在东亚等地区亦得到广泛认可，以桂枝为君药的方剂“桂枝茯苓丸”在日本、韩国等国家被广泛研究与应用，其对应的外文名称分别为“Guizhi Fuling Pills”“Keishibukuryogan”“Gyejibokryeonghwan”。

在国际化进程中，桂枝相关制剂取得重要突破：2006 年，江苏康缘药业有限公司生产的桂枝茯苓胶囊正式获得美国食品药品监督管理局（Food and Drug Administration，FDA）批准，进入Ⅱ期临床试验阶段，成为中国首个以药品形式进入美国市场的中成药[67]。

现代临床研究证实，桂枝相关方剂在多种疾病治疗中具有显著疗效：桂枝茯苓丸联合程序性死亡受体 1 抑制剂治疗晚期卵巢癌，可显著提高患者的客观缓解率和疾病控制率，同时降低肿瘤标志物 CA125 水平[67]；茯苓桂枝甘草大枣汤加减联合氨茶碱治疗缺血性脑卒中后顽固性呃逆，可有效缩短呃逆持续时间，降低胃蛋白酶原-Ⅱ水平，改善胃黏膜屏障功能[68]；柴胡桂枝干姜汤加减治疗失眠的总有效率显著高于常规治疗，并可显著改善匹兹堡睡眠质量指数评分[69]；黄芪桂枝五物汤加减治疗产后身痛，可显著提高治疗有效率，缓解疼痛症状及中医证候，提升患者满意度[70]。

综上，桂枝在多种疾病的临床治疗中发挥着独特且关键的作用，其相关制剂为临床治疗提供了有效方案，展现出广阔的应用前景与开发价值。

表 2 桂枝药理作用

药理作用	成分	作用机制	模型	疾病	参考文献
抗炎	6-甲基香豆素 6-methylcoumarin	通过抑制 MAPK 磷酸化和保护 IκB-α 降解，抑制炎症介质的产生和促炎细胞因子	LPS 诱导的 RAW 264.7 细胞	炎症性疾病	28
	尿苷 uridine	通过 NF-κB 信号通路下调促炎细胞因子，减少支气管肺泡灌洗液中总细胞和中性粒细胞的数量，改善胰岛素敏感性	LPS 诱导的急性呼吸窘迫综合征大鼠	急性呼吸窘迫综合征	29
	甘草苷 liquiritin	通过热休克蛋白 60/TLR4/NF-κB 炎症信号通路抑制肝炎性损伤	野百合碱诱导的肝窦阻塞综合征大鼠	肝窦阻塞综合征	30
	柠檬烯 limonene	逆转脂质变化，抑制脂质过氧化并恢复抗氧化成分，逆转炎症标志物（IL-6、肿瘤坏死因子 α）、高敏促肾上腺皮质激素释放因子和心脏毒性生物标志物（谷丙转氨酶、乳酸脱氢酶、肌酸激酶、肌酸激酶心肌型同工酶、肌钙蛋白 T）的升高	四氯化碳诱导心肌损伤大鼠	心衰	31
解热	肉桂醛 cinnamaldehyde	下调 mPGES-1 和 COX-2 mRNA 的表达，及 mPGES-1 蛋白的表达，抑制前列腺素 E_2 的分泌	IL-1β 诱导的 RAW 264.7 细胞	发热相关疾病	33
	肉桂醛 cinnamaldehyde	通过非 TRPA1 通道途径上调 TRPV1 mRNA 表达	原发性背根神经节神经元	发热相关疾病	34
镇痛	叶绿醇 phytol	阻断 Nav1.7 钠通道的失活状态，以微物质的量浓度拮抗 TRPV1 和 TRPA1 通道的激活	硝酸甘油诱导的偏头痛大鼠模型和三叉神经节神经元	偏头痛	37
抗菌	桂枝挥发油 volatile oil of cassia twig	改变细胞膜通透性，破坏细胞完整性	大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌和白色念珠菌	细菌性感染	39
	肉桂醛 cinnamaldehyde	破坏细胞壁结构、抑制微管蛋白聚合	白色念珠菌 RSY150	白色念珠菌感染	40
	肉桂醛 cinnamaldehyde	抑制白色念珠菌增殖，调节 C 型凝集素样受体 dectin-1/ TLRs/ NF-κB 信号通路	葡聚糖硫酸钠诱导溃疡性结肠炎伴白色念珠菌定植小鼠	白色念珠菌感染	41
抗肿瘤	肉桂醛 cinnamaldehyde	促进 Fas 分子/Fas 配体介导的外源性凋亡	K562 细胞	髓系白血病	42
	木犀草苷 luteoloside	诱导细胞周期阻滞，通过 p38 MAPK 信号通路降低 G_0/G_1 期相关基因 *cyclin D1*、细胞周期蛋白依赖激酶 4 和髓细胞瘤病毒癌基因同源物的 mRNA 和蛋白质表达	SH-SY5Y 和 SK-N-AS 细胞	神经母细胞瘤	43
	柚皮苷 naringin	抑制增殖，促进细胞凋亡	CACO-2、HCT116、HT29 和 SW480 细胞，HCT116 异种移植小鼠	结肠直肠癌	44

续表 2

药理作用	成分	作用机制	模型	疾病	参考文献
	右旋龙脑 *d*-borneol	诱导铁死亡、促进自噬和抑制上皮间质转化提高顺铂敏感性	H460/顺铂异种移植小鼠	肺癌	45
抗病毒	肉桂醛 cinnamaldehyde	激活TLR7信号通路，促进干扰素分泌	病毒性肺炎模型小鼠	病毒性肺炎	46
	芸香苷 rutin	抑制严重急性呼吸综合征冠状病毒2 PLpro蛋白酶和去泛素酶活性，防止病毒复制，促进宿主先天免疫反应	重组PLpro蛋白	新型冠状病毒感染	47
抗过敏	肉桂醛 cinnamaldehyde	通过下调ERK和磷脂酶C γ1磷酸化，减少β-己糖胺酶、半胱氨酰白三烯、CXC趋化因子8、C-C基序趋化因子配体2的释放，抑制促炎性细胞因子的生成和表达	RBL-2H3细胞和肠组织分离的人肥大细胞	过敏性疾病	48
	α-荜澄茄酸酯 α-cubebenoate	抑制淋巴结中Th2/Th17/Th1的平衡和免疫反应	1-氯-2,4-二硝基苯诱导的特应性皮炎小鼠	过敏性皮炎	49
利尿	肉桂醛 cinnamaldehyde	调节肾素-血管紧张素系统信号通路	阿霉素诱导的蛋白尿大鼠	蛋白尿	52
抗氧化	肉桂醛 cinnamaldehyde	通过激活PI3K/AKT信号通路抑制心肌母细胞的氧化应激和凋亡	H9c2细胞，心肌I/H小鼠	心血管系统疾病	53
心脏保护	肉桂醛 cinnamaldehyde	抑制NOD样受体家族pyrin结构域包含蛋白3炎症小体和消皮素D表达，改善心脏舒张功能、减少心肌梗死面积，降低心肌损伤酶水平	缺血/再灌注（I/R）小鼠	心肌缺血/再灌注（I/R）损伤	54
舒张血管	桂枝醇提物 ethanol extract of cassia twig	抑制L型Ca^{2+}通道介导的Ca^{2+}内流和肌浆网中肌醇三磷酸诱导的Ca^{2+}释放	大鼠胸主动脉环	高血压	55
降血压	香豆素 coumarin	下调血管紧张素转换酶、NF-κB、COX-2和上调内皮型一氧化氮合酶，激活一氧化氮/环磷酸鸟苷通路，并降低氧化应激标志物（过氧化氢酶、超氧化物歧化酶等）和炎症生物标志物（IL-6等）水平	左旋硝基精氨酸甲酯诱导的高血压大鼠	高血压	56
神经保护	肉桂醛 cinnamaldehyde	抑制ERK信号通路促进施万细胞分化和髓鞘形成	施万细胞	糖尿病性周围神经病变	57
	肉桂酸 cinnamic acid	激活过氧化物酶体增殖物激活受体α以转录上调转录因子EB并促进溶酶体生物发生	5×家族性阿尔茨海默病小鼠	阿尔茨海默病	59
抗焦虑、抗抑郁	肉桂醛 cinnamaldehyde	调节糖皮质激素受体/miR-190b/脑源性神经营养因子通路	皮质酮和慢性温和应激诱导的小鼠	抑郁症	58
	苯甲酸苄酯 benzyl benzoate	调节5-羟色胺和多巴胺通路	焦虑小鼠	焦虑症	60
降血糖	肉桂醛 cinnamaldehyde	激活胰岛素受体底物1/PI3K/AKT2信号通路，抑制烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶4表达以及晚期糖基化终末产物与其受体的升高	曲妥珠单抗诱导的2型糖尿病大鼠	2型糖尿病	61
抗肥胖	肉桂醛 cinnamaldehyde	作为TRPA1激动剂，增强葡萄糖利用，预防肝脏中的脂质积累和胰岛素抵抗	高脂饮食诱导肥胖小鼠	肥胖症	62
	柠檬酸 citric acid	降低MMP-9活性并抑制MMP-2激活速率	高脂饮食诱导肥胖小鼠	肥胖症	63
降尿酸	香豆素 coumarin	抑制尿酸转运蛋白1	HEK293/PDZK1细胞	高尿酸血症	64

MAPK：丝裂原活化蛋白激酶；IκB-α：核因子κB抑制蛋白α；LPS：脂多糖；NF-κB：核因子κB；IL：白介素；mPGES-1：膜相关前列腺素E_2合酶1；COX-2：环氧化酶-2；TRPA1：瞬时受体电位锚蛋白1；TRPV1：瞬时受体电位香草酸亚型1；TLRs：Toll样受体；PLpro：木瓜样蛋白酶；ERK：细胞外信号调节激酶； Th：辅助性T细胞；PI3K：磷脂酰肌醇3-激酶；AKT：蛋白激酶B；MMP：基质金属蛋白酶

3 药物监管与安全性

桂枝在常规剂量及规范使用条件下表现出良好的安全性。动物实验研究表明，大鼠连续30天摄入相当于生药5 $g\cdot kg^{-1}$的高剂量桂枝提取物后，未出现肝组织病理学改变或血液生化指标异常，证实其具有较高的安全性[71]。然而，临床观察发现，过量或不合理使用桂枝可能引发头晕、视力障碍、眼部不适、咳嗽、少尿及口渴等不良反应，这些毒性反应主要与其活性成分肉桂醛密切相关。

毒理学研究显示，基础饲料中添加1%肉桂醛

可导致实验大鼠出现轻度肝细胞水肿[72]。肉桂醛的毒性机制主要涉及其醛基的化学反应活性，通过诱导氧化应激和细胞损伤发挥作用，其毒性效应主要体现在 3 个方面：1）肝脏毒性。高剂量肉桂醛可耗竭肝细胞谷胱甘肽储备，引发基因毒性并促进微核形成。2）肺毒性。通过破坏微管结构导致细胞形态改变、增殖抑制及 DNA 损伤。3）皮肤致敏性。可诱发接触性过敏反应和局部炎症。基于安全考虑，FDA 和欧洲委员会已将肉桂醛的每日允许摄入量限定为 1.25 mg·kg^{-1}[73]。

近年来，我国对中药产业生产过程的监管力度逐步加强，但由于中药成分复杂、生产工艺多元等特点，监管体系仍存在薄弱环节，中药追溯体系的及时性和有效性也有待提升。因此，针对桂枝剂量依赖性毒性的防控，亟需构建更加规范化的监管机制，实现从种植、加工到临床应用的全链条质量管控[74]。

综上，桂枝的药理价值与其潜在风险并存；过量或不当使用可能导致严重健康问题。建议在使用桂枝类产品时，尤其是长期或高剂量应用场景下，需密切监测潜在不良反应，以最大限度降低健康风险。

4 结论与展望

桂枝作为中医药体系的重要药材之一，具有悠久的应用历史与广泛的临床价值，在国内外医药领域均占据重要地位。其丰富的化学成分和多样的药理活性，使其成为现代药物研发的重要资源。本综述系统梳理了桂枝在抗炎、解热、镇痛、抗菌、抗肿瘤、抗病毒、抗过敏等方面的药理作用及临床应用研究成果，明确了其在多种疾病治疗中的独特优势，展现了其在现代医药开发中的广阔前景。

尽管桂枝的研究已取得诸多进展，但仍面临诸多挑战：其一，生物活性成分复杂性且协同作用机制尚不明确；其二，种植地域、加工工艺差异导致药材质量一致性难以保障；其三，标准化剂量体系与规范化使用方法尚未完全建立；其四，潜在毒性的分子机制及防控措施仍需深化研究。

未来，桂枝的研究应聚焦以下方向：优先探索核心活性成分的精准作用靶点与信号通路，阐明药理效应的分子机制；加强药材种植、加工及制剂生产的标准化建设，建立科学的质量评价体系；推进多中心、大样本临床研究，为临床合理用药提供循证依据；基于现有研究拓展新的药物开发方向；加强国际学术合作与标准互认，推动桂枝相关研究成果的全球化转化；同时优化可持续种植技术，保障药材资源的稳定供应，以满足全球日益增长的临床与科研需求。

[参考文献]

[1] 刘珂, 孟祥琨, 谢伟楠, 等. 重构本草——桂枝[J]. 长春中医药大学学报, 2024, 40(1): 23-25.

[2] Peng L, Lei Z, Rao Z, *et al*. Cardioprotective activity of ethyl acetate extract of *Cinnamomi Ramulus* against myocardial ischemia/reperfusion injury in rats *via* inhibiting NLRP3 inflammasome activation and pyroptosis[J]. *Phytomedicine*, 2021, 93: 153798.

[3] Liu J, Zhang Q, Li R L, *et al*. The traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology of *Cinnamomi ramulus*: a review[J]. *J Pharm Pharmacol*, 2020, 72(3): 319-342.

[4] Wang P, Chi J, Guo H, *et al.* Identification of differential compositions of aqueous extracts of Cinnamomi ramulus and Cinnamomi cortex[J]. *Molecules*, 2023, 28(5): 2015.

[5] 王丹, 吴喜民, 张东东, 等. 中药桂枝化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(1): 124-132.

[6] Shu L, Liu S, Zhang F, *et al*. Rapid identification of various chemical components in *Cinnamomi ramulus* by UPLC-Q-Orbitrap-MS[J]. *J Mass Spectrom*, 2024, 59(8): e5069.

[7] 石杰,李海军,赵梅玉, 等. 中药苯丙素类成分抗肝纤维化的研究进展[J]. 海峡药学, 2024, 36(10): 1-5.

[8] 贾硕, 张帆, 周寰, 等. 食源性甾醇类化合物生物活性及应用[J]. 食品工业科技, 2019, 40(8): 310-316.

[9] Bakrim S, Benkhaira N, Bourais I, *et al*. Health benefits and pharmacological properties of stigmasterol[J]. *Antioxidants (Basel)*, 2022, 11(10): 1912.

[10] Nattagh-Eshtivani E, Barghchi H, Pahlavani N, *et al*. Biological and pharmacological effects and nutritional impact of phytosterols: a comprehensive review[J]. *Phytother Res*, 2022, 36(1): 299-322.

[11] Zhang Y, BinShaari R, Nawi M A B A, *et al*. Pharmacological action and research progress of taraxasterol[J]. *Curr Pharm Biotechnol*, 2024, 25(14): 1767-1777.

[12] 张宇红, 尚秀国, 张亚男, 等. 植物类黄酮的生理功能及其在家禽生产中的应用[J]. 动物营养学报, 2024, 36(9): 5468-5478.

[13] Calis Z, Mogulkoc R, Baltaci A K. The roles of flavonols/flavonoids in neurodegeneration and neuroinflammation[J]. *Mini Rev Med Chem*, 2020, 20(15): 1475-1488.

[14] 王菲菲, 张聿梅, 郑笑为, 等. 环烯醚萜类化合物的结构和生物学活性研究进展[J]. 中国药事, 2019, 33(3): 323-330.

[15] Tousif M I, Nazir M, Riaz N, *et al*. Terpenoids as human neutrophil elastase (HNE) inhibitors: a comprehensive review of natural anti-inflammatory isoprenoids[J]. *Chembiochem*, 2023, 24(22): e202300346.

[16] 李雪, 马艳春, 赵婧含, 等. 肉桂的化学成分及药理作用研究进展[J]. 药学研究, 2024, 43(10): 1015-1020.

[17] 钱纯果, 金路, 朱龙平, 等. 桂枝中化学成分及抗肿瘤和抗炎活性研究[J]. 中草药, 2022, 53(1): 31-40.

[18] Wang Q, Wang Q, Huang Q, *et al.* Five-layer-funnel filtering mode discovers effective components of Chinese medicine

formulas: Zhishi-Xiebai-Guizhi decoction as a case study[J]. *Phytomedicine*, 2024, 129: 155678.

[19] Wei P, Huang S, Yang J, *et al*. Identification and characterization of chemical constituents in Mahuang Guizhi Decoction and their metabolites in rat plasma and brain by UPLC-Q-TOF/MS[J]. *Chin Herb Med*, 2024, 16(3): 466−480.

[20] 杜宝香, 于钦辉, 孙启慧, 等. 桂枝加葛根汤化学成分分析及其抗病毒活性研究[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(12): 7306−7312.

[21] Guo S, Zhou J Y, Tan C, et al. Network pharmacology-based analysis on the mechanism of action of Ephedrae Herba-Cinnamomi Ramulus couplet medicines in the treatment for psoriasis[J]. *Med Sci Monit*, 2021, 27: e927421.

[22] 曲珍妮, 齐欣, 谭培艺, 等. 基于液质联用的枳实薤白桂枝汤化学成分研究[J]. 中国药学杂志, 2020, 55(17): 1421−1424.

[23] 尹然, 于新颖, 魏姗姗, 等. 基于UHPLC-Q-Exactive Orbitrap MS技术分析桂枝甘草汤的化学成分及入血成分[J]. 中华中医药学刊, 2025,43(2): 198−207.

[24] 王发松,杨得坡,任三香,等. 川桂叶挥发油的化学成分与抗菌活性研究[J]. 武汉植物学研究, 2000(4): 321−324.

[25] Ngoc T M, Khoi N M, Ha D T, *et al*. Xanthine oxidase inhibitory activity of constituents of *Cinnamomum cassia* twigs [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2012, 22(14): 4625−4628.

[26] 王晓明, 许良葵, 罗佳波. 麻黄−桂枝配伍对抗炎作用的影响及机制研究 [J]. 时珍国医国药, 2020, 31(3): 528−531.

[27] Tan X, Wen Y, Han Z, *et al*. Cinnamaldehyde ameliorates dextran sulfate sodium-induced colitis in mice by modulating TLR4/NF- κB signaling pathway and NLRP3 inflammasome activation[J]. *Chem Biodivers*, 2023, 20(2): e202200089.

[28] Kang J K, Chung Y C, Hyun C G. Anti-inflammatory effects of 6-methylcoumarin in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages via regulation of MAPK and NF-κB signaling pathways [J]. *Molecules*, 2021, 26(17): 5351.

[29] Zhang L, Li B, Zhang D, *et al*. Uridine alleviates LPS-induced ARDS and improves insulin sensitivity by decreasing oxidative stress and inflammatory processes[J]. *Physiol Int*, 2022, 109(2): 215−229.

[30] Huang Z, Zhao Q, Chen M, *et al*. Liquiritigenin and liquiritin alleviated monocrotaline-induced hepatic sinusoidal obstruction syndrome via inhibiting HSP60-induced inflammatory injury[J]. *Toxicology*, 2019, 428: 152307.

[31] AlSaffar R M, Rashid S, Ahmad S B, *et al*. D-limonene (5 (one-methyl-four- [1-methylethenyl]) cyclohexane) diminishes CCl_4-induced cardiac toxicity by alleviating oxidative stress, inflammatory and cardiac markers[J]. *Redox Rep*, 2022, 27(1): 92−99.

[32] 韦静虹, 杨柯, 朱海滨, 等. 基于网络药理学和体内实验研究桂枝解热的作用机制[J]. 广西医科大学学报, 2023, 40(1): 93−100.

[33] 张畅斌, 李沧海, 隋峰, 等. 桂皮醛通过下调mPGES-1和COX-2抑制IL-1β诱导的RAW264.7细胞PGE_2分泌[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(9): 1274−1278.

[34] Sui F, Lin N, Guo J Y, *et al*. Cinnamaldehyde up-regulates the mRNA expression level of TRPV1 receptor potential ion channel protein and its function in primary rat DRG neurons *in vitro*[J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2010, 12(1): 76−87.

[35] 马悦颖, 李沧海, 李兰芳, 等. 桂皮醛解热镇痛抗炎作用的实验研究[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2006(12): 1336−1339.

[36] 唐伟军,卢新华,周大现,谭斌,王俊杰. 桂枝镇痛效应的药理学研究[J]. 郴州医学高等专科学校学报, 2003(1): 14−16.

[37] Song J, Jiang M, Jin Y, *et al*. Phytol from *Faeces Bombycis* alleviated migraine pain by inhibiting Nav1.7 sodium channels [J]. *J Ethnopharmacol*, 2023, 306: 116161.

[38] 韩爱霞, 綦跃花, 邱世翠, 等. 桂枝体外抑菌作用研究[J]. 时珍国医国药, 2004, 15(11): 743.

[39] 王喆, 赵晨宇, 蒋圆婷, 等. 桂枝挥发油杀菌活性及抑菌机制研究[J]. 食品科技, 2019, 44(11): 251−258.

[40] Shahina Z, El-Ganiny A M, Minion J, *et al*. *Cinnamomum zeylanicum* bark essential oil induces cell wall remodelling and spindle defects in *Candida albicans*[J]. *Fungal Biol Biotechnol*, 2018, 5: 3.

[41] 马克龙, 韩志君, 潘敏, 等. 肉桂醛对白念珠菌定植下DSS诱导的溃疡性结肠炎小鼠治疗作用及对dectin-1/TLRs/NF-κB信号通路的影响[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(13): 3211−3219.

[42] 詹晓璇, 刘城移, 梁瑞宁. 桂皮醛抗肿瘤作用机制研究进展[J]. 中医学报, 2025, 40(10): 2148−2155.

[43] He Y, Luo M, Lei S, *et al*. Luteoloside induces G_0/G_1 phase arrest of neuroblastoma cells by targeting p38 MAPK[J]. *Molecules*, 2023, 28(4): 1748.

[44] Zeng J N, Tan J Y, Mo L. Naringin inhibits colorectal carcinogenesis by inhibiting viability of colorectal cancer cells [J]. *Chin J Integr Med*, 2023, 29(8): 707−713.

[45] Li J, Yuan J, Li Y, *et al*. *d*-Borneol enhances cisplatin sensitivity *via* autophagy dependent EMT signaling and NCOA4-mediated ferritinophagy[J]. *Phytomedicine*, 2022, 106: 154411.

[46] 刘蓉, 苟玲, 于柳, 等. 桂枝挥发油与桂皮醛对病毒性肺炎小鼠死亡保护作用及TLR/IFN信号机制研究[J]. 中药药理与临床, 2013, 29(4): 33−36.

[47] Kawall A, Lewis D S M, Sharma A, *et al*. Inhibitory effect of phytochemicals towards SARS-CoV-2 papain like protease (PLpro) proteolytic and deubiquitinase activity[J]. *Front Chem*, 2023, 10: 1100460.

[48] Hagenlocher Y, Kiessling K, Schäffer M, *et al*. Cinnamaldehyde is the main mediator of cinnamon extract in mast cell inhibition[J]. *Eur J Nutr*, 2015, 54(8): 1297−1309.

[49] Lee J E, Choi Y W, Im D S. Inhibitory effect of *α*-cubebenoate on atopic dermatitis-like symptoms by regulating Th2/Th1/Th17 balance *in vivo*[J]. *J Ethnopharmacol*, 2022, 291: 115162.

[50] Jia W, He X, Jin W, *et al*. *Ramulus Cinnamomi* essential oil exerts an anti-inflammatory effect on RAW264.7 cells through *N*-acylethanolamine acid amidase inhibition[J]. *J Ethnopharmacol*, 2023, 317: 116747.

[51] Liu J, Zhang Q, Chen Y, *et al*. Integrated experimental approach, phytochemistry, and network pharmacology to explore the potential mechanisms of *Cinnamomi Ramulus* for rheumatoid arthritis[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2022, 2022: 6060677.

[52] He D, Li Q, Du G, *et al.* Experimental study on the mechanism of cinnamaldehyde ameliorate proteinuria induced by adriamycin [J]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022: 9600450.

[53] Zheng B, Qi J, Yang Y, *et al.* Mechanisms of cinnamic aldehyde against myocardial ischemia/hypoxia injury *in vivo* and *in vitro*: involvement of regulating PI3K/AKT signaling pathway[J]. *Biomed Pharmacother*, 2022, 147: 112674.

[54] Li Y, Xiang Y, Liang J, *et al*. The mechanism and treatment

strategies of GSDMD-mediated pyroptosis in myocardial infarction[J]. *Acupumet Herb Hed*, 2024, 4(3): 295-305.

[55] Kang Y H, Shin H M. *Cinnamomi ramulus* ethanol extract exerts vasorelaxation through inhibition of Ca influx and Ca release in rat aorta[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2012, 2012: 513068.

[56] Shaukat B, Mehmood M H, Murtaza B, *et al*. *Ajuga bracteosa* exerts antihypertensive activity in l-NAME-induced hypertension possibly through modulation of oxidative stress, proinflammatory cytokines, and the nitric oxide/cyclic guanosine monophosphate pathway[J]. *ACS Omega*, 2022, 7(37): 33307-33319.

[57] Liu D, Liang X C, Sun Y, *et al*. Combination of quercetin, hirudin and cinnamaldehyde promotes Schwann cell differentiation and myelination against high glucose by inhibiting ERK signaling pathway[J]. *Chin J Integr Med*, 2020, 26(8): 591-598.

[58] Gao Z Y, Chen T Y, Yu T T, *et al*. Cinnamaldehyde prevents intergenerational effect of paternal depression in mice *via* regulating GR/miR-190b/BDNF pathway[J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2022, 43(8): 1955-1969.

[59] Chandra S, Roy A, Jana M, *et al*. Cinnamic acid activates PPARα to stimulate Lysosomal biogenesis and lower Amyloid plaque pathology in an Alzheimer's disease mouse model[J]. *Neurobiol Dis*, 2019, 124: 379-395.

[60] Zhang N, Zhang L, Feng L, *et al*. The anxiolytic effect of essential oil of *Cananga odorata* exposure on mice and determination of its major active constituents[J]. *Phytomedicine*, 2016, 23(14): 1727-1734.

[61] Abdelmageed M E, Shehatou G S, Abdelsalam R A, *et al*. Cinnamaldehyde ameliorates STZ-induced rat diabetes through modulation of IRS1/PI3K/AKT2 pathway and AGEs/RAGE interaction[J]. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol*, 2019, 392(2): 243-258.

[62] Kaur J, Kumar V, Kumar V, *et al*. Combination of TRP channel dietary agonists induces energy expending and glucose utilizing phenotype in HFD-fed mice[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2022, 46(1): 153-161.

[63] Ohara R, Dario F L, Emílio-Silva M T, *et al*. Citral modulates MMP-2 and MMP-9 activities on healing of gastric ulcers associated with high-fat diet-induced obesity[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(5): 4888.

[64] Tashiro Y, Sakai R, Hirose-Sugiura T, *et al*. Effects of osthol isolated from *Cnidium monnieri* fruit on urate transporter 1[J]. *Molecules*, 2018, 23(11): 2837.

[65] 郭海虹, 汪栋材. 从《神农本草经》探析《伤寒杂病论》中桂枝的用药特点[J]. 新中医, 2023, 55(2): 197-201.

[66] 李娜, 王信, 孙萍, 等. 桂枝茯苓方治疗妇科血瘀证类疾病的物质基础研究进展[J]. 中草药, 2019, 50(9): 2210-2218.

[67] 周丹, 谢磊. 桂枝茯苓丸联合 PD-1 治疗晚期卵巢癌的临床研究[J]. 实用妇科内分泌电子杂志, 2024, 11(2): 68-70.

[68] 徐艳艳. 茯苓桂枝甘草大枣汤加减治疗缺血性脑卒中后顽固性呃逆的效果[J]. 中外医药研究, 2025, 4(10): 118-120.

[69] 刘海儿, 林璆, 蔡婉禧, 等. 近十年柴胡桂枝干姜汤加减治疗失眠的系统评价[J]. 世界睡眠医学杂志, 2025, 12(1): 224-229.

[70] 李小玉, 曾碧君, 赵晨, 等. 黄芪桂枝五物汤加减治疗产后身痛的 Meta 分析[J]. 湖南中医杂志, 2024, 40(10): 122-126, 151.

[71] 赵国玺, 宋莉. 桂枝急性毒性及 30 天喂养试验研究[J]. 湖北中医杂志, 2014, 36(2): 23-24.

[72] 夏天卫, 周国威, 姚晨, 等. 桂枝及肉桂治痹的中医认识与现代药学研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(6): 218-226.

[73] Zhu R, Liu H, Liu C, *et al*. Cinnamaldehyde in diabetes: a review of pharmacology, pharmacokinetics and safety[J]. *Pharmacol Res*, 2017, 122: 78-89.

[74] 米未, 李嘉辉, 李曦铭. 中药监管科学的发展现状与对策[J]. 药物评价研究, 2025, 48(6): 1377-1385.



[专家介绍] 山长亮：南开大学药学院教授，博士生导师，南开大学百名青年学科带头人，南开大学第九届"良师益友"十佳奖获得者。主持国家自然科学基金面上项目、京津冀基础研究合作专项项目和天津市自然基金重点项目。任中国抗癌协会抗癌药物专业委员会委员、中国细胞生物学学会肿瘤细胞生物学学会委员和中国抗癌协会肿瘤细胞代谢专业委员会委员等。*Signal Transduct Target Ther*、*Mol Cell*、*Acta Pharm Sin B*、*Cell Rep*、*iScience*、*EbioMedicine*、*Cancer Lett*、*Acta Pharmacol Sin*（2022 年度优秀审稿人）、*Acta Biochim Biophys Sin*（2022 年度优秀审稿人）和 *Biochem Pharmacol* 等杂志审稿人。长期从事肿瘤代谢酶表观修饰调控与化学干预研究，在 *Nat Cell Biol*、*Nat Chem*、*Mol Cell*、*Cell Res*、*Acta Pharm Sin B*、*Acta Pharmacol Sin*、*J Exp Clin Cancer Res* 和 *Pharmacol Res* 等期刊发表学术论文 50 余篇，总引用 4 000 余次（Google Scholar），H-index 为 26。



[专家介绍] 张帅：天津中医药大学中西医结合学院研究员，博士生导师，天津市特聘教授，天津市"131"创新性人才，天津市高校中青年骨干创新人才。兼任中国抗癌协会抗肿瘤药物专业委员会委员、天津市整合医学学会转化医学专业委员会常务委员、天津市围手术期医学研究会理事；同时担任《中国药理学通报》和《针灸和草药（英文）》青年编委。长期从事抗肿瘤药物药理和中药药理研究。主持国家自然科学基金青年项目 1 项和面上项目 2 项，天津市自然科学基金重点项目 1 项，参与科技部国家重点研发计划 1 项。在 *Acta Pharm Sin B*、*J Exp Clin Cancer Res*、*Biochem Pharmacol*、*Phytomedicine* 等 SCI 期刊发表学术论文近 40 篇（第一或通信作者 28 篇）。

（责任编辑：邢爱敏）