

不同配伍配比对麻黄-桂枝药对有效成分含量的影响

徐文杰, 陈飞龙, 谢颖, 罗佳波*

(南方医科大学中医药学院广东省中药制剂重点实验室, 广州 510515)

[摘要] 目的: 研究麻黄-桂枝不同比例配伍前后水煎液中有效成分含量的变化, 探讨两药的配伍规律。方法: 采用 GC-MS 测定水煎液中盐酸去甲基伪麻黄碱(NMP)、盐酸去甲基麻黄碱(NME)、盐酸麻黄碱(E)、盐酸伪麻黄碱(PE)、盐酸甲基麻黄碱(ME)的煎出量; 采用 HPLC 测定水煎液中香豆素、桂皮醇和桂皮醛的煎出量。结果: 与单煎液相比, 麻黄与桂枝配伍后, 随着配伍药材比例增大, 水煎液中以上各有效成分含量均有不同程度的降低, 5种麻黄生物碱含量下降幅度在15%~42%, 香豆素、桂皮醇、桂皮醛的含量下降幅度在16%~57%。结论: 麻黄-桂枝不同比例配伍后, 对彼此有效成分的溶出有一定的抑制作用。

[关键词] 药对; 配伍; 配比; 麻黄-桂枝

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2012)10-0084-05

[DOI] CNKI:11-3495/R.20120313.1301.004 **[网络出版时间]** 2012-03-13 13:01

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20120313.1301.004.html>

Content of Active Compounds in Water Extracts of Ephedra with Cinnamomi by Compatibility of Different Ratio

XU Wen-jie, CHEN Fei-long, XIE Ying, LUO Jia-bo*

(Key Laboratory of Chinese Drugs Pharmaceutics of Guangdong Province, School of Traditional Chinese Medicine, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China)

[Abstract] **Objective:** Study on the content of active compounds in water extracts of Ephedra-Cinnamomi by compatibility of different ratio and to explain the mechanism of this compatibility. **Method:** The content of norpseudoephedrine (NMP), norephedrine (NME), ephedrine (E), pseudoephedrine (PE) and methylephedrine (ME), which are the major active compounds of Herba Ephedra, were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The content of coumarin, cinnamic alcohol and cinnamaldehyde, which are the major active compounds of Cortex Cinnamomi in the extracts were analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC). **Result:** The content of NMP, NME, E, PE, ME, coumarin, cinnamic alcohol and cinnamaldehyde in water extracts of pairmedicine Ephedra-Cinnamomi was lower than that of single decoction. **Conclusion:** Combined Ephedra with Cinnamomi, the dissolution of chemical compounds was inhibited with each other in water extracts.

[Key words] pairmedicine; compatability; different ratio; Ephedra-Cinnamomi

麻黄发汗解表, 宣肺平喘, 利水消肿; 桂枝散寒

解表, 温经通脉, 通阳化气。麻黄长于解卫分之郁, 桂枝长于透营分之滞^[1], 二药同用, 以温散寒、以辛泄闭, 麻黄得桂枝之助, 发汗之力尤强; 桂枝又能引营分之邪外出肌表而解, 相须之中又有相使之用。

[收稿日期] 20111121(010)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81030066)

[第一作者] 徐文杰, 博士, 从事中药制剂与剂型改革的研究, E-mail: xwjnv@fimmu.com

[通讯作者] * 罗佳波, 教授, 博士生导师, 从事中药制剂与剂型改革的研究, Tel: 020-61648266, Fax: 020-61648266, E-mail: ljb@fimmu.com

中医不传之密在于量, 张仲景选药组方时用相同的药物, 因剂量配比不同其主治病证也不尽相同^[2]。因此理解仲景组方中所设麻黄桂枝配伍关系应从用量上加以研究和认识。现代研究对两药的

化学成分^[3-4]、药理作用^[5]做了大量工作,对其有效成分体内分析外分析方法也有报道^[6-10]。但未见对麻黄桂枝药对配伍配比前后化学成分变化的报道。

《伤寒论》中麻黄汤组成为:“麻黄三两(去节),桂枝二两(去皮),甘草一两(炙),杏仁七十个(去皮尖)。”本实验选取麻黄汤中药对麻黄-桂枝(3:2)为研究对象,依据药对文献报道的配比上下成倍浮动,设计成3个配比,分别制备了麻黄、桂枝单味药水煎液、麻黄桂枝药对(3:1,3:2,3:4)3个配伍配比水煎液、麻黄汤水煎液,分别采用GC-MS和HPLC测定麻黄中麻黄类生物碱和桂枝中香豆素、桂皮醇、桂皮醛的含量,通过比较麻黄与桂枝不同比例配伍前后水煎液中有效成分含量的变化,以探求麻黄与桂枝药对配伍配比的化学变化规律,为发掘中医方剂配伍科学内涵提供参考。

1 材料

1.1 仪器 Agilent 1100 高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司),HP6890GC/5973MS 联用仪(美国惠普公司),漩涡振荡混合器(上海沪西分析仪器厂),LXJ-II 型离心机(上海医用分析仪器),超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),1/10 万天平(美国 DENVER 公司),1/万天平(美国 DENVER 公司)。

1.2 试药 麻黄为麻黄科植物草麻黄 *Ephedra sinica* Stapf. 的干燥草质茎,桂枝为樟科植物肉桂 *Cinnamomum cassia* Presl. 的干燥嫩枝,苦杏仁为蔷薇科植物杏 *Prunus armeniaca* L. 的干燥成熟种子,甘草为豆科植物甘草 *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. 的干燥根及根茎。麻黄(广州市致信药业有限公司,产地吉林,批号 20101002)、桂枝(广东省药材公司,产地广西,批号 20101201)、苦杏仁(广州致信药业有限公司,产地河北,批号 20101002)、制甘草(广东省药材公司,产地内蒙古,批号 20101201),经南方医科大学中药鉴定教研室马骥教授鉴定均为正品。

香豆素(阿拉丁试剂,批号 1125873)、桂皮醇(阿拉丁试剂,批号 1125530)、桂皮醛(中国药品生物制品检定所,批号 110710-201016)、盐酸麻黄碱(批号 171241-201007)、盐酸伪麻黄碱(批号 171237-200807,均购自中国药品生物制品检定所)、盐酸甲基麻黄碱(中国药品生物制品检定所,批号 171247-200301)、盐酸去甲基麻黄碱和盐酸去甲基伪麻黄碱(含量 $\geq 98\%$,市售)。

乙酸乙酯、甲醇、醋酸、氯化钠、氢氧化钾、无水硫酸钠、二苯胺均为分析纯;磷酸(色谱纯,科密欧公司),乙腈(色谱纯,默克公司),双蒸水由南方医

科大学纯水中心提供。

2 方法

2.1 样品溶液的制备

2.1.1 麻黄汤水煎液 参考《伤寒论》中麻黄汤的煎煮方法:“麻黄三两(去节),桂枝二两(去皮),甘草一两(炙),杏仁七十个(去皮尖)。上以水九升,先煮麻黄,减二升,去上沫,纳诸药,煮取二升半,去滓,温服八合。”结合现代用药剂量,设定以下煎煮方法。

麻黄汤:精密称取麻黄 9 g,桂枝 6 g,苦杏仁 6 g,制甘草 3 g,加 240 mL 水,麻黄浸泡 30 min,先煮 20 min,放入其余药材继续煎煮 30 min,保持微沸,4 层纱布过滤,定容至 200 mL。

2.1.2 麻黄-桂枝药对水煎液 精密称取麻黄 9.0 g,桂枝 3.0 g,按 2.1.1 项下方法,同法制备麻黄-桂枝(3:1)合煎样品溶液,平行处理 3 份。

精密称取麻黄 9.0 g,桂枝 6.0 g,按 2.1.1 项下方法,同法制备麻黄-桂枝(3:2)合煎样品溶液,平行处理 3 份。精密称取麻黄 9.0 g,桂枝 12.0 g,按 2.1.1 项下方法,同法制备麻黄-桂枝(3:4)合煎样品溶液,平行处理 3 份。

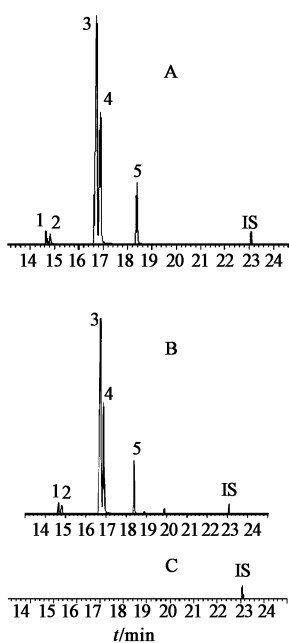
2.1.3 麻黄单煎液的制备 精密称取麻黄 9.0 g,按 2.1.1 项下方法,同法制备麻黄单煎液,平行处理 3 份。

2.1.4 桂枝单煎液的制备 分别精密称取桂枝 3.0,6.0,9.0 g,按 2.1.1 项下方法,分别同法制备桂枝单煎液,各平行处理 3 份。

2.2 各水煎液中麻黄类生物碱 GC-MS 测定

2.2.1 GC-MS 色谱条件^[11] DB-5MS Ultra Inert (250 μm \times 30 m, 0.25 μm) 色谱柱,升温程序:70 $^{\circ}\text{C}$ (1 min) $\xrightarrow{5^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}}$ 125 $^{\circ}\text{C}$ (5 min) $\xrightarrow{10^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}}$ 270 $^{\circ}\text{C}$ (5 min),载气为氦气(纯度 $>99.999\%$),流速 1 mL $\cdot\text{min}^{-1}$,无分流进样,进样口温度 250 $^{\circ}\text{C}$,进样量 1 μL 。质谱参数:离子源温度 230 $^{\circ}\text{C}$,电离方式 EI,电子能量 70 eV,电子倍增器电压 1 593 V,选择离子检测质荷比(m/z)为 44(NMP, NME), 58(E, PE), 72(ME), 169(内标)的离子。对照品、样品、阴性对照溶液的 GC 图如图 1 所示。

2.2.2 混合对照品储备液和内标溶液的配制 混合对照品储备液的配制:精密称取各对照品适量,用甲醇溶解并稀释至刻度,制成混合对照品储备液含 NMP(0.203 5 g $\cdot\text{L}^{-1}$), NME(0.205 8 g $\cdot\text{L}^{-1}$), E(2.004 8 g $\cdot\text{L}^{-1}$), PE(1.001 2 g $\cdot\text{L}^{-1}$), ME(0.402 3



1. 去甲基伪麻黄碱; 2. 去甲基麻黄碱; 3. 麻黄碱;
4. 伪麻黄碱; 5. 甲基麻黄碱; IS. 内标(二苯胺)

图 1 对照品(A)、样品(B)、阴性对照(C)的 GC

$g \cdot L^{-1}$), $-4^{\circ}C$ 冰箱放置, 备用。

内标溶液的配制: 精密称取二苯胺对照品约 10 mg, 置 10 mL 量瓶中, 用乙酸乙酯溶解并稀释至刻度, 制成内标对照品储备液。将该储备液用乙酸乙酯稀释至 $20 mg \cdot L^{-1}$ 的工作液, $-4^{\circ}C$ 保存备用。

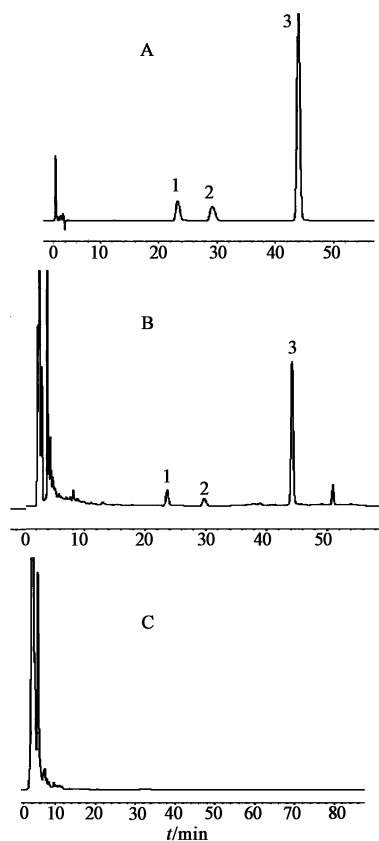
2.2.3 线性关系考察 精确吸取混合对照品储备液 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 mL 于 10 mL 量瓶中, 用甲醇定容, 摇匀, 制得系列标准溶液。分别精密吸取以上标准溶液 0.2 mL, 加蒸馏水定容至 2 mL, 加入氯化钠 $2.0 g$, $20 g \cdot L^{-1}$ 的内标溶液 0.2 mL, $5 mol \cdot L^{-1}$ 氢氧化钾溶液 0.2 mL, 乙酸乙酯 1.0 mL, 漩涡振荡 20 min, $3000 r \cdot min^{-1}$ 离心 20 min。将乙酸乙酯层转移至装有 0.1 g 无水硫酸钠的 Eppendor 管中, 按 2.2.1 项下的色谱条件, 进行 GC-MS 分析, 记录峰面积, 以质量浓度 ($mg \cdot L^{-1}$) 对峰面积比 (对照峰面积/内标峰面积) 进行线性回归, 结果见表 1。

表 1 各生物碱的回归方程、线性范围及 r 值

成分	回归方程	线性范围/ $mg \cdot L^{-1}$	r
去甲基伪麻黄碱	$Y = 0.147 2X - 0.134 3$	1.018 ~ 16.280	0.999 7
去甲基麻黄碱	$Y = 0.246 6X - 0.194 2$	1.029 ~ 16.464	0.998 0
麻黄碱	$Y = 0.309 6X - 0.691 3$	10.024 ~ 160.384	0.999 3
伪麻黄碱	$Y = 0.343 9X - 0.561 9$	5.006 ~ 80.096	0.999 2
甲基麻黄碱	$Y = 0.561 1X - 0.153 3$	2.012 ~ 32.184	0.998 9

2.3 各水煎液中香豆素、桂皮醇、桂皮醛 HPLC 测定

2.3.1 色谱条件 Agilent ZORBAX SB- C_{18} 色谱柱 ($4.6 mm \times 250 mm, 5.0 \mu m$), 流动相乙腈(A)-水(B), 程序洗脱 (0 ~ 30 min, 22% A; 30 ~ 50 min, 22% ~ 45% A), 检测波长 260 nm, 流速 $0.8 mL \cdot min^{-1}$, 柱温 $35^{\circ}C$, 进样量 $20 \mu L$ 。在上述色谱条件下, 主色谱峰与相邻色谱峰的分度度 > 1.5 。对照品、样品及阴性对照溶液 HPLC 如图 2 所示。



1. 香豆素; 2. 桂皮醇; 3. 桂皮醛

图 2 对照品(A)、样品(B)及阴性对照(C)的 HPLC

2.3.2 供试品溶液的制备 精密吸取上述样品溶液各 5 mL, 置 10 mL 量瓶中, 加甲醇定容至刻度, 超声处理 10 min, 放冷, $0.45 \mu m$ 微孔滤膜滤过, 滤液分别作为不同的供试品溶液。

2.3.3 混合对照品储备液的制备 密称取香豆素、桂皮醇、桂皮醛对照品适量置 10 mL 量瓶, 用甲醇溶解并稀释至刻度, 制成每 1 mL 含香豆素 0.516 mg、桂皮醇 0.225 mg、桂皮醛 3.530 mg 的混合对照品储备液, $-4^{\circ}C$ 冰箱放置, 备用。

加样回收率试验混合对照品溶液的制备: 精密吸取混合对照品储备液 1.0 ~ 50 mL 量瓶 (1 号瓶), 甲醇定容, 摇匀; 从 1 号瓶精密吸取 3.0 ~ 10 mL 量瓶, 甲醇定容, 摇匀, 得低浓度混合对照品溶液; 从 1 号瓶精密吸取 4.0 ~ 0 mL 量瓶, 甲醇定容, 摇匀, 得

中浓度混合对照品溶液;从1号瓶精密吸取5.0~10 mL量瓶,甲醇定容,摇匀,得高浓度混合对照品溶液。

2.3.4 方法学考察

2.3.4.1 标准曲线与线性关系考察 精密吸取混合对照品储备液2.0 mL至10 mL量瓶(1号瓶),甲醇定容,摇匀;再从1号量瓶精密吸取5.0 mL至10 mL量瓶(2号量瓶),甲醇定容,摇匀;依次类推,制得系列标准溶液。按2.3.1项下的色谱条件,进行HPLC分析,记录峰面积,以质量浓度($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)对峰面积(Y)进行线性回归,结果见表2。

表2 香豆素、桂皮醇及桂皮醛的回归方程、线性范围及 r

成分	回归方程	线性范围/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	r
香豆素	$Y=64.974X-11.893$	1.61~25.80	0.999 9
桂皮醇	$Y=134.9.00X+0.562 5$	0.70~11.25	1.000 0
桂皮醛	$Y=79.379X+41.232$	11.03~176.50	1.000 0

2.3.4.2 精密度试验 精密吸取混合对照品溶液20 μL ,按2.3.1项下色谱条件重复进样6次,香豆素、桂皮醇、桂皮醛的RSD分别为0.39%,0.67%,0.23%,表明仪器精密度良好。

2.3.4.3 重复性试验 取同一份样品溶液(麻黄-桂枝3:2水煎液),按2.3.2项下供试品溶液制备方法制备溶液,平行操作6份,按2.3.1项下色谱条件进样分析。香豆素、桂皮醇、桂皮醛的RSD分别为2.66%,2.40%,2.50%。表明该方法重复性良好。

2.3.4.4 稳定性试验 取同一份供试品溶液(麻黄-桂枝3:2水煎液),按2.3.1项下色谱条件分别于0,1,2,4,8,12,24 h进样分析,记录色谱峰面积,香豆素、桂皮醇、桂皮醛的RSD分别为1.43%,1.84%,1.33%,结果表明供试品溶液在24 h内稳定性良好。

2.3.4.5 加样回收率试验 精密吸取已知含量的

麻黄-桂枝3:2水煎液2.5 mL,分别精密加入高、中、低3种质量浓度混合对照品溶液2.5 mL,按2.3.2项下制备方法进行处理,每个质量浓度梯度平行操作3份,按2.3.1项下色谱条件进样分析,计算加样回收率及RSD,结果香豆素平均回收率为100.2%,RSD 1.00%;桂皮醇平均回收率为101.3%,RSD 1.28%;桂皮醛平均回收率为100.7%,RSD 1.55%。

2.4 统计学方法 运用统计分析软件SPSS 13.0处理数据,采用独立样本 t 检验的方法分别分析比较各配伍组煎液、麻黄汤煎液和单味煎液中有效成分的含量。

3 结果

3.1 各水煎液中麻黄类生物碱GC-MS含量测定 分别取麻黄单煎液、麻黄-桂枝(3:1)水煎液、麻黄-桂枝(3:2)水煎液、麻黄-桂枝(3:4)水煎液、麻黄汤水煎液的样品溶液各2 mL,按2.2.3项下从“加入氯化钠20 g”开始处理,按2.2.1项下色谱条件进样分析。重复操作2次,代入标准曲线计算去甲基伪麻黄碱、去甲基麻黄碱、去甲基麻黄碱麻黄碱、伪麻黄碱和伪麻黄碱的含量,结果见表3。

与麻黄单煎液相比,麻黄-桂枝配伍后,随着桂枝的配伍比例增大,水煎液中5种麻黄生物碱的含量均有不同程度的降低,下降幅度在15%~42%。水煎液中去甲基伪麻黄碱、去甲基麻黄碱、麻黄碱、伪麻黄碱、甲基麻黄碱含量由高到低依次为单味麻黄组>麻黄-桂枝(3:1)组>麻黄-桂枝(3:2)组>麻黄汤组>麻黄-桂枝(3:4)组。

3.2 各水煎液中香豆素、桂皮醇、桂皮醛HPLC含量测定 分别取桂枝3.0,6.0,9.0 g单煎液、麻黄-桂枝(3:1)水煎液、麻黄-桂枝(3:2)水煎液、麻黄-桂枝(3:4)水煎液、麻黄汤水煎液的供试品溶液,按2.3.1项下色谱条件进行HPLC分析,测定峰面积。重复操作2次,以外标两点法计算香豆素、桂皮醇和桂皮醛的含量,结果见表4。

表3 各组水煎液中麻黄类生物碱的含量($\bar{x}\pm s, n=3$)

组别	去甲基伪麻黄碱	去甲基麻黄碱	麻黄碱	伪麻黄碱	甲基麻黄碱
麻黄	0.345 \pm 0.099	0.167 \pm 0.044	3.138 \pm 0.091	1.658 \pm 0.468	0.352 \pm 0.093
麻黄:桂枝(3:1)	0.292 \pm 0.005	0.142 \pm 0.007	3.131 \pm 0.023	1.328 \pm 0.024	0.286 \pm 0.0003
麻黄:桂枝(3:2)	0.257 \pm 0.008	0.136 \pm 0.003	2.856 \pm 0.156	1.167 \pm 0.124	0.264 \pm 0.012
麻黄:桂枝(3:4)	0.200 \pm 0.007 ¹⁾	0.107 \pm 0.002	2.468 \pm 0.096 ²⁾	0.925 \pm 0.025	0.245 \pm 0.011
麻黄汤	0.226 \pm 0.009 ¹⁾	0.120 \pm 0.006	2.553 \pm 0.120	0.974 \pm 0.043 ¹⁾	0.246 \pm 0.008

注:与单味麻黄组相比¹⁾ $P<0.05$,²⁾ $P<0.01$ (表4同)。

表 4 各水煎液中香豆素、桂皮醇和桂皮醛的含量 ($\bar{x} \pm s, n=3$)

mg·g⁻¹

样品	香豆素	桂皮醇	桂皮醛
桂枝 3.0 g	0.193 ± 0.087	0.053 8 ± 0.021	2.002 ± 0.698
桂枝 6.0 g	0.156 ± 0.006	0.054 1 ± 0.003	1.561 ± 0.230
桂枝 9.0 g	0.166 ± 0.021	0.038 1 ± 0.002	1.584 ± 0.089
麻黄: 桂枝 (3:1)	0.182 ± 0.014	0.040 4 ± 0.009	1.314 ± 0.180
麻黄: 桂枝 (3:2)	0.142 ± 0.013	0.038 3 ± 0.007 ¹⁾	1.037 ± 0.160 ¹⁾
麻黄: 桂枝 (3:4)	0.120 ± 0.024 ¹⁾	0.028 6 ± 0.003 ²⁾	0.746 ± 0.036 ²⁾
麻黄汤	0.110 ± 0.016 ²⁾	0.032 4 ± 0.003 ²⁾	0.664 ± 0.089 ¹⁾

与桂枝单煎液相比,麻黄-桂枝配伍后,水煎液中香豆素、桂皮醇、桂皮醛的含量均有不同程度的降低,下降幅度在 16% ~ 57%。

4 讨论

分别考察了乙腈-水、乙腈-0.1% 磷酸、乙腈-1% 醋酸等流动相系统进行梯度洗脱,结果乙腈-水系统最好。在此条件下,煎液中香豆素、桂皮醇和桂皮醛均能与其他杂质峰达到基线分离,方法简便、准确度高、重复性好。

结果表明,麻黄与桂枝配伍后,麻黄中各化学成分的溶出率明显减少,其溶出率与桂枝在药对中所占的比例有关,比例越大,溶出率越小;麻黄与桂枝配伍后,桂枝中各化学成分的溶出率也明显减少,其溶出率与麻黄在药对中所占的比例有关,比例越大,溶出率越小;麻黄-桂枝配伍后桂枝中各有效成分的溶出率与桂枝单煎液相比也明显减少,随着桂枝的量增加,麻黄对桂枝的煎出量影响越大;麻黄-桂枝配伍后对彼此有效成分的溶出有一定的抑制作用。崔景朝等^[12]对中药单煎与合煎对比研究概况进行分析,发现煎煮前后多种理化反应、溶解度改变等原因均可能导致中药单合煎成分含量间的差异。据此推断二药配伍后,桂枝中有机酸和麻黄中生物碱之间可能发生了化学反应生成难溶于水的生物碱有机酸复盐,是导致配伍后水煎液中化学成分含量降低的主要原因。

方剂药物的总量、主药用量、药物间的用量比例变化,不仅可改变方剂药力的大小,而且能改变方剂的功用主治^[13]。《伤寒杂病论》中,麻黄用量大于桂枝,则发汗解表,代表方如麻黄汤;麻黄用量小于桂枝,则温胃化饮,代表方如桂枝去芍药加麻黄细辛附子汤;若麻黄与桂枝相等的剂量,治疗寒饮郁肺证或兼太阳伤寒证,代表方如小青龙汤,主治表里兼证,在表是太阳伤寒证,在里是寒饮郁肺证。

麻黄与桂枝配伍后化学成分变化的具体原因及

对药理活性的影响有待进一步研究。

[参考文献]

[1] 袁晓红. 君臣配伍探究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(3): 142.

[2] 王付. 麻黄桂枝剂量配比之我见[J]. 浙江中医杂志, 2000, 12: 512.

[3] 丁丽丽, 施松善, 崔健, 等. 麻黄化学成分与药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志, 2006, 20(3): 1661.

[4] 杨琳, 赵庆春, 谭菁菁, 等. 桂枝的化学成分研究[J]. 实用药物与临床, 2010, 13(3): 183.

[5] 赵建一. 桂枝的药理研究及临床新用[J]. 光明中医, 2010, 25(8): 1546.

[6] 贺丰, 罗佳波, 陈飞龙, 等. GC-MS 法研究麻黄汤中麻黄碱、伪麻黄碱的人体内过程[J]. 中药新药与临床药理, 2004, 15(5): 336.

[7] 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.

[8] 朱晓蔚, 蔡刚, 潘桂湘, 等. HPLC 法测定桂枝中桂皮醛桂皮酸的含量[J]. 中草药, 2004, 35(6): 695.

[9] 潘伟, 马张庆, 许金红, 等. 两种方法测定麻黄汤体内过程的比较[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(8): 234.

[10] 刘睿, 王宁, 刘志辉. RP-HPLC 同时测定宣肺止咳口服液中含麻黄碱、伪麻黄碱及苦杏仁苷含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(16): 91.

[11] 朱全红, 陈飞龙, 白霜, 等. GC-MS 法测定尿液中麻黄汤代谢产物麻黄类生物碱的浓度[J]. 药物分析杂志, 2005, 25(9): 1030.

[12] 崔景朝, 赵自明. 中药配方颗粒研究进展(II)——中药单煎与合煎对比研究概况[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(4): 240.

[13] 文乐兮, 魏飞跃. 方剂中药物量-效-毒关系的研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2009, 15(5): 84.

[责任编辑 邹晓翠]