DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.09.038

麻黄及其药对药理研究进展

金莲[1,2],陈果[1],孙华政[1],邓佳[1],吴珍珍[1],唐东昕[1]
(1.贵州中医药大学,贵州 贵阳 550002;2.广州中医药大学第一附属医院重庆医院,重庆市北碚区中医院,重庆 400700)

摘要:麻黄是临床常用中药,具有发汗解表、宣肺平喘、利水消肿等功效。现代研究证实麻黄具有解热、抗炎、抗菌、抗癌镇痛等药理作用。在临床应用中,麻黄常与桂枝、杏仁、五味子、大黄、石膏等组成药对使用,不但效力倍增且治疗范围扩大。围绕近年来麻黄及其药对的药理作用、临床应用报道进行综述,以期为麻黄及其药对的临床使用和基础研究提供更多参考和借鉴。

关键词:麻黄;药对;药理作用;研究进展;综述
中图分类号:R285 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)09-0209-06

Advances in Pharmacological Research of Mahuang(Ephedrae Herba) and Its Drug Pairs

JIN Lian[1,2],CHEN Guo[1],SUN Huazheng[1],DENG Jia[1],WU Zhenzhen[1],TANG Dongxin[1]
(1. Guizhou University of Traditional Chinese Medicine,Guiyang 550002,Guizhou,China;
2. Chongqing Hospital of The First Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine,
Chongqing Beibei District Hospital of Traditional Chinese Medicine,Chongqing 400700,China)

Abstract:Mahuang(Ephedrae Herba),commonly used in traditional Chinese medicine,possesses effects such as inducing sweating to releasing the exterior,ventilating lung and relieving dyspnea and promoting urination and reducing edema. Modern research confirms that Mahuang(Ephedrae Herba) has pharmacological actions including relieving fever,anti-inflammatory,antibacterial,anticancer and analgesic properties. In clinical practice,Mahuang(Ephedrae Herba) is often used in combination with Guizhi(Cinnamomi Ramulus),Xingren(Armeniacae Semen Amarum),Wuweizi(Schisandrae Chinensis Fructus),Dahuang(Rhei Radix et Rhizoma),Shigao(GYPSUM FIBROSUM) and other herbs to form drug pairs,which can enhance or expand its therapeutic effects. This article focused on a review of the pharmacological effects and clinical applications of Mahuang(Ephedrae Herba) and its drug pairs in recent years,aiming to provide a reference for further application and research of Mahuang(Ephedrae Herba) and its drug pairs.

Keywords:Mahuang(Ephedrae Herba);drug pair;pharmacological action;research progress;review

麻黄最早记载于《神农本草经》,是古代四大君药之一,来源于麻黄科植物草麻黄、中麻黄或木质麻黄的干燥草质茎,其性温,味辛、微苦,归肺、膀胱经,具有发汗解表、宣肺平喘、利水消肿的功效。麻黄主要含有生物碱、挥发油、黄酮类等多种化合物,其中生物碱和挥发油是其主要活性成分[1]。现代研究表明,麻黄具有解热、抗炎、抗菌、抗癌镇痛等多种药理作用,广泛运用于人体多种系统疾病的治疗[2-6]。麻黄不仅单味药具有治疗功效,还可与其他药物配伍后组成药对使用,可增强疗效、扩大主治范围,具有较大研究意义。通过归纳总结麻黄及其药对的药理研究进展,为麻黄及其药对的临床应用和研究提供依据和参考。

基金项目:国家自然科学基金地区科学基金项目(82274610);国家重点研发计划项目(分中心协议 K2022-025);贵州省教育厅项目(黔教技〔2023〕037号)

作者简介:金莲(1986-),女,四川眉山人,主治医师,博士,研究方向:中医药防治肿瘤。
通讯作者:唐东昕(1977-),男(土家族),贵州遵义人,主任医师、教授,博士研究生导师,博士,研究方向:中医药(民族医药)防治肿瘤的基础研究及临床转化。E-mail:hemingankang@sina.com。

1 麻黄的药理作用

1.1 解热

麻黄作为“外感第一要药”,具有“通阳化阴”功能本质。“通阳”之法在于能温通卫阳、开郁闭肺气、阴液蒸腾为汗,达表而出;能改善津液代谢,促进痰饮之邪化散;麻黄“化阴”之效在于可使湿邪经膀胱气化,自小便排出[7]。中药学根据通阳化阴本质,将麻黄功效常规归纳为发汗解表、宣肺平喘、利水消肿,即解表发汗利水。此功效不仅适用外感类证,更广泛运

用于窍道不利、肺肾类证、皮肤类病、郁证等[8-11]疾病。多位医家运用麻杏石甘汤、麻黄连翘赤小豆汤、葛根汤、麻黄升麻汤、麻黄附子细辛汤等麻黄类方治疗痤疮,疗效显著。有学者自拟的麻黄类方治疗湿热郁结型痤疮,疗效显著,且疗程明显短于常规疗法[12]。更有研究从网药和分子对接发现麻黄可能通过促进角质形成细胞凋亡,调控核因子-κB(Nuclear factor-κB,NF-κB)、磷脂酰肌醇3-激酶(Phosphatidylinositol 3-kinase,PI3K)/蛋白激酶B(Protein kinase B,AKT)、信号转导因子和转录激活因子(Signal transducer and activator of transcription,STAT)等炎症通路,减少肿瘤坏死因子-α(Tumor necrosis factor-α,TNF-α)、白细胞介素(Interleukin,IL)-1β、IL-6等炎症因子释放,从而改善银屑病皮损。而最新研究则进一步探讨了麻黄发挥解热发汗消肿的物质基础和最佳剂量。张宇涵等[13]基于风水水肿大鼠模型探讨麻黄拆分组分(生物碱、非生物碱、多糖)的升降浮沉药性物质基础,结果表明麻黄生物碱组分表现出升提趋上、轻浮宣散之势,药性偏"升浮",多糖组分表现出趋下之势,药性偏"沉降",可能是麻黄发挥"发汗解表、利水消肿"功效的物质基础。曹兵等[14]探讨麻黄水提物对风寒表证大鼠中枢系统、呼吸系统、泌尿-发汗系统等干预作用,结果表明麻黄中剂量是改善风寒表证模型的最佳剂量。

1.2 抗炎作用

现代大量药理研究已表明,麻黄水提物和麻黄碱等在炎症反应中也发挥重要调节作用。苑萌等[15]研究发现麻黄水提物可以减轻肺炎链球菌肺炎大鼠肺损伤,其机制可能与调控活性氧(Regulate reactive oxygen species,ROS)/Nod样受体蛋白3(NOD-like receptor pyrin domain 3,NLRP3)/含半胱氨酸的天冬氨酸蛋白水解酶-1(Cysteine-aspartic acid specific protease-1,Caspase-1)通路介导的炎症反应、氧化应激及细胞焦亡相关。同时,该学者还进一步发现麻黄水提物能减轻脂多糖(Lipopolysaccharide,LPS)诱导的急性肺损伤,作用机制可能与其抑制ROS/硫氧还蛋白相互作用蛋白(Thioredoxin-interacting protein,TXNIP)/NLRP3通路相关[16]。郑亚娟等[17]发现麻黄生物碱组分能改善过敏性哮喘大鼠肺部炎症,其机制可能与调控环磷腺苷(Cyclic adenosine monophosphate,cAMP)/蛋白激酶A(Protein kinase A,PKA)/环磷腺苷反应元件结合蛋白(cAMP-response element-binding protein,CREB)通路相关。徐莉等[18]研究发现麻黄碱可抑制由卵清白蛋白(Ovalbumin,OVA)诱导的小鼠气道高反应性,并改善哮喘小鼠的肺部炎症,其机制可能与降低哮喘小鼠血清中OVA特异性免疫球蛋白E(Immunoglobulin E,IgE)及支气管肺泡灌洗液(Bronchoalveolar lavage fluid,BALF)中IL-4、IL-5、IL-6、IL-13、TNF-α的表达水平,抑制肺组织中转化生长因子β1(Transforming growth factor-β1,TGF-β1)/NF-κB通路相关蛋白质的表达相关。尹涛等[19]发现麻黄碱还可通过抑制LPS诱导的小胶质细胞凋亡、迁移、炎症和氧化应激,修复细胞功能损伤,其作用机制可能与抑制NF-κB信号通路活性有关。WANG H L等[20]发现麻黄碱可改善长期香烟烟雾暴露小鼠的肺指数和组织学损伤,达到防治慢性阻塞性肺疾病的目的,其机制可能与其通过阻断内质网应激来抑制炎症、细胞凋亡和氧化应激相关。另外,甘油磷脂代谢紊乱也是导致哮喘过程中发生炎症的关键因素,梁军等[21]通过代谢组学共确定22个差异代谢物,代谢物-通路分析(Metabolite-pathway analysis,MetPA)确定8条可能相关代谢通路,并验证麻黄多糖ESP-B4可能通过调节甘油磷脂代谢过程和花生四烯酸代谢过程防治哮喘。

1.3 抗菌作用

研究证实,麻黄的生物活性成分具有防治感染性疾病相关病原体的作用。DBEIBIA A等[22]认为麻黄水提物和甲醇提取物具有抗氧化、抗菌和抗生物膜作用,实验证实两种麻黄提取物对革兰氏阴性和阳性菌株均表现出一定的抗菌活性,对从耳部感染中分离出的金黄色葡萄球菌尤其有效。也有研究发现麻黄甲醇和乙酸乙酯提取物对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(Methicillin-resistant staphylococcus aureus,MRSA)表现出显著的活性,且通过抗菌敏感性实验发现其对MRSA ATCC 43300号菌株的抑制作用优于莫匹罗星和环丙沙星,原因可能在于麻黄提取物中多种抗菌物质的协同作用克服了MRSA对抗生素的防御机制[23]。

1.4 抗癌镇痛作用

众多中医古籍记载麻黄有破癥消积效,如张锡纯《医学衷中参西录》提到:"谓其(麻黄)破瘕积聚者,以其能透出皮肤毛孔之外,又能深入积痰凝血之中,而消坚化瘀之药可偕之以奏效也"[24]。现代研究也证实麻黄可应用于各类恶性肿瘤,起到抗癌镇痛、减毒增效作用。既往已有研究证实麻黄提取物与表皮生长因子受体(Epidermal growth factor receptor,EGFR)酪氨酸激酶抑制剂(Tyrosine kinase inhibitor,TKI)厄洛替尼联用可有效抑制非小细胞肺癌的厄洛替尼耐药性。MORI E等[25]也发现麻黄提取物以浓度依赖性方式抑制H1975细胞的增殖,表明麻黄提取物可能对携带EGFR激活突变的非小细胞肺癌有效;同时,奥希替尼和麻黄提取物组合比单独使用奥希替尼可以更有效抑制H1975细胞的增殖,表明该组合可能有效治疗具有L858R+T790M EGFR突变和细胞间充质上皮转化因子(Cellular-mesenchymal-epithelial transition factor,c-Met)的晚期非小细胞肺癌患者。MPINGIRIKA E Z等[26]研究也证实麻黄乙醇和水提取物都显著降低了β-连环蛋白的稳态信使核糖核酸(Messenger ribonucleic acid,mRNA)表达,通过调节靶基因促进骨肉瘤中的细胞增殖和迁移。HUANG X D等[27]研究发现麻黄提取物与不含麻黄碱生物碱的麻黄提取物对紫杉醇引起的周围神经病理性疼痛均有预防作用,且呈剂量依赖性。而且,两种提取物联用能治疗紫杉醇引起的机械异常性疼痛、热痛觉过敏和冷异常性疼痛,疗效显著。另外,麻黄还可以缓解化疗引起的脏器毒性。ZHANG Y H等[28]研究证实麻黄提取物能改善阿霉素所致肾病综合征,机制可能与钙调蛋白依赖性蛋白激酶2(Calmodulin-dependent protein kinase kinase 2,

CAMKK2)/腺苷酸活化蛋白激酶(AMP - activated protein kinase,AMPK)/雷帕霉素靶蛋白(Mammalian target of rapamycin,mTOR)信号通路相关。SIOUD F 等[29]评估了麻黄的主要化合物甲醇提取物和麻黄碱对顺铂导致损伤的保护作用,研究发现甲醇提取物比麻黄碱能更好地通过减少氧化应激和遗传毒性来改善顺铂诱导的肾毒性和肝毒性。

1.5 抗肥胖作用

肥胖症是体内脂肪过多引起的慢性代谢性疾病,多项研究已证明麻黄有抗肥胖的药理作用。PARK S J 等[30]发现在成熟小鼠腹股沟前脂肪细胞(Mature mouse inguinal preadipocyte,mIPA)分化过程中,麻黄提取物可抑制脂质积累和脂肪生成标志物的表达水平,但在成熟的 mIPA 和人脂肪源性干细胞(Human adipose - derived stem cells,hADSCs)中,褐变标志物(包括解偶联蛋白 1,Uncoupling protein 1,Ucp1)被麻黄提取物上调。其机制可能与麻黄提取物既抑制未成熟前脂肪细胞的脂肪生成,也通过褐变促进成熟白色脂肪细胞的产热的双重功能相关。LEE S E 等[31]实验验证甲醇麻黄提取物可通过降低高脂血症小鼠的总血脂和甘油三酯水平来调节高脂血症,其机制可能与调节 DNA 修复和能量代谢相关基因和蛋白质的表达密切相关。SONG E J 等[32]研究发现麻黄和安非他酮处理显著恢复了肠道微生物组的 9 种扩增子序列变异(Amplicon sequence variants,ASVs),其中 8 种 ASVs 与体质量和脂肪积累相关。此外,单独麻黄治疗显著恢复了 3 个 ASV。故麻黄和安非他酮均有抗肥胖、调节肠道菌群作用,尤其是抑制脂肪蓄积作用,且麻黄对肠道菌群的影响大于安非他酮。

1.6 治疗心脑血管疾病

麻黄辛温走窜,能透出皮肤毛孔之外,又能深入积痰凝血之中,凡药力所不到之处,此能无往不至[11]。宣散开通的性味特点使其行于肌腠血脉之间,使得表里津液通达、血脉脏腑通利[33],这正是麻黄之“通”性在心脑血管疾病中的应用奥义。杨利萍等[34]研究发现麻黄碱对肺心病大鼠血管内皮结构及功能有保护作用,其作用可能通过 TGFβ1/信号转导分子 7(Signal transduction molecule 7,Smad7)信号通路抑制 TGFβ1 和 p - Smad2、上调 p - Smad7 表达有关。LI Q X 等[35]通过大脑中动脉闭塞(Middle cerebral artery occlusion,MCAO)大鼠模型,评估麻黄碱对 MCAO 大鼠模型和 LPS 刺激的 BV2 小胶质细胞的潜在影响。实验结果表明麻黄碱可减少大 MCAO 模型大鼠的梗死体积、细胞凋亡、脑含水量、神经评分和促炎细胞因子(TNF - α 和 IL - 1β)的产生,机制可能是麻黄碱通过 Akt/糖原合成酶激酶 3β(Glycogen synthase kinase 3β,GSK3β)/核因子 E2 相关因子 2(Nuclear factor erythroid 2 - related factor 2,NRF2)通路抑制 NLRP3 炎性体激活,从而改善脑缺血损伤。SHI C H 等[36]同样采用 MCAO 法建立大鼠脑缺血/再灌注损伤模型,然后给予麻黄碱(5 和 10 mg/kg)治疗 7 d,结果表明麻黄碱可以减少脑组织的自噬和细胞凋亡,同时,麻黄碱治疗可显著减少炎症反应,改善大鼠脑缺血损伤的修复,其作用机制可能与 p - NF - κB 蛋白表达的降低相关。

2 常用药对的临床应用

《神农本草经》将药物配伍关系称为“七情”,包括单行、相须、相使、相杀、相畏、相恶、相反,反映了药物之间的基本配伍规律。麻黄作为通阳化阴代表药,在临床应用中常与他药搭配使用以增强疗效、扩大主治范围。

2.1 基于网络药理学的临床应用

张晓霞等[37]通过网药和分子对接探讨麻黄 - 桂枝药对治疗荨麻疹的作用机制,得到 188 个作用靶点,富集分析发现与免疫炎症密切相关的 IL - 17 和晚期糖基化终末产物(Advanced glycation end - products,AGE)/晚期糖基化终末产物受体(Receptor for advanced glycation end - products,RAGE)信号通路等,分子对接显示槲皮素、β - 谷甾醇与环加氧酶 1(Prostaglandin - endoperoxide synthase 1,PTGS1)、环加氧酶 2(Prostaglandin - endoperoxide synthase 2,PTGS2)具有强烈的结合能力。史丽颖等[38]通过网药和分子对接发现麻黄 - 桂枝药对中的活性成分可能通过抑制炎性介质表达、抑制关节滑膜中树突细胞以及巨噬细胞过量增殖等途径来阻止类风湿关节炎病理发展进程。刘卉等[39]发现麻黄 - 桂枝药对的活性成分 27 个,作用于变应性鼻炎的靶点 109 个,富集分析提示可能通过 TNF、转录因子 p65(Transcription factor p65,RMLA)、IL - 6、丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶 1(RAC - alpha serine/threonine - protein kinase 1,AKT1)等关键靶点影响 PI3K - Akt、TNF、AGE/RAGE、IL - 17 等通路来治疗变异性鼻炎。王子童等[40]基于网药和分子对接发现麻黄 - 半夏药对可能通过 PI3K - Akt、IL - 17、TNF 等信号通路发挥减少血管内皮增生、抑制平滑肌细胞增殖、减轻炎症反应等作用来治疗支气管哮喘。张贝贝等[41]通过网药发现麻黄 - 葶苈子治疗哮喘的潜在核心基因为丝裂原活化蛋白激酶 8(Mitogen - activated protein kinase 8,MAPK8)、细胞周期蛋白 D1(Cyclin D1,CCND1)、IL - 6 和 EGFR,并用实验验证该药对可能通过调节 PI3K/Akt 通路改善 OVA 大鼠哮喘症状和抑制炎症反应,而槲皮素和 β - 谷甾醇可能是该药对治疗哮喘的候选活性成分。侯学文等[42]发现麻黄 - 厚朴治疗支气管哮喘的核心靶点蛋白为蛋白激酶、IL - 6、TNF、肿瘤蛋白 53(Protein 53,P53)等,富集分析提示该药对可能通过 PI3K - Akt 信号通路、胆碱能突触、AMPK 等通路来发挥改善气道重塑、抑制气道炎症、调节免疫、减轻氧化应激的作用。ZHUO Z S 等[43]通过网药学发现 IL - 6、TNF、P53、IL - 1β 等 116 个共靶,实验验证了该药对存在协同作用,其机制可能在于通过抑制磷脂酶 C(Phospholipase C,PLC)/瞬时受体电位通道 1(Transient receptor potential channel 1,TRPC1)/PI3K/AKT/NF - κB 信号通路的表达,有效减轻支气管哮喘大鼠吸入 OVA 所致气道重塑和气道炎症。秦静海等[44]通过网药获得作用于肺纤维化的 37 个靶点,富集分析显示麻黄 - 五味子药对可能通过 TNF、缺氧诱导因子 1、松弛素等信号通路来治疗肺纤维化。乔伊娜等[45]通过网药发现麻黄 - 全蝎治疗咳嗽变异性哮喘有效成分为木犀草素、槲皮素等,富集分析显示可能是通过调控细胞增殖、分化丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶、细胞凋亡通路等来抑制细胞

炎症,环磷酸鸟苷-蛋白激酶G(Cyclic guanosine monophosphate-protein kinase G,cGMP-PKG)信号通路抑制平滑肌收缩发挥作用。

2.2 传统配伍的临床应用

根据最新资料显示,临床配伍常用的麻黄药对有麻黄-桂枝、麻黄-杏仁、麻黄-五味子、麻黄-大黄、麻黄-石膏等。

2.2.1 麻黄-桂枝 麻黄-桂枝药对是治疗外感风寒表证的经典药对,代表方如麻黄汤、大青龙汤、麻黄桂枝各半汤等。桂枝辛温,与麻黄相须为用,增强发汗解表散寒之功。大量研究证实麻黄-桂枝药对已广泛运用于治疗外感病、皮肤病等。有研究发现该药对对急、慢性炎症均具有明显抑制作用,高、中剂量具有镇痛的药理活性,且高剂量还具有一定中枢镇痛作用[46]。同时,该药对可能通过调控NF-κB信号通路中肿瘤蛋白65(Protein 65,P65)、NF-κB抑制蛋白(Inhibitor of nuclear factor κ-Bα,IκBα)及丝裂原活化蛋白激酶(Mitogen-activated protein kinases,MAPKs)信号通路中肿瘤蛋白38(Protein 38,P38)、细胞外信号调节激酶(Extracellular signal-regulated kinase,ERK)、c-Jun氨基末端激酶(c-Jun N-terminal kinase,JNK)蛋白的磷酸化来发挥抗炎作用[47]。也有研究证实桂枝麻黄各半汤加味治疗风寒束表型瘾疹临床效果显著,能有效缓解临床症状,降低复发率,其机制可能是通过降低血清IL-6水平来实现[47]。另外,麻黄中的生物碱成分主要为盐酸麻黄碱、盐酸伪麻黄碱、盐酸甲基麻黄碱,这些麻黄碱对中枢神经系统有兴奋作用,降低了麻黄的安全性。但现代药理研究已证实麻黄-桂枝药对配伍的科学性。有研究按照麻黄、桂枝3∶2比例配伍后进行高效液相色谱法测定此药对中盐酸麻黄碱、盐酸伪麻黄碱、盐酸甲基麻黄碱、桂皮酸、桂皮醇等7种主要成分的含量,实验结果发现除桂皮酸外,药对中7种成分的溶出较单味药材均显著减少。而生物碱的溶出减少,使配伍后麻黄的毒性减弱,但解热作用增强[48]。同时,在另一项体外细胞实验中,麻黄碱可以通过激活cAMP/PKA通路上调立早基因c-fos的表达,引起细胞兴奋状态;而在体内环境中,通过脑内定位注射H-89抑制cAMP/PKA通路,可以缓解麻黄碱所引起的神经系统的过度兴奋;结果证实,麻黄-桂枝药对配伍可以通过抑制cAMP/PKA通路降低麻黄诱导的中枢神经系统兴奋毒性作用[49]。

2.2.2 麻黄-杏仁 麻黄-杏仁是张仲景最常用的固定配伍之一,常见于麻黄汤、大青龙汤、麻杏石甘汤等经方中。二者宣降相宜,增强平喘止咳之力。MA J X等[50]通过检测各组大鼠气道上皮组织超微结构变化、气道上皮细胞凋亡情况、EGFR和Bcl-2 mRNA及蛋白表达情况,发现麻黄-杏仁组可抑制气道上皮结构的异常改变和气道上皮细胞的凋亡来减轻气道损伤。同时,麻黄与杏仁联用减轻哮喘大鼠气道上皮损伤的最佳比例为8∶4.5。刘永生等[51]研究发现麻黄-杏仁药对可能通过抑制P38MAPK/NF-κB信号通路,减少Th2细胞因子生成,减轻哮喘大鼠气道及周围的炎性反应和高气道反应,从而发挥控制支气管哮喘大鼠气道炎症的作用。另外,麻黄与杏仁配伍后在传统水煎中药代动力学发生改变。QIN Y等[52]通过体外共孵育模型,鉴定出麻黄-杏仁药对含有15种代谢产物,麻黄与杏仁合煎减少了体内对D-苦杏仁苷的暴露,影响药物在体内的代谢,有助于其解毒,而肠道菌群可能在苦杏仁苷代谢中起关键作用。陈林林等[53]也通过麻黄与杏仁配伍后在支气管哮喘模型大鼠血浆和脑脊液中的药动学变化,发现麻黄、杏仁配伍后加快了麻黄生物碱的吸收和消除,从而减少了麻黄生物碱在支气管哮喘模型大鼠体内的累积。

2.2.3 麻黄-五味子 五味子性酸、甘、温,归肺、心、肾经。麻黄和五味子皆为性温之品,此配伍是五味理论指导下“辛散酸收”的典型代表,在小青龙汤、厚朴麻黄汤和射干麻黄汤等经典名方中发挥重要作用。卓祖顺等[54]深入研究,发现麻黄-五味子对哮喘大鼠具有治疗作用,二者配伍能够产生协同作用,疗效优于单味药使用,且使用比例为3∶2时疗效更佳。其机制可能在于麻黄-五味子抑制调控PLC/TRPC1通路,降低下游肌球蛋白轻链激酶(Downstream myosin light-chain kinase,MLCK)、NF-κB表达,减少TNF-α、IL-1β和IL-6炎症因子水平,缓解哮喘大鼠气道高反应性、气道炎症与气道重塑,其主要有效成分可能为麻黄碱。

2.2.4 麻黄-大黄 肺肠合治是中医临床治疗肺系疾病的经典途径,麻黄-大黄是体现肺肠合治法的主要药对,以麻黄-大黄为核心药物的方药已被多个临床和实验证实对急性肺损伤疗效确切[55-56]。王旭红等[57]选用麻黄-大黄药对药物剂量比为3∶4,研究发现该药对可促进肺泡巨噬细胞M2极化,增加抗炎因子激活和释放,抑制炎症反应,从而治疗急性肺损伤。王卓等[58]也发现麻黄-大黄药对可能通过调控NF-κB和MAPK通路抑制肺泡巨噬细胞M1极化,减少炎症因子IL-6、诱导型一氧化氮合酶(Inducible nitric oxide synthase,INOS)、TNF-α mRNA激活和释放,减轻炎症损伤,以达到防治急性肺损伤的作用。

2.2.5 麻黄-石膏 麻黄-石膏配伍经方出自《伤寒论》的大青龙汤、麻杏石甘汤、麻黄升麻汤、桂枝二越婢一汤等。麻黄质轻扬,使肺气得以宣发;石膏质沉,重镇沉降可使肺气得以肃降,二者相伍,寒温相制,相反之中寓相辅,表里同治[59]。现代临床多应用于治疗各类肺炎、急慢性哮喘等呼吸系统疾病。吴跃文等[60]临床观察得出麻杏石甘汤中麻黄与石膏配比为1∶5时可明显改善肺热喘咳证肺炎患者临床症状,降低炎性反应,改善肺通气功能。李阳[61]研究也发现临床用药对麻石之比多集中于1∶5或1∶4,并进一步证实麻杏甘石汤可缓解哮喘气道的损伤,减轻炎症细胞的浸润,减少支气管上皮细胞的脱落及肺泡间隔的增厚,同时增加E-cadherin在小鼠血清及肺组织的表达水平。更有研究证实麻黄与石膏药对对体温和体质量的调节作用是通过IL-1β还原介导的,麻黄对热休克蛋白70(Heat shock protein 70,HSP70)和NF-κB有明显抑制作用,可抑制热诱导的促炎因子,改善下丘脑稳态[62]。麻黄与石膏配伍后药代动力学发生改变。梁艳妮等[63]研究发现麻黄与石膏1∶2共煎煮可降低麻黄碱的溶出,促进其微量元素的溶出,

而 Ca^{2+} 溶出量保持在稳定范围,相互制约,从而发挥宣肺平喘之效。

3 总结和展望

麻黄作为临床常用中药之一,其性温通辛散,具有发汗解表、宣肺平喘、利水消肿的功效。现代药理研究表明麻黄主要活性成分或提取物具有解热、抗炎、抗菌、抗癌镇痛等多种药理作用,在各类呼吸系统疾病、恶性肿瘤、肥胖、心脑血管等疾病中发挥较好疗效。同时,麻黄常与桂枝、杏仁、五味子、大黄、石膏等配伍组成药对,增强或扩大疗效,在麻黄汤、麻杏石甘汤、大小青龙汤等经方中运用广泛。近年对其机制研究逐渐成熟,故文章进一步归纳总结了麻黄药对的药理研究现状、麻黄药对配伍最佳比例及药对配伍前后化学成分变化,为麻黄类方的临床应用提供科学理论依据。然而,目前对于麻黄及其药对的多组学研究寥寥无几。随着高通量技术的广泛应用,基因组学、空间转录组学、蛋白组学、代谢组学或多组学联用为中医药的研究开辟了新方向,从分子层面上明确麻黄及其药对配伍的作用机制,进一步挖掘其靶基因,为临床精准治疗提供科学依据,将是未来研究的重点。

参考文献

[1] ZHENG Q G, MU X Y, PAN S B, et al. Ephedrae herba: a comprehensive review of its traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology[J]. J Ethnopharmacol, 2023, 307: 116153.

[2] 马一青, 苏静, 厉青, 等. 麻黄的临床应用及作用机制的研究进展[J]. 中国药物滥用防治杂志, 2024, 30(1): 75 - 79.

[3] TANG S Y, REN J L, KONG L, et al. Ephedrae herba: a review of its phytochemistry, pharmacology, clinical application, and alkaloid toxicity[J]. Molecules, 2023, 28(2): 663.

[4] 张文静, 郭桂明, 许佳旺, 等. 基于关联规则的 31958 张含麻黄中药制剂处方用药分析[J]. 中国中医药信息杂志, 2021, 28(12): 128 - 133.

[5] 谢素馨, 徐依婷, 汤杰. 麻黄 - 桂枝药对治疗呼吸系统疾病的临床应用[J]. 世界中医药, 2024, 19(14): 2191 - 2195, 2202.

[6] 唐慧莉, 徐艳秋. 麻黄在肾脏病中的应用进展[J]. 中国中医药现代远程教育, 2024, 22(12): 167 - 169.

[7] 韩慧莹, 刘桂荣, 刘寨华, 等. 麻黄功效可概括为“通阳化阴”[J]. 环球中医药, 2024, 17(9): 1807 - 1809.

[8] 刘宁, 张英栋, 陈慧, 等. 基于麻黄“发其阳”核心功效探讨麻黄新用[J]. 亚太传统医药, 2024, 20(11): 141 - 144.

[9] 韩慧莹, 刘桂荣, 徐向青. 通阳化阴之麻黄[J]. 中国中医基础医学杂志, 2023, 29(3): 498 - 500.

[10] 徐丽, 于雪峰, 郭振武. 以麻黄为主药系列经方在儿童过敏性疾病辨治中的运用[J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(9): 5 - 8.

[11] 王仪, 石梦瑶, 杨程. 张仲景巧用麻黄治疗咳嗽探析[J]. 河南中医, 2024, 44(9): 1297 - 1301.

[12] 孙刘红, 李树杰, 蔡念宁. 麻黄类方治疗痤疮发微[J]. 中医临床研究, 2023, 15(30): 126 - 129.

[13] 张宇涵, 徐瑞齐, 曾梦楠, 等. 基于风水水肿大鼠模型的麻黄拆分组分的升降浮沉药性研究[J]. 中药新药与临床药理, 2024, 35(1): 65 - 76.

[14] 曹兵, 曾梦楠, 张钦钦, 等. 基于风寒表证大鼠的麻黄升浮药性研究[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(12): 7298 - 7305.

[15] 苑萌, 董慧文, 刘佳丽, 等. 麻黄水提物调控 ROS/NLRP3/Caspase - 1 通路对肺炎链球菌肺炎大鼠肺损伤的影响[J]. 免疫学杂志, 2023, 39(12): 1034 - 1041.

[16] 苑萌, 董慧文, 刘佳丽, 等. 麻黄水提物减轻脂多糖诱导急性肺损伤的作用及机制研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2023, 43(12): 2185 - 2190.

[17] 郑亚娟, 袁培培, 傅阳, 等. 基于 cAMP/PKA/CREB 信号通路探讨麻黄生物碱组分对过敏性哮喘大鼠的抗炎机制[J]. 中药新药与临床药理, 2022, 33(11): 1453 - 1459.

[18] 徐莉, 廖赵妹, 苏小燕, 等. 麻黄碱通过调控 TGF - β1/NF - κB 信号通路抑制小鼠的气道炎症反应[J]. 生命科学研究, 2024, 28(1): 26 - 32, 55.

[19] 尹涛, 姜丽真, 张盟盟, 等. 麻黄碱对脂多糖诱导的小胶质细胞功能损伤的修复作用及机制[J]. 中国药房, 2024, 35(1): 33 - 37.

[20] WANG H L, CHEN F Q, WU L J. Ephedrine ameliorates chronic obstructive pulmonary disease (COPD) through restraining endoplasmic reticulum (ER) stress *in vitro* and *in vivo*[J]. Int Immunopharmacol, 2022, 103: 107842.

[21] 梁军, 王舒, 苑宏宇, 等. 麻黄多糖对 $PM_{2.5}$ 联合卵白蛋白诱导哮喘小鼠血清代谢组学的研究[J]. 中医药学报, 2023, 51(4): 44 - 49.

[22] DBEIBIA A, BEN TAHEUR F, ALTAMMAR K A, et al. Control of Staphylococcus aureus methicillin resistant isolated from auricular infections using aqueous and methanolic extracts of Ephedra alata[J]. Saudi J Biol Sci, 2022, 29(2): 1021 - 1028.

[23] AYYAL SALMAN H, YAAKOP A S, AL - RIMAWI F, et al. Ephedra alte extracts´GC - MS profiles and antimicrobial activity against multidrug - resistant pathogens (MRSA)[J]. Heliyon, 2024, 10(5): e27051.

[24] 李龙朝, 范雅祺, 陈乙漫, 等. 论麻黄破癥坚积聚功效[J]. 环球中医药, 2023, 16(9): 1837 - 1839.

[25] MORI E, HYUGA S, HANAWA T, et al. Effects of Ephedra Herb extract on the expression of EGFR - activating mutations and c - Met in non - small - cell lung cancer cell line, H1975, and its combined effects with osimertinib[J]. J Nat Med, 2023, 77(3): 523 - 534.

[26] MPINGIRIKA E Z, EL HOSSEINY A, BAKHEIT S M S, et al. Potential anticancer activity of crude ethanol, ethyl acetate, and water extracts of *Ephedra foeminea* on human osteosarcoma U2OS cell viability and migration[J]. BioMed Res Int, 2020, 2020: 3837693.

[27] HUANG X D, HYUGA S, ITO M, et al. Preventive and therapeutic effects of ephedrine alkaloids - free Ephedra Herb extract on paclitaxel - induced neuropathic pain[J]. J Nat Med, 2025, 79(1): 107 - 121.

[28] ZHANG Y H, ZENG M N, LI B K, et al. Ephedra Herb extract ameliorates adriamycin - induced nephrotic syndrome in rats *via* the CAMKK2/AMPK/mTOR signaling pathway[J]. Chin J Nat Med,

2023, 21(5): 371 - 382.
[29] SIOUD F, BEN TOUMIA I, LAHMER A, et al. Methanolic extract of Ephedra alata ameliorates cisplatin - induced nephrotoxicity and hepatotoxicity through reducing oxidative stress and genotoxicity [J]. Environ Sci Pollut Res, 2020, 27(11): 12792 - 12801.
[30] PARK S J, SHON D H, RYU Y H, et al. Extract of ephedra sinica stapf induces browning of mouse and human white adipocytes[J]. Foods, 2022, 11(7): 1028.
[31] LEE S E, LIM C, LIM S, et al. Effect of Ephedrae Herba methanol extract on high - fat diet - induced hyperlipidaemic mice [J]. Pharm Biol, 2019, 57(1): 676 - 683.
[32] SONG E J, SHIN N R, JEON S, et al. Impact of the herbal medicine, Ephedra sinica stapf, on gut microbiota and body weight in a diet - induced obesity model [J]. Front Pharmacol, 2022, 13: 1042833.
[33] 何海龙, 崔坤, 谢连娣, 等. 基于"通法"思路探析麻黄运用于心血管病之可行性[J]. 江苏中医药, 2024, 56(7): 61 - 64.
[34] 杨利萍, 张友兰, 唐凤鸣, 等. 基于 TGFβ1/Smad7 通路观察麻黄碱对肺心病大鼠血管内皮结构及功能的影响[J]. 西部中医药, 2022, 35(4): 48 - 54.
[35] LI Q X, WU J, HUANG L X, et al. Ephedrine ameliorates cerebral ischemia injury *via* inhibiting NOD - like receptor pyrin domain 3 inflammasome activation through the Akt/GSK3β/NRF2 pathway [J]. Hum Exp Toxicol, 2021, 40(12suppl): S540 - S552.
[36] SHI C H, LI J H, LI J W. Ephedrine attenuates cerebral ischemia/reperfusion injury in rats through NF - κB signaling pathway [J]. Hum Exp Toxicol, 2021, 40(6): 994 - 1002.
[37] 张晓霞, 刘瑞新, 王晶晶, 等. 基于网络药理学和分子对接技术探讨桂枝 - 麻黄治疗荨麻疹的作用[J]. 中国临床药理学杂志, 2023, 39(15): 2253 - 2256.
[38] 史丽颖, 温泽宇, 宋昱, 等. 基于网络药理学与分子对接探究麻黄 - 桂枝药对治疗类风湿性关节炎机制[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2023, 55(2): 62 - 72.
[39] 刘卉, 申琪. 基于网络药理学与分子对接研究麻黄 - 桂枝药对治疗变应性鼻炎的作用机制[J]. 西部中医药, 2024, 37(4): 77 - 86.
[40] 王子童, 朱珊, 刘瑞娟, 等. 基于网络药理学及分子对接研究中药对药"麻黄 - 半夏"治疗支气管哮喘的机制[J]. 儿科药学杂志, 2024, 30(8): 6 - 12.
[41] 张贝贝, 曾梦楠, 张钦钦, 等. 基于网络药理学及实验验证的"麻黄 - 葶苈子"药对治疗支气管哮喘的作用研究[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(18): 4996 - 5007.
[42] 侯学文, 孟泳, 侯从岭, 等. 基于网络药理学与分子对接研究厚朴 - 麻黄治疗支气管哮喘的作用机制[J]. 中华全科医学, 2023, 21(4): 704 - 708, 720.
[43] ZHUO Z S, NIE J H, XIE B, et al. A comprehensive study of Ephedra sinica Stapf - Schisandra chinensis (Turcz.) Baill herb pair on airway protection in asthma[J]. J Ethnopharmacol, 2024, 322: 117614.
[44] 秦静海, 牛璐, 李伟霞, 等. 基于网络药理学和分子对接研究麻黄 - 五味子药对治疗肺纤维化的作用机制[J]. 中医研究, 2023, 36(2): 89 - 93.
[45] 乔伊娜, 刘梦辉, 陈琼芳, 等. 基于网络药理学探讨麻黄 - 全蝎配伍治疗咳嗽变异性哮喘的作用机制[J]. 宁夏医科大学学报, 2022, 44(1): 90 - 96.
[46] 王晓明, 许良葵, 罗佳波. 麻黄 - 桂枝药对抗炎、镇痛作用研究[J]. 中药新药与临床药理, 2020, 31(2): 179 - 184.
[47] 雷彩云. 桂枝麻黄各半汤加味治疗风寒束表型瘾疹的疗效及机制研究[D]. 南宁: 广西中医药大学, 2021.
[48] 王东海, 汤建华, 杨晓媛, 等. 高效液相色谱法同时测定麻黄 - 桂枝药对中 7 种成分含量[J]. 中国药业, 2022, 31(5): 89 - 93.
[49] 牛波. 麻黄桂枝药对配伍通过抑制 cAMP/PKA 通路拮抗麻黄诱导的神经元兴奋毒性[D]. 广州: 南方医科大学, 2021.
[50] MA J X, XIAO X, ZHOU K F, et al. Herb pair of Ephedrae Herba - Armeniacae Semen Amarum alleviates airway injury in asthmatic rats [J]. J Ethnopharmacol, 2021, 269: 113745.
[51] 刘永生, 王金菊, 孟泳, 等. 基于 p38MAPK/NF - κB 信号通路探讨麻黄 - 苦杏仁药对治疗支气管哮喘大鼠的机制[J]. 中药新药与临床药理, 2022, 33(8): 1025 - 1031.
[52] QIN Y, WANG S S, WEN Q Y, et al. Interactions between ephedra sinica and prunus armeniaca: from stereoselectivity to deamination as a metabolic detoxification mechanism of amygdalin[J]. Front Pharmacol, 2021, 12: 744624
[53] 陈林林, 谢金根, 樊学程, 等. 麻黄与杏仁配伍后在支气管哮喘模型大鼠体内的药动学研究[J]. 中国药房, 2024, 35(13): 1588 - 1593.
[54] 卓祖顺. 不同比例麻黄与五味子配伍干预哮喘大鼠的"辛散酸收"机制研究[D]. 南昌: 江西中医药大学, 2024.
[55] 王馨培, 王子玉, 傅强, 等. 基于网络药理学和多中心临床数据的清肺承气汤治疗腹腔感染所致急性呼吸窘迫综合征的作用机制研究[J]. 中草药, 2021, 52(2): 437 - 446.
[56] 谢铱子, 钟彩婷, 纪树亮, 等. 基于网络药理学及分子对接技术探讨化湿败毒方治疗新型冠状病毒肺炎的分子机制[J]. 中药药理与临床, 2020, 36(3): 28 - 35.
[57] 王旭红, 闫曙光, 惠毅, 等. 基于肺泡巨噬细胞 M2 极化的麻黄 - 大黄药对治疗急性肺损伤的作用机制研究[J]. 中草药, 2022, 53(9): 2715 - 2722.
[58] 王卓, 闫曙光, 惠毅, 等. 麻黄 - 大黄药对抑制肺泡巨噬细胞 M1 极化防治急性肺损伤的作用机制[J]. 中国药理学通报, 2022, 38(9): 1421 - 1429.
[59] 叶晓滨. 麻黄常用药对化学成分与药理作用的研究进展[J]. 中医研究, 2021, 34(3): 57 - 62.
[60] 吴跃文, 林启有, 戴伟春. 麻杏石甘汤中麻黄与石膏不同剂量配比对治疗肺热喘咳证的临床效果分析[J]. 世界中医药, 2019, 14(6): 1528 - 1531.
[61] 李阳. 基于经方中"麻黄—石膏"配伍规律探究麻杏甘石汤降低哮喘上皮屏障损伤的机制研究[D]. 天津: 天津中医药大学, 2023.
[62] KIM W, LEE W, HUH E, et al. Ephedra sinica stapf and gypsum attenuates heat - induced hypothalamic inflammation in mice[J]. Toxins, 2020, 12(1): 16.
[63] 梁艳妮, 余沛, 王征, 等. 麻黄与石膏不同配伍对主要成分溶出量的影响[J]. 中国药师, 2019, 22(1): 48 - 52.