

· 研究进展 ·

麻黄属植物化学成分及临床应用的研究进展

孙兴姣, 李红娇, 刘婷, 李骁* (内蒙古医科大学, 呼和浩特 010110)

摘要 **目的:** 阐述麻黄属植物化学成分及临床应用的研究现状, 为麻黄的临床应用提供新的思路。**方法:** 查阅麻黄属植物相关研究文献, 总结其化学成分及临床应用概况。**结果:** 麻黄中主要的化合物有麻黄碱类、挥发油类、黄酮类、多糖类和少量的有机酸。目前在麻黄属植物麻黄中麻黄碱的应用十分广泛, 除以中药配方应用于临床, 已有 60 余种化学药品以盐酸麻黄碱和盐酸伪麻黄碱作为有效成分, 主治咳嗽。对其挥发油类、黄酮类的临床应用研究不多。麻黄联合化学药品共同使用, 弥补了传统中药配方煎煮过程中有效成分的丢失, 可以使治疗效果更明显。麻黄多糖抗炎、镇痛、对免疫的影响作用机制尚不确定, 有待进一步研究。**结论:** 麻黄作为传统中药, 具有较大的药用价值, 将为其临床应用提供新的思路。

关键词: 麻黄属植物; 化学成分; 临床应用

中图分类号: R28 文献标识码: A 文章编号: 1002-7777(2018)02-0201-09

doi:10.16153/j.1002-7777.2018.02.008

Research Progress on Chemical Constituents and Clinical Application of Ephedra Plants

Sun Xingjiao, Li Hongjiao, Liu Ting, Li Xiao* (Inner Mongolia Medical University, Huhhot 010110, China)

Abstract Objective: To discuss the current status of chemical constituents and clinical application of ephedra plants and to provide new ideas for the clinical application. **Methods:** The literature review of the ephedra plants was used and their chemical constituents and clinical applications were summarized. **Results:** The main compounds in ephedra are ephedrine, volatile oil, flavonoids, polysaccharides and small amounts of organic acids. At present, ephedrine of the ephedra plant is widely used. In addition to traditional Chinese medicine formula clinical usage, more than 60 kinds of chemicals contain ephedrine hydrochloride and pseudoephedrine hydrochloride as an active ingredient to cure cough. But few studies on clinical use on volatile oil and flavonoids have been carried out. The loss of active ingredients of traditional Chinese medicine formula during the process of heating could be reduced by combining ephedra with chemical drugs and the treatment effect was more obvious. On the other hand, the mechanism of action of anti-inflammatory, analgesic, and the effect on immune of ephedra polysaccharide was still uncertain, which needs further study. **Conclusion:** Ephedra, as a traditional Chinese medicine, has a great medicinal value and will provide new potentials for its clinical application.

Keywords: ephedra plants; chemical constituents; clinical application

作者简介: 孙兴姣, 硕士研究生; 研究方向: 中蒙药质量控制及新药研发

通信作者: 李骁, 副教授, 博士; 研究方向: 中蒙药质量控制及新药研发; E-mail: lx_leexiao@163.com

麻黄始载于《神农本草经》^[1],列为中品,历代本草均有收载,至今已有四千多年的应用历史。全世界麻黄属植物分为3组约40种;我国有2组(膜果麻黄组、麻黄组)12种及4个变种^[2],分别为膜果麻黄*Ephedra praewalski* Staph、中麻黄*E.intermedia* Schrenk ex Mey、草麻黄*E.sinica* Staph、木贼麻黄*E.equisetina* Bunge、藏麻黄*E.saxatilis* Royle ex Florin、丽江麻黄*E.likiangensis* Florin、斑孑麻黄*E.lepidosperma* C.Y.cheng、矮麻黄*E.minuta* Florin、山岭麻黄*E.gerardiana* Wall、单子麻黄*E.monosperma* Gmel.ex Mey、细子麻黄*E.regeliana* Florin、雌雄麻黄*E.fedtschenkoae* Pauls。《中国药典》2015年版规定正品麻黄来源于麻黄科草麻黄*Ephedra sinica*、中麻黄

*E.intermedia*和木贼麻黄*E.equisetina*的干燥草质茎,麻黄的根、茎分开入药^[3]。麻黄性温,味辛苦^[4],具有镇咳、平喘、祛痰、发汗等作用。本文收集并整理了近20年麻黄属植物的相关文献,对其化学成分、临床应用研究进展进行综述,为麻黄的临床应用提供新的思路。

1 化学成分

1.1 生物碱类

麻黄属植物草质茎中含10多种生物碱,含量最多的是左旋麻黄碱^[5](L-Ephedrine):草麻黄中占总生物碱60%,中麻黄中占总生物碱30%~40%,木贼麻黄中占总生物碱85%~90%^[6]。麻黄属植物中所含生物碱类化合物如表1所示。

表1 麻黄属植物中所含生物碱类化合物

名称	根或草质茎	麻黄属植物	参考文献
左旋麻黄碱(L-ephedrine)	茎	草麻黄	[7-8][11-14]
右旋麻黄碱(D-Pseudoephedrine)	茎	草麻黄	[7-8][11-12][14]
左旋甲基麻黄碱(L-Methylephedrine)	茎	草麻黄	[7-8][11-12][14]
右旋甲基伪麻黄碱(D-Methylphhseudoephedrine)	茎	草麻黄	[7-8][11-12]
左旋去甲基伪麻黄碱(L-Norephedrine)	茎	草麻黄	[7-8][11-12]
右旋去甲基伪麻黄碱(D-Norpseudoephedrine)	茎	草麻黄	[7-8][11-12]
麻黄恶唑酮(Ephedroxane)	茎	草麻黄	[9][11]
苄甲胺(Benzyl-methylamine)	茎	草麻黄	[9]
麻黄根碱A、B	根	-	[10]
酪氨酸甜菜碱	根	-	[10]
阿魏酰组胺	根	-	[10]
嘌呤(Adenine)	茎	草麻黄	[11]
1-苯基-2-亚胺基-1-丙醇(1-phenyl-2-imido-1-propanol)	茎	草麻黄	[11]
1-甲基-2,3-亚甲二氧基-6-萘甲酸(1-methyl-2,3-methylenedioxy-6-naphthalenecarboxylic acid)	茎	草麻黄	[11]
黄嘌呤(Xanthine)	茎	草麻黄	[13]
鸟嘌呤(Adenine)	茎	草麻黄	[13]
N-甲基麻黄碱(N-Methylephedrine)	茎	草麻黄	[11][14-15]

注:“-”表示未明确指出为哪种麻黄。

近20年,关于麻黄生物碱研究以草麻黄的草质茎为主。3对异构体生物碱普遍存在于麻黄属植物茎中。麻黄碱和伪麻黄碱作为麻黄的代表性成分,有升压作用。根中含有的麻黄根碱A、B及阿魏酸组胺可以降低血压^[10]。中药处方中其他药材影响麻黄碱和伪麻黄碱的含量^[16-18]。单味麻黄中麻黄碱和伪麻黄碱比麻黄汤中高^[19-20]。麻黄炮制品在炮制过程中温度升高,麻黄碱和伪麻黄碱的溶出度降低,相对单味麻黄的盐酸麻黄碱和盐酸伪麻黄碱含量减少^[21-22]。木合塔尔·吐尔洪等^[23]首次对新疆产野生木贼麻黄的果、茎、根中麻黄碱和伪麻黄碱进行对比,果中麻黄碱含量最高,伪麻黄碱含量最少。葛斌等^[24]通过HPLC法测得甘肃产草麻黄、中麻黄、木贼麻黄中麻黄碱和伪麻黄碱均有色谱峰,但含量不一致。麻黄产地对麻黄碱和伪麻黄碱的含量有影响,但总体上符合《中国药典》2015年版中规定的总碱含量不少于0.8%的用药标准,如表2、表3所示。

表2 不同产地的草麻黄中麻黄碱含量^[25]

产地	麻黄碱含量 / (mg · g ⁻¹)
山西	13.27
河北	10.37
内蒙古	8.97
陕西	6.15

表3 不同产地的麻黄中麻黄碱、伪麻黄碱及总生物碱含量^[26]

产地	麻黄碱 / (mg · g ⁻¹)	伪麻黄碱 / (mg · g ⁻¹)	总生物碱 / (mg · g ⁻¹)
新疆	0.465~5.316	2.903~16.911	0.755~1.965
甘肃	0.691~1.733	3.471~17.032	0.428~1.722
青海	0.467~2.590	8.705~12.490	0.687~1.165
山西	2.534~7.264	0.523~1.546	0.306~0.801

1.2 黄酮类

麻黄中总黄酮类成分含量约为0.29%^[27]。施洋

等^[28]采用超声辅助法提取中麻黄茎中的总黄酮含量为0.253%。程东岩等^[29]采用正交优化麻黄根中总黄酮的提取方法得到总黄酮含量为41.7%。目前发现的麻黄中黄酮类化合物如表4所示。

1.3 挥发油类

麻黄中挥发油类成分含量很少,约为0.15%^[34]。虽然该化合物的含量很少,但种类十分丰富,2000年至今从麻黄属植物中发现的挥发油类大约有620种。张之侠^[35]共鉴定了49种化学成分。解成喜等^[36]研究新疆蓝麻黄发现33种挥发油成分,但不含有2,3,5,6-四甲基吡嗪;木贼麻黄中不含有1- α -萜品烯醇。劳燕霞等^[37]发现72种挥发油成分,采用超声提取法对麻黄挥发油有较好的提取效果^[38]。许爱霞^[39]鉴定甘肃野生草麻黄和膜果麻黄挥发油成分,前者50种,后者44种,其中共有成分34种;草麻黄中含量最高的是d- α -松油醇,膜果麻黄中含量最高的是十六烷酸。许爱霞等^[40]研究甘肃省产3个不同来源人工栽培的草麻黄共发现70种挥发油成分,其中,甲基吡嗪、芳樟醇、6-松油醇、4-松油醇、d- α -松油醇、十六烷酸等28种共有成分的含量并不相同,且均不含有1- α -松油醇。木尼热·阿布都克热木等^[41]鉴定出了新疆戈壁野生麻黄挥发油成分,在果中存在12种成分,茎中2种成分,根中1种成分。王艳宏等^[42]研究山西大同草麻黄共鉴定了53种挥发油化合物,其中含量较高的组分有 α -松油醇(萜品烯)醋酸酯、萜山西大同品烯、蓝桉醇、芳樟醇。吴海等^[43]在野生草麻黄和人工栽培麻黄茎中共确定挥发油45种,其中共有成分13种。野生和栽培品中挥发油成分含量最多的均为 α -萜品醇。不同产地的草麻黄中挥发油成分大部分相似,主要成分是1- α -松油醇,其次是四甲基吡。此外,相同产地不同批次之间含量有差异^[44]。麻黄属植物的采收时间、地理环境都会影响其挥发油类成分的含量和种类。

1.4 其他类

麻黄中除生物碱类和黄酮,还存在有机酸类^[27]和多糖类成分。多糖有阿拉伯糖、鼠李糖、半乳糖、葡萄糖和甘露糖^[45]。目前发现的有机酸类化合物如表5所示。

表4 麻黄中黄酮类化合物

名称	根或草质茎	麻黄属植物	参考文献
槲皮素 (Quercetin)	茎、根	草麻黄	[11][30]
芦丁 (Utin)	茎	草麻黄	[11]
草棉黄素 -8- 甲醚 -3- 葡萄糖苷 (Herbacctin -8-methylether-3-glucoside)	茎	草麻黄	[11]
木樨草素 (Luteoli)	茎	草麻黄	[11]
山柰酚 (Kaempferol)	茎、根	草麻黄	[11][30]
山柰素 -3- 葡萄糖 -7- 鼠李糖苷 (Kaempferol-3-glucoside-7-rhamnoside)	茎	草麻黄	[11]
橙皮苷 (Hesperidin)	茎	草麻黄	[11]
麻黄根素 A(Ephedrannin A)	根	草麻黄	[30]
麻黄宁 A、B、C、D(Mahuannin A、B、C、D)	根	草麻黄	[30]
洋芹素 (Apigenin)	根	草麻黄	[30]
柚皮素 (Naringenin)	根	草麻黄	[30]
(+)- α - 松油醇 -8-O- β -D- 吡喃葡萄糖苷	根	草麻黄	[30]
香叶基 - β -D- 吡喃葡萄糖苷	根	草麻黄	[30]
二氢槲皮素 (Dihydro- quercetin)	根	草麻黄	[30]
儿茶素 [(+)-catechin]	根	草麻黄	[30]
表儿茶素 [(-)epi-catechin]	根	草麻黄	[30]
阿夫儿茶精 (Afzelechin)	根	草麻黄	[30]
3',4',5,7- 四羟基二氢黄酮 (3',4',5,7-tetrahydroxy flavanone)	根	草麻黄	[30]
表阿夫儿茶精 [(-)epi-afzelechin]	根	草麻黄	[31][30]
杜鹃醇 -4'-O- β -D- 葡萄糖苷	茎	草麻黄	[15]
3-O- α -L- 吡喃鼠李糖基 -7-O- β -D- 吡喃葡萄糖基山柰酚	茎	草麻黄	[32]
槲皮素 -3-O- β -L- 吡喃鼠李糖苷	茎	草麻黄	[33]
山柰酚 -3-O- α -L- 吡喃鼠李糖苷 -4'' -E-(4- 羟基)- 肉桂酸酯	茎	草麻黄	[33]
刺五加酮	茎	草麻黄	[33]
4-O- β -D- 葡萄糖苷苯甲酸 (4-O- β -D-glucopyranosi-debenzoic acid)	茎	草麻黄	[13]

表5 麻黄属植物中的有机酸

名称	根或者草质茎	麻黄属植物	参考文献
苯甲酸 (Benzoic Acid)	茎	草麻黄	[11]
反式肉桂酸 (trans. Cinnamic Acid)	茎	草麻黄	[11]
咖啡酸 (Caffeic Acid)	茎	草麻黄	[11]
对羟基苯乙酸 (p-Hydroxyphenylacetic Acid)	茎	草麻黄	[11][30]
异阿魏酸	根	草麻黄	[30]
绿原酸 (Chlorogenic Acid)	茎	草麻黄	[11]
原儿茶酸 (Protocatechuic Acid)	茎	草麻黄	[11]
正二十六羧酸	茎	草麻黄	[33]

2 临床应用

麻黄是中药处方常见的药材，其传统的药用配方有麻黄附子细辛汤、射干麻黄汤、麻杏石甘汤、麻黄连翘小豆汤，麻黄中代表性成分是麻黄碱。中药配方药物之间的相互作用影响麻黄碱的含量，同时影响其对心血管、平滑肌、中枢神经系统的作用。近年出现了麻黄的联合用药，弥补了传统配方的缺陷。常晓^[46]应用麻黄附子细辛汤联合生脉饮治疗病窦综合征48例，18例显效，24例有效，6例无效，总有效率87.5%。麻黄连翘赤小豆汤结合针灸能有效控制变态性鼻炎^[47]。陈颖^[48]应用舒利迭联合射干麻黄汤治疗慢性维持期支气管哮喘44例，26例得到临床控制，6例显效，9例有效，3例无效，总有效率93%。张利君^[49]应用麻黄附子细辛汤联合阿托品治疗缓慢型心律失常30例，8例有效，16例显效，6例无效，总有效率80%。卫永琪^[50]应用麻黄连翘小豆汤加虫类药物治黄褐斑23例，7例痊愈，9例显效，6例有效，1例无效，总有效率95.65%。

除此之外，目前已测定近60种化学药品中含有麻黄碱类成分（如表6所示），多数是镇咳、平喘、化痰、感冒药，麻黄碱的主要存在形式为盐酸麻黄碱和盐酸伪麻黄碱。

麻黄多糖具有镇痛抗炎的作用^[51]。刘英华等^[52]应用麻黄附子细辛汤联合参附注射液治疗关节痛38例，总有效率100%。李新春^[53]应用麻黄附子细辛汤联合桂枝茯苓丸治疗偏头痛32例，17例治愈，4例显效，7例有效，4例无效，总有效率87.5%。赵

艳等^[54]应用麻黄附子细辛汤联合腰四味治疗老年性腰腿疼，效果较好。药物联合应用的镇痛机制可能与麻黄多糖有关。关于麻黄多糖化学成分分析并不多，其药理作用机制比较复杂，有关临床应用的研究比较罕见。张连茹等^[55]在2000年首次从麻黄茎中提出多糖，通过邻苯三酚自氧化法证明该化合物有清除氧自由基的作用。采用苯酸-硫酸法测定草麻黄茎中总多糖为66.43%^[56]，糖醛酸含量为45.89%^[57]，脱蛋白前蛋白含量为26.30%^[58]。麻黄果多糖对家兔心室乳头肌钾离子通道有先抑制后易化作用^[59-60]。麻黄果多糖明显抑制小鼠的吞噬功能^[61]，草麻黄多糖对正常小鼠的体液免疫有一定的抑制作用^[62]，对免疫低下的小鼠具有和左旋咪唑相似增强免疫低下小鼠的体液免疫作用^[63]。草麻黄多糖对大鼠的自身免疫性甲状腺炎有治疗效果^[64]，这可能与该化合物干预外周血淋巴细胞数使CD4⁺/CD8⁺比值下降^[65]、甲状腺激素升高和相关的抗体水平下降有关^[66]。

尽管麻黄的应用范围很广，但也存在不良反应，如烦躁不安、神经过敏、耳鸣、失眠、恶心，严重者出现排尿困难、心动过缓、心律失常^[67]，据报道其不良反应较其他药材更加严重^[68]。在联合用药的过程中应该引起注意，有研究表明麻黄与兴奋剂合用会导致严重的，甚至致死的反应^[69]。麻黄与某些化学药物如强心苷类、抗心律失常药、抗高血压药合用会诱发强心苷中毒和心律失常，导致严重低血压^[70]。综上所述，避免配伍禁忌，慎重联合用药，可以使麻黄发挥最大的药用价值。

表6 含有麻黄碱类的化学药品

编号	西药名称	有效成分	临床功效	编号	西药名称	有效成分	临床功效
1	急支糖浆	1	清肺、止咳、平喘、化痰	27	小儿清热止咳口服液	1、4	
2	散痰宁糖浆	1		28	桉叶止咳糖浆	1	
3	镇咳宁胶囊	1		29	小儿平喘祛痰颗粒	1、4	
4	咳喘口服液	1、2		30	天杏咳喘贴	1、4	
5	小儿清热止咳口服液	2		31	宣清止咳糖浆	1	
6	咳停糖浆	1、3		32	麻黄止嗽丸	1、4	
7	镇咳宁糖浆	1		33	复方咳喘颗粒	1	
8	麻杏止咳糖浆	1		34	小儿复方麻黄碱桔梗糖浆	1	
9	青石冲剂	2		35	麻杏口服液	1、4	
10	止咳祛痰颗粒	1		36	麻杏止咳片	1、4	
11	小儿化痰止咳颗粒剂	1		37	苏杏胶囊	1、4	
12	咳喘安口服液	2		38	苏葶急支口服液	1	
13	克咳胶囊	1		39	馥感啉口服液	1、4	
14	小儿咳喘灵颗粒	1、4		40	加味定喘片	1	
15	化痰降气胶囊	1		41	盐酸麻黄碱滴鼻液	1	收缩肿胀鼻粘膜血管、消炎
16	定喘止咳糖浆	1		42	磺胺嘧啶麻黄碱滴鼻液	2	
17	小儿止咳合剂	1		43	鼻舒宁喷雾剂	1	
18	小青龙颗粒	2、3		44	复方磺胺嘧啶滴鼻液	1	
19	小儿麻甘颗粒	1		45	鼻嗅通喷雾剂	1	
20	止嗽立效口服液	1、4		46	复方泼尼松龙滴鼻液	1	
21	半夏止咳糖浆	1		47	滴通鼻炎水	1	
22	消咳宁片	1		48	复方鼻炎膏	1	
23	通宣理肺片	1		49	小儿复方呋喃西林滴鼻液	1	
24	止咳胶囊	1		50	鼻炎康片	1	
25	哮喘胶囊	1		51	鼻窦炎糖浆	1	
26	肺宁合剂	1、4		52	甘露药浴颗粒	1	解表发汗、消炎止痛

续表 6

编号	西药名称	有效成分	临床功效	编号	西药名称	有效成分	临床功效
53	感冒疏风颗粒	1、4	疏风解表、 清热解毒	57	祛痹消痛膏	1、4	去湿、化痰、消 痛
54	小儿感冒丹	1、4		58	解毒万灵丸	1、4	祛风除湿、解毒 止痛
55	防风通圣丸	1、4		59	冯了性风湿跌打药酒	1	祛风除湿、活血 止痛
56	抗病毒口服液	1	清热祛湿、 凉血解毒				

注：1代表盐酸麻黄碱；2代表麻黄碱；3代表伪麻黄碱；4代表盐酸伪麻黄碱。临床功效：编号1~40临床功效相同；41~51临床功效相同；53~55临床功效相同。

3 小结和讨论

麻黄碱是麻黄生物碱的主要有效成分，不同产地的同种麻黄的生物碱含量不同，其在临床的应用较多，主要针对镇咳、平喘等，这与麻黄碱松弛支气管平滑肌药理作用密不可分。麻黄属植物的不同药用部位生物碱的药理作用有所区别，在临床应用时根、茎应分开用药。

麻黄属植物栽培品与野生品的挥发油类受到条件（水、肥、提取方法和部位）的影响使其含量和种类不同。尽管挥发油种类很多，但在临床应用却比较少见。

麻黄属植物的根和茎中都存在黄酮类化合物，近年研究发现根中该类化合物比茎中含量高，但相关研究并不多。

针对麻黄多糖对免疫抑制和抗炎镇痛作用的影响，相关的药理作用机制并不明确，可以增加对该化学成分的研究，在临床允许的条件下，制成中药免疫抑制剂。

传统的麻黄处方已经不能满足对疾病的治疗作用，联合用药将成为一种趋势，对控制疾病有很大的帮助。从传统的麻黄处方考虑，麻黄中单一化合物与化学药物制剂联合应用的治疗效果不能优于传统处方与化学药物制剂联合应用的治疗效果，应加强这方面的研究，使其在临床上得到更好的应用。

参考文献：

[1] 马勇, 徐曦海, 海燕, 等. 麻黄研究进展[J]. 吉林中医

药, 2008, 28(10): 777-779.

[2] 中国科学院植物研究所. 中国植物志[M]. 第7卷. 北京: 科学出版社, 1979: 468.

[3] 中国药典: 一部[M]. 2015: 262-263.

[4] 汪纫庵. 本草易读[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2015: 210-211.

[5] 李佳宁. 麻黄的化学成分及药理活性研究进展[J]. 中国现代中药, 2012, 14(7): 21-27.

[6] 陈晓成. 麻黄的药理作用研究进展[J]. 实用中医药杂志, 2005, 21(1): 58-62.

[7] 罗佳波, 李吉来, 陈飞龙, 等. 麻黄汤中化学成分 GC-MS 分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2001, 7(1): 1-3.

[8] 查丽杭, 张国政. 麻黄资源的利用与研究开发进展[J]. 植物学报, 2002, 19(4): 396-405.

[9] Abdel-Kader M S, Kassem F F, Abdallah R M. Two Alkaloids from Ephedra Aphylla Growing in Egypt[J]. Natural Product Sciences, 2003, 9(2): 1-4.

[10] 吴和珍, 陆毅, 艾伦强, 等. 麻黄根化学成分与药理作用研究进展[J]. 亚太传统医药, 2008, 4(11): 144-147.

[11] Zhao W, Deng A J, Du G H, et al. Chemical Constituents of the Stems of Ephedra Sinica[J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2009, 1(2): 168-171.

[12] Kuang H X, Xia YG, Liang J, et al. Structural Characteristics of a Hyperbranched Acidic Polysaccharide from the Stems of Ephedra Sinica and Its Effect on T-cell Subsets and Their Cytokines in DTH Mice[J]. Carbohydrate

- Polymers, 2011, 86 (4): 1705-1711.
- [13] 张丹, 邓安琚, 李志宏, 等. 草麻黄化学成分的研究[C]//中国科协年会第21分会场: 中药与天然药物现代研究学术研讨会, 2013.
- [14] 黄艳. 麻黄不同部位及其不同配伍后化学成分的GC-MS分析[D]. 广西中医药大学, 2013: 9-50.
- [15] 汪映宇. 草麻黄化学成分的研究[J]. 抗感染药学, 2014, (5): 416-418.
- [16] 卫平, 马钦海, 任孟月, 等. 配伍对麻黄甘草药对中麻黄类生物碱在大鼠体内组织分布的影响[J]. 药学研究, 2016, 35 (4): 187-192.
- [17] 卫平, 郑芳昊, 霍慧灵, 等. 不同配伍比例对麻黄-甘草药对中麻黄类生物碱成分血浆药动学的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, (7): 100-105.
- [18] 王艳宏, 刘书博, 关枫, 等. 麻黄-附子药对提取物中麻黄类生物碱的溶解性能考察[J]. 中国中医药信息杂志, 2017, 24 (1): 91-94.
- [19] 魏凤环, 罗佳波, 沈群, 等. 麻黄汤及单味麻黄中麻黄碱与伪麻黄碱在小鼠组织中的药动学研究[J]. 中草药, 2004, 35 (7): 781-784.
- [20] 罗佳波, 李吉来, 陈飞龙, 等. 麻黄汤中化学成分的GC-MS分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2001, 7 (1): 1-3.
- [21] 祝婧, 钟凌云, 龚千锋, 等. RP-HPLC法测定麻黄及其炮制品中盐酸麻黄碱[J]. 中草药, 2009, 40 (4): 580-582.
- [22] 祝婧, 钟凌云, 龚千锋, 等. RP-HPLC法测定麻黄及其炮制品中盐酸麻黄碱和盐酸伪麻黄碱含量[J]. 江西中药, 2014, 45 (5): 63-65.
- [23] 木合塔尔·吐尔洪, 楚刚辉, 木尼热·阿不都克里木. 新疆戈壁野生木贼麻黄中麻黄碱和盐酸伪麻黄碱含量的测定[J]. 南开大学学报, 2016, (5): 74-78.
- [24] 葛斌, 罗燕梅, 许爱霞, 等. HPLC测定麻黄药材中麻黄碱与伪麻黄碱的含量[J]. 中国药学杂志, 2008, 43 (3): 173-175.
- [25] 高慧. HPLC法测定不同产地麻黄中麻黄碱的含量[J]. 天津药学, 2011, 23 (3): 21-23.
- [26] 马毅, 晋玲, 王振恒, 等. HPLC测定不同产地麻黄中麻黄碱和伪麻黄碱的含量[J]. 西部中医药, 2012, 25 (7): 14-16.
- [27] 李姿娇, 杨屹, 丁明玉, 等. 麻黄中非麻黄碱部分黄酮生物碱和有机酸的分析[J]. 分析实验室, 2005, 24 (4): 67-69.
- [28] 施洋, 付晓, 葛亮. 中麻黄总黄酮超声提取工艺研究[J]. 新疆医科大学学报, 2015, (12): 1504-1505.
- [29] 程东岩, 王隶书, 高军, 等. 麻黄根总黄酮提取工艺的考察[J]. 中国药师, 2016, 19 (3): 427-429.
- [30] 陶华明. 麻黄根及羊齿天门冬化学成分研究[D]. 吉林大学, 2009: 1.
- [31] 杨艳芳, 陆毅, 吴高峰, 等. 中药麻黄根的化学成分研究[J]. 中成药, 2010, 32 (10): 1758-1760.
- [32] 赵巍, 胡琴, 马林, 等. 草麻黄茎中一个黄酮苷的NMR数据归属及活性研究[J]. 中国现代中药, 2016, 18 (11): 1448-1450.
- [33] 马青云, 李承森, 周俊, 等. 新疆洋海古代麻黄的化学成分研究[J]. 安徽农业科学, 2012, (12): 7089-7090.
- [34] 散丹, 孟根花, 胡毕斯哈拉图. 蒙药麻黄化学成分研究进展[J]. 医药, 2016, (12): 158-158.
- [35] 张知侠. 草麻黄精油化学成分分析[J]. 咸阳师范学院学报, 2010, 25 (2): 35-37.
- [36] 解成喜, 符继红, 张丽静. 麻黄中挥发油化学成分的分析[J]. 新疆大学学报: 自然科学版, 2004, 21 (3): 285-287.
- [37] 劳燕霞, 陈康, 林文津, 等. 不同提取方法的麻黄挥发油GC-MS比较分析[J]. 现代中药研究与实践, 2005, 19 (2): 53-56.
- [38] 张娟. 麻黄挥发油提取工艺总结[J]. 北方药学, 2014, (6): 60-60.
- [39] 许爱霞. 甘肃麻黄挥发油化学成分的分析[J]. 中国医院药学杂志, 2006, 26 (7): 804-807.
- [40] 许爱霞, 葛斌, 宋平顺, 等. 甘肃人工栽培麻黄挥发油成分分析[J]. 中成药, 2007, 29 (5): 723-726.
- [41] 木尼热·阿布都克热木, 木合塔尔·吐尔洪, 王楠楠, 等. 新疆戈壁野生木贼麻黄挥发油的成分分析[J]. 中成药, 2007, 29 (9): 1338-1341.
- [42] 王艳宏, 王秋红, 夏永刚, 等. 山西大同草麻黄挥发油的GC-MS分析[J]. 中医药学报, 2011, 39 (6): 58-60.
- [43] 吴海, 易伦朝, 高敬铭, 等. 野生与人工栽培麻黄不同部位成分的比较研究[J]. 中草药, 2007, 38 (9): 1298-1301.
- [44] 陈康, 林文津, 林励, 等. 不同产地草麻黄挥发油化学成分分析[J]. 中华医药杂志, 2005, 5 (2): 2-5.

- [45] 梁军, 王迪, 夏永刚, 等. 麻黄根多糖中单糖成分的GC-MS分析[J]. 中医学报, 2014, (4): 17-18.
- [46] 常晓. 麻黄附子细辛汤合生脉饮治疗病窦综合征48例[J]. 陕西中医, 2006, 27(11): 1327-1328.
- [47] 王波, 刘海涛. 麻黄连翘赤小豆汤结合针灸治疗变应性鼻炎61例临床观察[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, (16): 175-178.
- [48] 陈颖. 舒利迭联合射干麻黄汤治疗慢性持续期支气管哮喘疗效观察[J]. 现代中西医结合杂志, 2016, 25(11): 1200-1202.
- [49] 张利君. 麻黄附子细辛汤合阿托品口服治疗缓慢型心律失常30例[J]. 中国中医急症, 2011, 20(3): 468-468.
- [50] 卫永琪. 麻黄连翘赤小豆汤加虫类药物治疗黄褐斑23例[J]. 中药药理与临床, 2006, 22(3): 178-178.
- [51] 穆光锐, 夏永刚, 匡海学. 麻黄多糖镇痛和抗炎作用研究[J]. 世界中医药, 2016, (B03): 1294-1295.
- [52] 刘英华, 伍德军, 邓玉艳. 参附注射液配合麻黄附子细辛汤治疗关节炎36例[J]. 陕西中医, 2007, 28(12): 1618-1619.
- [53] 李新春. 麻黄附子细辛汤合桂枝茯苓丸治疗偏头痛32例疗效观察[J]. 河北中医, 2013, 35(2): 225-226.
- [54] 赵艳, 符颖, 陈天壮. 麻黄附子细辛汤联合腰四味治疗老年性腰腿痛70例[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, (17): 186-189.
- [55] 张连茹, 邹国林. 麻黄水溶性多糖的提取及其清除氧自由基作用的研究[J]. 氨基酸和生物资源, 2000, 22(3): 24-26.
- [56] 夏永刚, 梁军, 杨炳友, 等. 苯酚-硫酸法测定麻黄多糖含量研究[J]. 中医药信息, 2011, 28(1): 33-35.
- [57] 夏永刚, 梁军, 杨炳友, 等. 麻黄多糖中糖醛酸含量的测定[J]. 中医学报, 2011, 39(1): 71-73.
- [58] 梁军, 夏永刚, 杨炳友, 等. 麻黄多糖中蛋白含量测定及脱蛋白方法的比较[J]. 中医学报, 2011, 39(2): 73-75.
- [59] 邱丽颖, 焦宏, 李英, 等. 麻黄果多糖对家兔心室乳头肌电活动的影响[J]. 海峡药学, 2005, 17(6): 48-50.
- [60] 焦宏, 李蓟龙, 陈彦静, 等. 麻黄果多糖对家兔心室乳头肌电活动的影响[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(6): 48-50.
- [61] 孙黎, 程建贞, 刘春霞, 等. 麻黄果多糖对小鼠免疫功能的影响[J]. 神经药理学报, 2000, (4): 11-14.
- [62] 孟达理, 严士海, 许芝银. 麻黄多糖对绵羊红细胞所致小鼠溶血素生成的影响[J]. 江苏大学学报: 医学版, 2007, 17(5): 379-380.
- [63] 孟达理, 朱萱萱, 刘志辉, 等. 麻黄多糖对绵羊红细胞所致免疫功能低下模型小鼠溶血素抗体生成的影响: 比色法[J]. 实用中医内科杂志, 2007, 21(1): 36-37.
- [64] 许芝银, 孟达理. 麻黄多糖治疗自身免疫性甲状腺炎的实验研究[D]. 南京中医药大学, 2007: 142-145.
- [65] 严士海, 朱萱萱, 孟达理, 等. 麻黄多糖对EAT小鼠外周血淋巴细胞亚群的影响[J]. 中华中医药学刊, 2008, 26(5): 1069-1071.
- [66] 严士海, 朱萱萱, 孟达理, 等. 麻黄多糖对EAT小鼠甲状腺激素及相关抗体水平的影响[J]. 江苏中医药, 2008, 40(10): 111-113.
- [67] 王芝春, 李逢菊, 杨静. 浅谈麻黄的不良反应[J]. 科技信息, 2010, (13X): 407-407.
- [68] 景新. 麻黄的不良反应危险比其他草药大得多[J]. 国外药讯, 2003, (5): 41-41.
- [69] 陆斌. 麻黄或与其它兴奋剂合用易致严重不良反应[J]. 药物不良反应杂志, 2002, 4(4): 275-276.
- [70] 靳婷. 丹参及麻黄制剂与西药的配伍禁忌[J]. 首都医药, 2006, (7): 31-33.

(收稿日期 2017年5月23日 编辑 王雅雯)