

蒲黄 - 五灵脂配伍对少腹逐瘀汤中芳香酸及萜苷类成分溶出的影响^{*}

周卫 宿树兰^{**} 段金彪^{**} 张彦华

(南京中医药大学 江苏省方剂研究重点实验室 南京 210046)

摘要 目的: 建立高效液相色谱法同时测定少腹逐瘀汤、少腹逐瘀汤减去蒲黄 - 五灵脂药对中绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸含量, 以评价蒲黄 - 五灵脂配伍对少腹逐瘀汤中化学成分溶出的影响。方法: 采用 SunFireTM C₁₈ (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) 色谱柱, 以乙腈 - 0.5% 醋酸水溶液为流动相, 进行梯度洗脱, 流速 0.8 mL · min⁻¹, 二极管阵列检测器, 检测波长 323 nm、230 nm 和 277 nm, 柱温 30 °C, 外标法定量。结果: HPLC - DAD 分析测定结果表明, 少腹逐瘀汤全方中咖啡酸、芍药苷、阿魏酸和肉桂酸含量均高于全方减去蒲黄 - 五灵脂药对, 而绿原酸在少腹逐瘀汤全方中含量则低于全方减去蒲黄 - 五灵脂药对。结论: 经过蒲黄 - 五灵脂配伍后可使少腹逐瘀汤全方中某些有效成分的溶出增加, 为进一步揭示该方效应物质基础及配伍机理提供一定科学依据。

关键词: 高效液相色谱; 中药; 配伍; 药物配伍; 少腹逐瘀汤; 蒲黄; 五灵脂; 芳香酸; 萜苷类; 绿原酸; 咖啡酸; 芍药苷; 阿魏酸; 肉桂酸

中图分类号: R917

文献标识码: A

文章编号: 0254 - 1793(2011)09 - 1636 - 05

Influence on dissolution of aromatic acids and terpenoids in Shaofu Zhuyu decoction worked by Puhuang - Wulingzhi drug pair^{*}

ZHOU Wei, SU Shu - lan^{**}, DUAN Jin - ao^{**}, ZHANG Yan - hua

(Jiangsu Key Laboratory for TCM Formulae Research, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210046, China)

Abstract Objective: To establish an HPLC method for simultaneous determination of aromatic acids and terpenoids in Shaofu Zhuyu decoction and Shaofu Zhuyu decoction minus Puhuang - Wulingzhi drug pair. This method was to evaluate the actions with compatibility of Puhuang - Wulingzhi drug pair in Shaofu Zhuyu decoction. **Methods:** Five compounds (chlorogenic acid, caffeic acid, peoniflorin, ferulic acid, cinnamic acid) were analyzed simultaneously with a SunFireTM C₁₈ (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) column by gradient elution using acetonitrile - 0.5% acetic acid as the mobile phase, the flow rate was 0.8 mL · min⁻¹, the column was maintained at 30 °C and detected with diode array detector (DAD) at 323 nm, 230 nm and 277 nm. **Results:** HPLC - DAD analysis results showed that the content of caffeic acid, peoniflorin, ferulic acid, cinnamic acid in Shaofu Zhuyu decoction was higher than the party minus the Puhuang - Wulingzhi drug pair; and the content of chlorogenic acid in Shaofu Zhuyu decoction was lower than the party minus the Puhuang - Wulingzhi drug pair. **Conclusion:** The result in this paper would provide the scientific basis when revealing the effect substance basis and compatibility mechanism of Shaofu Zhuyu decoction.

Key words: HPLC; traditional Chinese medicine; concerted application; compatibility of drugs; Shaofu Zhuyu decoction; Puhuang - Wulingzhi drug pair; aromatic acid; terpenoid; chlorogenic acid; caffeic acid; peoniflorin; ferulic acid; cinnamic acid

开展方剂的现代研究是中医药现代化研究的重要组成部分^[1], 目前方剂配伍规律与作用机理研究

是中医药领域的研究热点之一。但由于方剂组成的复杂性, 制约了方剂现代科学内涵的阐明。方剂药

^{*} 江苏省中医药管理局资助项目 (LB09016); 国家自然科学基金资助项目 (30973885); 江苏省“青蓝工程”科技创新团队建设项目资助 (2006 - C - 20); 南京中医药大学青年自然科学基金资助项目 (09XZR15)

^{**} 通讯作者 宿树兰 Tel: (025) 85811916; E-mail: sushulan@njutcm.edu.cn
段金彪 Tel: (025) 85811116; E-mail: dja@njutcm.edu.cn

效物质的复杂性和作用机理的整合性决定了其研究方法的综合性^[2]。组成方剂的每一药味都是必不可少的,单味药所含化学成分是方剂作用的药效物质基础。而单味中药多含有各自的特征成分,当单味药配伍组成复方时,某些特征成分可能在煎煮或其他处理过程中发生了变化,而此变化以量的增损为多见^[3]。

少腹逐瘀汤源于清王清任的《医林改错》,是临床上治疗寒凝血瘀病症的代表方剂之一。方中药物组成可看作由多组药对如当归-川芎药对、蒲黄-五灵脂药对、小茴香-肉桂-干姜温里药组和当归-赤芍药对等组成。其中蒲黄-五灵脂配伍药对是中医临床常用的疗效确切的活血化瘀药对,具有活血化瘀、散结止痛的功效^[4]。本文在前期研究^[5]基础上,采用 HPLC-PAD 法,分析蒲黄-五灵脂药对配伍对少腹逐瘀汤中 4 个芳香酸类成分(绿原酸、咖啡酸、阿魏酸、肉桂酸)和 1 个萜苷类成分(芍药苷)的影响,以期阐明方剂效应成分群及其作用机制提供科学依据。

1 仪器与试剂

Waters 2695 高效液相色谱仪,2996 PDA 检测器;BT1250 Sartorius 电子天平;KQ-250E 型超声波清洗器(工作频率 40 kHz)。Anke(TDL240B)离心机(上海安寿科学仪器厂)。

对照品肉桂酸(批号:110786-200503)、绿原酸(批号:110753-200413)、咖啡酸(批号:110885-200102)、阿魏酸(批号:110773-200611)购于中国药品生物制品检定所,芍药苷(批号:12-1001)购于上海中药标准化研究中心,均供含量测定用。甲醇、乙腈为色谱纯,其余试剂均为分析纯。

少腹逐瘀汤组方药材当归、川芎、赤芍、蒲黄、肉桂、小茴香、五灵脂、没药、干姜、延胡索共 10 味,经本文作者之一段金廌教授鉴定,符合《中华人民共和国药典》(2010 年版)项下标准。其中当归、川芎药材分别来源于甘肃岷县当归 GAP 种植基地和四川彭州川芎 GAP 种植基地,其余均购自于南京市药材公司。

2 溶液的制备

2.1 对照品储备液 精密称取对照品绿原酸 0.86 mg、咖啡酸 0.53 mg、芍药苷 4.14 mg、阿魏酸 0.51 mg、肉桂酸 0.45 mg,置于 1 mL 量瓶中,加甲醇溶解并定容,得肉桂酸 $0.45 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,绿原酸 $0.86 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、咖啡酸 $0.53 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、阿魏酸

$0.51 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、芍药苷 $4.14 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的混合溶液,即得。

2.2 供试品溶液

2.2.1 少腹逐瘀汤供试品溶液 精密称取少腹逐瘀汤组方药材(50.1 g),按照当归、川芎、赤芍、蒲黄、五灵脂、肉桂、干姜、小茴香、延胡索、没药 3:2:2:3:2:1:0.2:0.5:1:2 的比例配比,加蒸馏水 500 mL 合煎 2 次,每次 1 h,过滤,合并 2 次滤液,5000 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 5 min,60 °C 减压浓缩干燥,所得干浸膏用 50 mL 的 50% 甲醇溶解,13000 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 10 min,取上清液用 0.45 μm 微孔滤膜滤过,即得。

2.2.2 少腹逐瘀汤减去蒲黄-五灵脂药对供试品溶液 精密称取少腹逐瘀汤减去蒲黄-五灵脂药对药材(35.1 g),按照当归、川芎、赤芍、肉桂、干姜、小茴香、延胡索、没药 3:2:2:1:0.2:0.5:1:2 的比例配比,加蒸馏水 350 mL 合煎 2 次,每次 1 h,过滤,合并 2 次滤液,5000 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 5 min,60 °C 减压浓缩干燥,所得干浸膏用 35 mL 50% 甲醇溶解,13000 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 10 min,取上清液用 0.45 μm 微孔滤膜滤过,即得。

3 色谱条件

色谱柱:Waters SunFire C₁₈(4.6 mm μ 250 mm, 5 μm);流动相:乙腈(A)-0.5% 醋酸水溶液(B),梯度洗脱(0~35 min,10% A;35~45 min,10% A→14% A;35~45 min,14% A→16% A;45~60 min,16% A→18% A;60~100 min,18% A→30% A);流速:0.8 $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$;检测波长:323 nm(检测绿原酸、咖啡酸、阿魏酸)230 nm(检测芍药苷)277 nm(检测肉桂酸);柱温 25 °C;进样量:10 μL 。在选定的色谱条件下,测得的对照品色谱图和样品色谱图见图 1,且如图 1-D 所示,蒲黄和五灵脂中不含有所检测峰。

4 线性关系考察及定量限、检出限的测定

将“2.1”项下配制的对照品储备液稀释 10 倍,分别进样 1,2,5,10,15,20,30 μL ,在本实验色谱条件下进样测定。以对照品浓度 $X(\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1})$ 为横坐标,色谱峰面积 Y 为纵坐标,绘制标准曲线,得回归方程。将上述稀释了 10 倍的对照品混合溶液再进行逐级稀释并进行分析,当信噪比为 10 时,分别测得各成分的定量限;当信噪比为 3 时,分别测得各成分的检出限。结果见表 1。

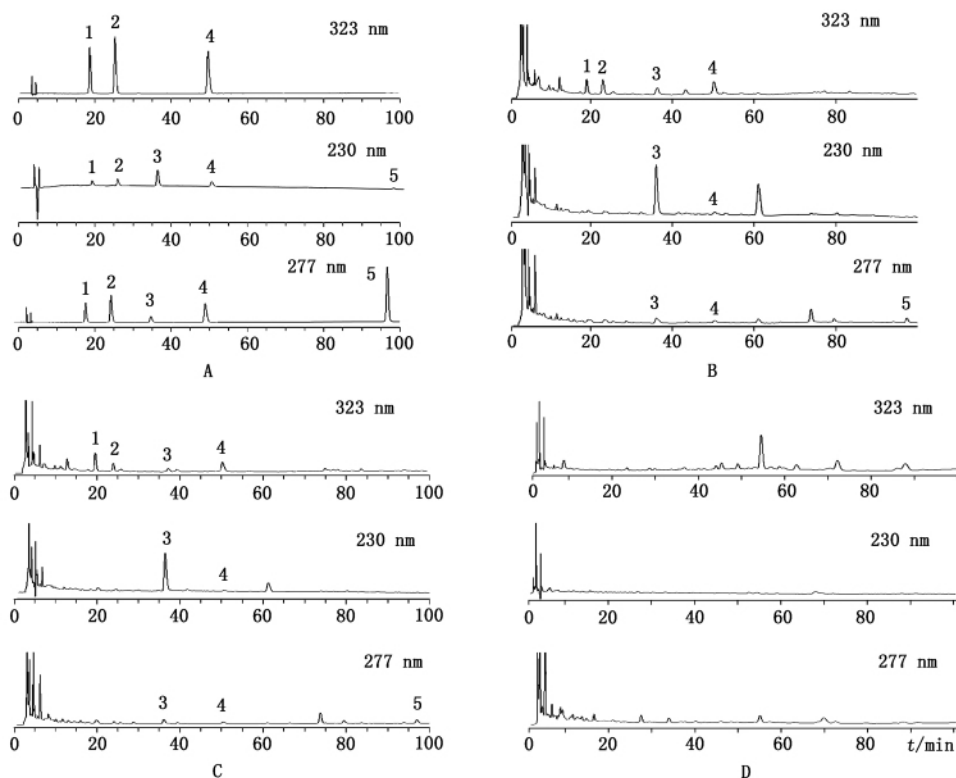


图1 对照品(A)、少腹逐瘀汤样品(B)、少腹逐瘀汤减去蒲黄-五灵脂样品(C)及蒲黄-五灵脂样品(D)的HPLC色谱图

Fig 1 HPLC chromatograms of reference substances (A) Shaofu Zhuyu decoction (B) Shaofu Zhuyu decoction minus Puhuang - Wulingzhi drug pair (C) and Puhuang - Wulingzhi drug pair (D)

1. 绿原酸(chlorogenic acid) 2. 咖啡酸(caffeic acid) 3. 芍药苷(peoniflorin) 4. 阿魏酸(ferulic acid) 5. 肉桂酸(cinnamic acid)

表1 线性关系考察结果($n=3$)

Tab 1 Linear relation between peak area and concentration

成分 (component)	回归方程 (regression equation)	相关系数 (correlation coefficient)	线性范围 (linear range) / μg	定量限(LOQ) / ng	检出限(LOD) / ng
绿原酸 (chlorogenic acid)	$Y = 3.177 \times 10^3 X - 1.964 \times 10^5$	0.9995	0.172 - 3.44	2.05	0.86
咖啡酸 (caffeic acid)	$Y = 7.056 \times 10^3 X - 2.094 \times 10^5$	0.9998	0.106 - 2.12	1.03	0.53
芍药苷 (peoniflorin)	$Y = 1.492 \times 10^3 X + 1.283 \times 10^5$	0.9999	0.828 - 16.56	41.4	10.08
阿魏酸 (ferulic acid)	$Y = 7.064 \times 10^3 X - 4.076 \times 10^4$	1.000	0.102 - 2.04	1.19	0.55
肉桂酸 (cinnamic acid)	$Y = 9.608 \times 10^3 X + 2.120 \times 10^4$	1.000	0.09 - 1.80	0.79	0.25

5 精密度试验

取“2.1”项下的对照品储备液稀释10倍,在上述色谱条件下日内连续进样6次,以色谱峰面积计算RSD,求得绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸日内RSD($n=6$)分别为0.24%、0.45%、0.18%、0.32%、0.55%;由于本实验样品不是1d内测完,所以添加日间精密度检测,连续3d每天进样2次,

以色谱峰面积计算RSD,求得绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸日间RSD($n=6$)分别为0.54%、1.7%、1.8%、1.4%、1.9%。

6 重复性试验

取少腹逐瘀汤组方药材当归、川芎、赤芍、蒲黄、肉桂、小茴香、五灵脂、没药、干姜、延胡索按“2.2”项下方法,平行制备2种供试品溶液各5份,分别进

样 10 μL ,依法测定并分析 ,计算 5 个成分含量。结果少腹逐瘀汤水提取物中绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸含量的 RSD ($n = 5$) 分别为 4.7% , 5.2% 2.8% 3.9% 4.5% ;少腹逐瘀汤减去蒲黄 - 五灵脂水提取物中绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸含量的 RSD ($n = 5$) 分别为 5.3% ,3.5% , 6.2% 3.3% 5.2% 。

7 稳定性试验

取少腹逐瘀汤和少腹逐瘀汤减去蒲黄 - 五灵脂 2 种供试品溶液各 1 份 ,分别于配制后 0 4 8 16 24 h 进行测定。结果少腹逐瘀汤水提取物中绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸含量的 RSD ($n = 5$) 分别为 3.3% 3.2% 2.7% 3.2% 2.6% ;少腹逐瘀汤减去蒲黄 - 五灵脂水提取物中绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸含量的 RSD ($n = 5$) 分别为 2.4% 3.5% 1.6% 2.2% 3.2% ,说明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

8 加样回收率试验

8.1 少腹逐瘀汤水提取物 精密称取少腹逐瘀汤组方药材 (50.1 g) ,按照当归、川芎、赤芍、蒲黄、五灵脂、肉桂、干姜、小茴香、延胡索、没药 3:2:2:3:2:1:0.2:0.5:1:2 的比例配比 ,共 3 份 ,分别加入绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸的对照品混合溶液 (浓度分别为 0.13 , 0.057 , 1.58 , 0.051 , 0.025 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 1 mL ,按“2.2.1”项下方法制备所需供试溶液 ,进样测定 ,计算。结果少腹逐瘀汤水提取物中绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸平均回收率 ($n = 3$) 分别为 90.44% ,95.36% ,97.23% , 98.14% ,92.58% ; RSD 分别为 4.4% , 5.2% , 4.0% 5.2% 5.0% 。

8.2 少腹逐瘀汤减去蒲黄 - 五灵脂水提取物 精密称取少腹逐瘀汤组方药材 (35.1 g) ,按照当归、川芎、赤芍、肉桂、干姜、小茴香、延胡索、没药 3:2:2:1:0.2:0.5:1:2 的比例配比 ,共 3 份 ,加入绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸的对照品混合溶液 (浓度分别为 0.13 0.057 1.58 0.051 0.025 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 1 mL ,按“2.2.2”项下方法制备所需供试溶液 ,进样测定 ,计算。结果少腹逐瘀汤减去蒲黄 - 五灵脂水提取物中绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸平均回收率 ($n = 3$) 分别为 90.37% ,89.14% , 90.37% ,91.48% ,91.72% ; RSD 分别为 6.4% , 6.8% 3.9% 4.6% 5.2% 。

9 样品测定

取按“2.2”项下制备的 2 个不同的供试品溶

液 ,各 3 份 ,在上述色谱条件下进样测定 ,按外标法计算每 1 g 生药中绿原酸、咖啡酸、芍药苷、阿魏酸、肉桂酸的量 (mg) 。经过文献研究以及色谱图对照表明 ,蒲黄 - 五灵脂药对中不含有所测指标成分 ,且不影响全方以及全方减去药对的所测指标成分的比较研究。色谱图见图 1 结果见表 2。

表 2 样品含量测定结果 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, $n = 3$)

Tab 2 Sample determination

成分 (component)	少腹逐瘀汤 (Shaofu Zhuyu decoction)	少腹逐瘀汤减去蒲黄 - 五灵脂 (Shaofu Zhuyu decoction minus Puhuang - Wulingzhi drug pair)
绿原酸 (chlorogenic acid)	0.052	0.063
咖啡酸 (caffeic acid)	0.026	0.020
芍药苷 (peoniflorin)	1.407	1.358
阿魏酸 (ferulic acid)	0.028	0.019
肉桂酸 (cinnamic acid)	0.016	0.012

10 讨论

10.1 提取方法的选择 本文依据少腹逐瘀汤的临床常用形式、用法等 ,采用水提取方法 ,模拟临床应用用水提取 2 次 ,对其中蒲黄 - 五灵脂配伍对汤中效应成分群溶出的影响进行研究 ,以期阐明少腹逐瘀汤的配伍机理提供科学依据。

10.2 检测波长的选择 据文献报道 ,在 330 nm 波长下可同时测定竹叶提取物中绿原酸、咖啡酸和阿魏酸的含量^[6] ,同时在 232 nm 波长下可测定芍药苷含量^[7] ,根据 2010 年版中国药典的规定 ,苏合香中肉桂酸含量测定检测波长规定为 277 nm。本实验中采用二极管阵列检测器在 200 ~ 600 nm 进行了全波长扫描 ,结果发现绿原酸的特征吸收波长为 214.6 nm 和 325.7 nm ,咖啡酸的特征吸收波长为 219.3 nm 和 323.3 nm ,阿魏酸的特征吸收波长为 214.6 nm 和 323.3 nm ,芍药苷的特征吸收波长为 232.2 nm 和 274.6 nm ,肉桂酸的特征吸收波长为 277.0 nm。结合 5 个化合物的最大吸收波长和整体色谱图的特征 ,本研究选择 3 个检测波长 ,分别为 323 nm (检测绿原酸、咖啡酸、阿魏酸) ,230 nm (检测芍药苷) ,277 nm (检测肉桂酸) 。

10.3 流动相的选择 据文献报道 ,羧基和酚羟基在水溶液中容易发生电离 ,极性增强 ,色谱峰拖尾严

重,定量分析误差较大,因此分析芳香酸类成分多加入少量酸性溶液调节流动相,常用的酸为甲酸、醋酸和磷酸^[8~12]。本实验考察了3种酸在0.5%和0.1%浓度时分离效果,结果显示无明显差异,所以为了保护分析柱和液相设备选择0.5%醋酸。考察了乙腈和甲醇的分离效果,结果显示,当选用甲醇作为流动相时,绿原酸和咖啡酸得不到很好的分离,而乙腈分离效果较好。所以本实验选用乙腈-0.5%醋酸水溶液作为流动相。

10.4 药对配伍对化学成分的影响 据文献报道,芳香酸类化合物可改善血液循环,抗凝血,并能抑制血小板聚集,有明显的抗血栓作用;具有抑制巨噬细胞活化,抑制花生四烯酸(AA)代谢,拮抗组胺,降低血管通透性,抗氧化和消除自由基等广泛的药理作用^[13]。芍药苷具有降低血清TNF- α 、IL-6,提高血清IL-10发挥抗肝纤维化、神经保护、保肝等作用^[14]。本研究分析药对配伍对全方主要效应成分群的变化,结果表明:全方中咖啡酸、芍药苷、阿魏酸和肉桂酸含量均高于全方减去蒲黄-五灵脂药对,说明蒲黄-五灵脂配伍可促使有机酸类成分的溶出,而绿原酸在全方中含量低于全方减去蒲黄-五灵脂药对,其溶出率改变的原因有待深入研究。本实验结果为进一步揭示该药对在全方中的物质贡献与效应贡献提供了一定科学依据。

参考文献

- DUAN Jin - ao(段金廪), LU - Yin(陆茵), CHEN Jian - wei(陈建伟) *et al.* Methodology in research of pharmacology of traditional Chinese medical formulae(方剂现代研究的思路与方法). *J Nan-jing TCM Univ*(南京中医药大学学报) 2006 22(1): 1
- PEI Miao - rong(裴妙荣). Methodology in Research of Chemistry of Traditional Chinese Medical Formulae(方剂化学研究思路与方法探讨). *Newspaper of Chinese Medicine*(中国中医药报) 2003 - 4 - 9
- PEI Miao - rong(裴妙荣). Study Progression of Chemistry of Traditional Chinese Medical Formulae(方剂化学研究进展). *Newspaper of Chinese Medicine*(中国中医药报) 2003 - 3 - 26
- ZHOU Wei(周卫), SU Shu - lan(宿树兰), DUAN Jin - ao(段金廪) *et al.* The association analysis of Shixiaosan's traditional utility and modern research(失笑散传统功用与现代研究关联分析). *Chin Tradit Pat Med*(中成药) 2009 31(10): 1602
- ZHOU Wei(周卫), SU Shu - lan(宿树兰), LIU Pei(刘培) *et al.* Effects of promoting blood circulation to remove blood stasis of Pu-huang - Wulingzhi drug pair in Shaofu Zhuyu decoction(蒲黄 - 五灵脂药对在少腹逐瘀汤活血化瘀效应中的贡献). *Chin J Exp Tradit Med Form*(中国实验方剂学杂志) 2010 16(6): 179
- GONG Jin - yan(龚金炎), WU Xiao - qin(吴晓琴), XIA Dao - zong(夏道宗) *et al.* RP - HPLC determination of flavonoids and phenols in the extract of henon bamboo leaf(RP - HPLC法测定竹叶提取物中黄酮类和酚类成分). *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药) 2010 41(1): 63
- LI Wen - lan(李文兰), JI Yu - bin(季宇彬), LANG Lang(郎郎). RP - HPLC determination of peoniflorin in Xiaoyi capsules(RP - HPLC测定消异胶囊中芍药苷的含量). *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志) 2005 30(11): 872
- LÜ Hai - tao(吕海涛), SUN Hai - feng(孙海峰), QU Bao - han(曲宝涵) *et al.* Simultaneous determination of six phenolic compounds in apple juice by high performance liquid chromatography(高效液相色谱法同时测定苹果汁中6种酚类物质). *Chin J Anal Chem*(分析化学) 2007 35(10): 1425
- LIU Rui(刘瑞), HE Fang - yi(何方奕), LI Lei(李磊) *et al.* HPLC determination of gallic acid and chlorogenic acid in *Polygonum bistorta* L.(高效液相色谱法同时测定拳参药材中没食子酸和绿原酸的含量). *Chin J Pharm Anal*(药物分析杂志) 2005 25(4): 390
- TAN Xiao - jie(谭晓杰), JIA Ying(贾英), CHEN Xiao - hui(陈晓辉) *et al.* RP - HPLC determination of chlorogenic acid and caffeic acid in Yejuhua injection(RP - HPLC法测定野菊花注射液中绿原酸和咖啡酸的含量). *Chin J Pharm Anal*(药物分析杂志), 2005 25(6): 651
- BAO Xing - jie(鲍邢杰), SU Shu - lan(宿树兰), DUAN Jin - ao(段金廪) *et al.* Simultaneous analyze chemical components of inhibiting mice uterine contraction in active fraction of Shaofu Zhuyu decoction(同时分析少腹逐瘀汤拮抗离体子宫收缩活性部位中多类型化学组成). *Chin J Exp Tradit Med Form*(中国实验方剂学杂志) 2008 14(4): 38
- ZHANG Yan - hua(张彦华), TANG Yu - ping(唐于平), DING An - wei(丁安伟) *et al.* HPLC determination of six aromatic acids in four traditional Chinese medicine formulae for promoting blood circulation to remove stasis(HPLC法测定4个活血化瘀方中6种芳香酸的含量). *Chin J Pharm Anal*(药物分析杂志) 2010 30(3): 379
- TANG Yu - ping(唐于平), DUAN Jin - ao(段金廪), FAN Xin - sheng(范欣生) *et al.* Effects of aromatic acids on stimulating blood circulation and removing blood stasis(芳香酸类成分在活血化瘀方中的作用分析). *World Sci Technol Mod Tradit Chin Med Mater Med*(世界科学技术 - 中医药现代化) 2008 10(4): 38
- SUN Li - rong(孙丽荣), CAO Xiong(曹雄), HOU Feng - qing(侯凤青) *et al.* Study progression of peoniflorin(芍药苷研究进展). *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志) 2008 33(18): 2028

(本文于2011年6月10日修改回)