

## HPLC 同时测定赤芍和白芍中没食子酸等 6 种成分的量

余捷婧<sup>1</sup>, 吴金雄<sup>1</sup>, 梁亚凤<sup>2</sup>, 许舜军<sup>3</sup>, 杨 柳<sup>1\*</sup>

1. 广东省中医院, 广东省中医药科学院, 广东 广州 510120

2. 东莞市清溪医院, 广东 东莞 523660

3. 广州万正药业有限公司, 广东 广州 510530

**摘要:** 目的 建立同时测定赤芍 *Paeoniae Rubra Radix* 和白芍 *Paeoniae Alba Radix* 中没食子酸、没食子酸甲酯、芍药内酯苷、芍药苷、1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖、苯甲酰芍药苷的 HPLC 方法, 测定和比较 32 批不同产地和收集地赤芍和白芍中 6 种化学成分的量。方法 采用 HPLC 法进行测定, 流动相为乙腈-0.1%磷酸水溶液, 体积流量 0.8 mL/min, 柱温 30 °C, 检测波长为 230 nm 和 270 nm。结果 结果显示, 没食子酸、没食子酸甲酯、芍药内酯苷、芍药苷、1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖、苯甲酰芍药苷分别在 0.783~50.10、1.094~70.00、2.367~151.5、7.823~500.6、3.125~200.0 和 0.348~22.25 μg/mL 内具有良好的线性关系 ( $r^2=0.999$ ), 平均回收率分别为 102.1%、98.88%、99.25%、100.4%、104.2%、100.6%。结论 赤芍和白芍药材样品中芍药内酯苷、1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖、没食子酸和没食子酸甲酯的量差异较显著, 除芍药苷外, 单萜苷类成分在白芍中量明显较高, 而多元酚类化合物在赤芍特别是川赤芍中量普遍居高。

**关键词:** 赤芍; 白芍; 没食子酸; 没食子酸甲酯; 芍药内酯苷; 芍药苷; 1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖; 苯甲酰芍药苷; HPLC  
中图分类号: R286.6 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)11-1673-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.11.021

## Simultaneous quantitative determination of six active compounds from *Paeoniae Rubra Radix* and *Paeoniae Alba Radix* by HPLC

YU Jie-jing<sup>1</sup>, WU Jin-xiong<sup>1</sup>, LIANG Ya-feng<sup>2</sup>, XU Shun-jun<sup>3</sup>, YANG Liu<sup>1</sup>

1. Guangdong Hospital of Chinese Medicine, Guangzhou 510120, China

2. The Hospital of Qingxi, Dongguan 523660, China

3. Imvin Pharmaceutical Co., Ltd., Guangzhou 510530, China

**Abstract: Objective** A high performance liquid chromatographic method was established to simultaneously quantify the gallic acid, methyl gallate, albiflorin, paeoniflorin, 1,2,3,4,6-*O*-pentagalloylglucose, benzoylpaeoniflorin of red peony root, and white peony root.

**Methods** The content of six components from 32 batches of samples collected from different product areas and markets was determined and compared by means of this established method. The mobile phase comprised of acetonitrile and water containing 0.1% phosphoric acid. Flow rate was 0.8 mL/min and column temperature was 30 °C. Chromatography was monitored at 230 and 270 nm. **Results** The correlation coefficients between concentration and chromatographic peak area of gallic acid, methyl gallate, albiflorin, paeoniflorin, 1,2,3,4,6-*O*-pentagalloylglucose, and benzoylpaeoniflorin, respectively were over 0.999 9 in the ranges of 0.783 0—50.10, 1.094—70.00, 2.367—151.5, 7.823—500.6, 3.125—200.0, and 0.348 0—22.25 μg/mL. The average recoveries of the six compounds were 102.1%, 98.88%, 99.25%, 100.4%, 104.2%, and 100.6%, respectively. **Conclusion** All the contents of albiflorin, 1,2,3,4,6-*O*-pentagalloylglucose, gallic acid, and methyl gallate show a remarkable difference between *Paeoniae Rubra Radix* and *Paeoniae Alba Radix*. And the latter usually contains more monoterpene glycosides than the former dose except paeoniflorin. On the other hand, *Paeoniae Rubra Radix*, especially originating from *Paeoniae veitchii* always contains more polyphenols than *Paeoniae Alba Radix* dose.

**Key words:** *Paeoniae Rubra Radix*; *Paeoniae Alba Radix*; gallic acid; methyl gallate; albiflorin; paeoniflorin; 1,2,3,4,6-*O*-pentagalloylglucose; benzoylpaeoniflorin; HPLC

收稿日期: 2014-12-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30901968)

作者简介: 余捷婧, 女, 硕士在读。E-mail: jiejing\_yu@163.com

\*通信作者 杨 柳, 女, 研究员, 硕士生导师, 主要从事中药活性成分和质量评价研究。Tel: (020)39318778 E-mail: yangliume@aliyun.com

芍药为中医临床常用药材,应用十分广泛,可用于治疗常见的免疫系统、心血管系统疾病以及肿瘤等。芍药有赤芍 *Paeoniae Rubra Radix* 和白芍 *Paeoniae Alba Radix* 之分<sup>[1]</sup>,其中赤芍为毛茛科植物芍药 *Paeonia lactiflora* Pall. 或川赤芍 *Paeonia veitchii* lynch 的干燥根,而白芍为毛茛科植物芍药水煮去皮后晒干的根。虽然赤芍和白芍在生物基源上有许多共同特征,但在临床应用方面却有明显的区别。在中医临床上,赤芍、白芍同为寒性药,具有清热的共性,但白芍属补虚药,长于补血平抑肝阳,赤芍属清热药,偏清热凉血祛瘀。而从化学组成来看,赤芍和白芍均以单萜苷及多元酚类化合物为代表性成分,这是相近的生物基源所决定的,但是由于生长环境的不同及药材采收后加工处理方式的差异,又使得这些成分在 2 味药材中的量比例各有不同<sup>[2-8]</sup>。为了探明赤芍和白芍化学组成的差异与药性及功能主治分化的相关关系,促进中医临床更好地理解和应用这 2 味中药,准确测定 2 种药材的主要化学成分,并进行详尽地比较是非常重要的。本研究采用 HPLC 法同时测定赤芍和白芍样品中的没食子酸、没食子酸甲酯、芍药内酯苷、芍药苷、1,2,3,4,6-五没食子酰基葡萄糖和苯甲酰芍药苷,并比较 2 味药材中这些化学成分的量差别,为深入了解赤芍和白芍化学组成的共性与差异,及有效控制赤芍、白芍药材质量和确保药物临床疗效提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

赤芍 *Paeoniae Rubra Radix* 和白芍 *Paeoniae Alba Radix* 药材产自我国内蒙古、吉林、四川、浙江、安徽、上海、江西、广东、台湾、云南、香港等地,经广东省中医院杨柳教授鉴定为毛茛科植物芍药 *Paeonia lactiflora* Pall. 或川赤芍 *Paeonia veitchii* Lynch 的干燥根。没食子酸、芍药内酯苷、芍药苷、1,2,3,4,6-五没食子酰基葡萄糖、苯甲酰芍药苷对照品均由本实验室制得,质量分数均高于 98%。没食子酸甲酯对照品质量分数大于 98% (批号 27975,上海一基实业有限公司)。甲醇、乙腈均为色谱纯,购自美国 Fisher 公司;其他化学试剂均为分析纯,购自广州化学试剂厂;超纯水经过 Milli-Q 系统纯化制备。美国 Waters Alliance 2695 高效液相色谱仪;十万分之一电子分析天平(Mettler Toledo AB135-S 型)。

### 1.2 色谱条件

色谱柱: Waters symmetry C<sub>18</sub> 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相: A 相为 0.1%磷酸水溶液 (pH 2.7), B 相为乙腈; 梯度洗脱: 0~5 min, 10%~15% B; 5~25 min, 15%~22% B; 25~45 min, 22%~70% B; 45~46 min, 70%~80% B; 46~48 min, 80% B; 体积流量 0.8 mL/min; 检测波长为 230 nm 和 270 nm; 柱温 30 °C; 进样量 10 μL。对照品和样品的色谱图见图 1。

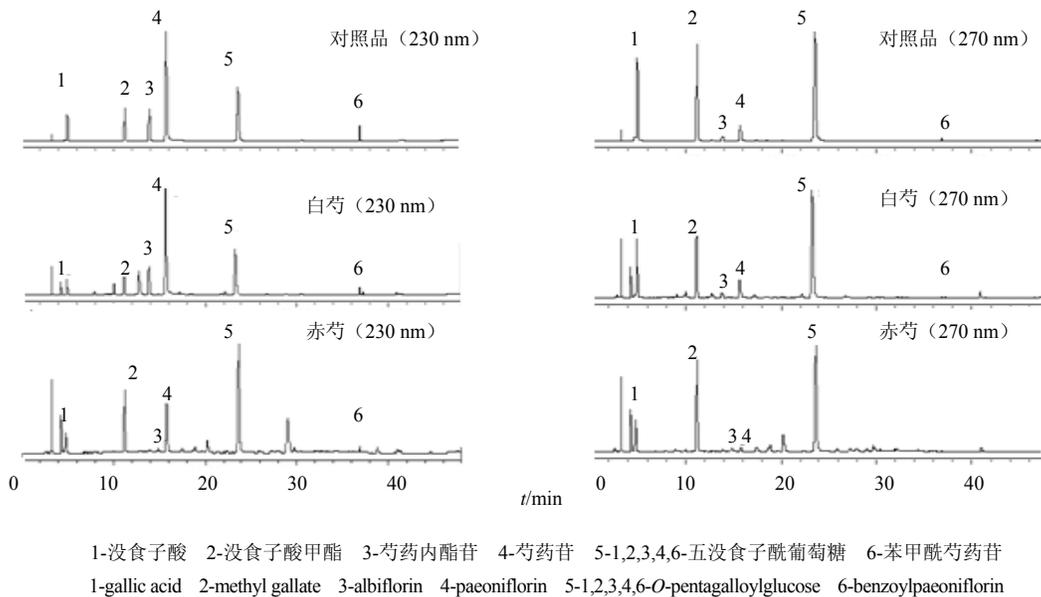


图 1 对照品与样品 HPLC 色谱图

Fig.1 HPLC of reference substance and sample

### 1.3 对照品溶液的制备

精密称取没食子酸 10.02 mg、没食子酸甲酯 10.00 mg、芍药内酯苷 10.10 mg、芍药苷 10.43 mg、1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖 10.00 mg 分别置 10 mL 量瓶, 苯甲酰芍药苷 4.45 mg 置 5 mL 量瓶, 加 75% 甲醇溶液溶解, 并稀释至刻度, 摇匀, 制得对照品储备液。

### 1.4 供试品溶液的制备

将赤芍和白芍粉碎(过 40 目筛), 精密称取 0.25 g, 加入 75% 甲醇 50 mL 回流提取 90 min, 放冷, 75% 甲醇补损失的质量, 静置, 吸取上清液, 过 0.22 μm 滤膜, 取续滤液, 作为供试品溶液。

## 2 结果与分析

### 2.1 方法学考察

**2.1.1 线性范围考察** 取各对照品母液配制成含没食子酸、没食子酸甲酯、芍药内酯苷、芍药苷、1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖和苯甲酰芍药苷分别为 50.10、70.00、151.5、500.6、200.0 和 22.25 μg/mL 的混合对照品溶液, 75% 甲醇稀释, 稀释倍数分别为 1、2、4、8、16、32 和 64 倍, 得到一系列质量浓度的对照品混合溶液, 滤过后依上述色谱条件, 进样 10 μL, 在 230 nm 和 270 nm 波长下测定。以峰面积积分值 (Y) 对质量浓度 (X) 进行线性回归, 各成分的回归方程、相关系数、线性范围、检测限 (LOQ) 和定量下限 (LOD) 见表 1。

表 1 待测成分的线性回归方程、LOQ 和 LOD

Table 1 Linear regression data, LOQ, and LOD of investigated compounds

| 成分                 | 回归方程              | r <sup>2</sup> | 线性范围/(μg·mL <sup>-1</sup> ) | LOQ/(μg·mL <sup>-1</sup> ) | LOD/(μg·mL <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|-------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 没食子酸               | Y=22 400 X-5 360  | 0.999 6        | 0.783~ 50.1                 | 0.130 5                    | 0.065 2                    |
| 没食子酸甲酯             | Y=28 600 X-8 710  | 0.999 9        | 1.094~ 70.0                 | 0.182 3                    | 0.091 2                    |
| 芍药内酯苷              | Y=14 700 X-7 890  | 0.999 9        | 2.367~151.5                 | 0.394 5                    | 0.197 3                    |
| 芍药苷                | Y=17 700 X-81 000 | 0.999 7        | 7.823~500.6                 | 0.651 9                    | 0.260 8                    |
| 1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖 | Y=27 100 X-99 900 | 0.999 6        | 3.125~200.0                 | 0.394 9                    | 0.197 5                    |
| 苯甲酰芍药苷             | Y=26 200 X-2 970  | 0.999 8        | 0.348~22.2                  | 0.086 9                    | 0.043 5                    |

**2.1.2 精密度试验** 取低、中、高质量浓度混合对照品溶液进行日内和日间精密度考察。对于日内精密度, 连续进样 6 次; 对于日间精密度, 连续 3 d 同法测定, 计算其量的 RSD。结果测定各成分的日内和日间 RSD 均小于 3.4%。

**2.1.3 重复性试验** 取赤芍和白芍药材样品, 按供试品溶液的制备方法平行制备 6 份, 测定各分量, 测得没食子酸、没食子酸甲酯、芍药内酯苷、芍药苷、1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖和苯甲酰芍药苷质量浓度分别为 7.053、9.487、33.22、121.2、41.30、3.061 μg/mL, 其 RSD 分别为 1.2%、2.9%、0.7%、2.2%、2.5%、1.6%。

**2.1.4 稳定性试验** 取供试品溶液, 分别于 0、12、24、36 和 48 h 进行测定, 考察其稳定性, 计算没食子酸、没食子酸甲酯、芍药内酯苷、芍药苷、1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖和苯甲酰芍药苷峰面积的 RSD 分别为 1.0%、2.1%、1.8%、1.2%、1.8%、2.8%, 结果表明供试品溶液在 48 h 内各成分稳定的。

**2.1.5 加样回收率试验** 取已测定的药材样品 9

份, 加入相当于药材样品量 50%、100%和 150% 3 个质量浓度水平的 6 种对照品, 其中没食子酸 90.0、173.0、285.6 μg, 没食子酸甲酯 118.0、237.0、345.0 μg, 芍药内酯苷 415.1、830.2、1 242 μg, 芍药苷 1 514、3 029、4 529 μg, 1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖 502.9、1 007、1 540 μg, 苯甲酰芍药苷 38.27、76.54、113.5 μg, 按供试品溶液制备方法进行提取和制备, 依上述色谱条件进样检测, 计算各成分加样回收率分别为 100.2%~105.2%、97.7%~104.2%、99.6%~101.3%、95.9%~101.3%、97.4%~105.8%、99.4%~103.3%, RSD 均小于 4.9%。

### 2.2 样品测定

取不同产地和收集地的赤芍、白芍样品, 按上述方法测定, 定量检测结果见表 2。

## 3 讨论

本研究对提取方法进行了优化, 分别考察了 25%、50%、75% 甲醇及 25%、50%、75% 乙醇的提取效果, 结果表明 75% 甲醇提取为佳; 比较了超声和回流 2 种提取方式, 发现回流明显优于超声, 赤芍和白芍药材样品采用回流提取更加充分、完全;

表 2 不同产地和收集地赤芍、白芍中 6 种化学成分的测定结果

Table 2 Determination of contents of six components from *Paeoniae Rubra Radix* and *Paeoniae Alba Radix*

| 来源    | 品种  | 质量分数/(mg·g <sup>-1</sup> ) |          |          |          |                    |         |
|-------|-----|----------------------------|----------|----------|----------|--------------------|---------|
|       |     | 没食子酸                       | 没食子酸甲酯   | 芍药内酯苷    | 芍药苷      | 1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖 | 苯甲酰芍药苷  |
| 广东广州  | 赤芍  | 4.081 0                    | 0.477 8  | 4.017 0  | 10.270 0 | 2.952 0            | 0.649 6 |
| 香港    | 赤芍  | 0.964 4                    | 0.784 0  | 1.335 0  | 18.590 0 | 3.095 0            | 0.654 2 |
| 四川荷花池 | 川赤芍 | 2.519 0                    | 8.395 0  | 1.571 0  | 37.230 0 | 26.445 0           | 0.185 6 |
| 香港    | 赤芍  | 1.006 0                    | 0.806 6  | 1.439 0  | 19.080 0 | 3.196 0            | 0.667 6 |
| 浙江杭州  | 赤芍  | 0.806 0                    | 0.265 0  | 1.056 0  | 21.860 0 | 3.284 0            | 0.461 6 |
| 吉林    | 赤芍  | 0.632 6                    | 1.395 0  | 2.227 0  | 36.380 0 | 4.959 0            | 1.227 0 |
| 广东广州  | 赤芍  | 0.949 4                    | 0.444 8  | 3.600 0  | 34.330 0 | 3.101 0            | 0.992 0 |
| 江西南昌  | 赤芍  | 1.261 0                    | 0.462 8  | 3.021 0  | 26.000 0 | 2.361 0            | 0.917 0 |
| 四川宜宾  | 赤芍  | 0.916 8                    | 0.536 6  | 0.352 8  | 30.450 0 | 2.823 0            | 0.693 6 |
| 四川西昌  | 赤芍  | 2.544 0                    | 4.076 0  | 1.188 0  | 5.010 0  | 11.120 0           | 0.310 4 |
| 四川甘孜  | 川赤芍 | 4.264 0                    | 15.570 0 | 2.185 0  | 43.260 0 | 40.260 0           | 0.505 8 |
| 四川成都  | 川赤芍 | 3.859 0                    | 11.150 0 | 2.212 0  | 18.950 0 | 30.570 0           | 1.064 0 |
| 云南昆明  | 赤芍  | 4.165 0                    | 16.130 0 | 3.642 0  | 37.270 0 | 47.610 0           | 7.794 0 |
| 内蒙古   | 赤芍  | 2.333 0                    | 1.006 0  | 7.029 0  | 72.600 0 | 7.653 0            | 2.140 0 |
| 吉林    | 赤芍  | 3.710 0                    | 0.588 0  | 0.480 4  | 10.810 0 | 3.432 0            | 0.523 2 |
| 安徽亳州  | 白芍  | 1.775 0                    | 4.500 0  | 14.060 0 | 45.780 0 | 14.390 0           | 1.497 0 |
| 安徽亳州  | 白芍  | 3.195 0                    | 3.914 0  | 23.060 0 | 54.620 0 | 17.470 0           | 1.371 0 |
| 广东广州  | 白芍  | 1.400 0                    | 2.045 0  | 12.140 0 | 3.433 0  | 6.652 0            | 0.538 8 |
| 香港    | 白芍  | 2.094 0                    | 1.209 0  | 8.556 0  | 6.312 0  | 7.314 0            | 0.406 0 |
| 江西南昌  | 白芍  | 1.273 0                    | 3.493 0  | 18.770 0 | 29.970 0 | 9.602 0            | 1.156 0 |
| 台北    | 白芍  | 2.208 0                    | 1.613 0  | 9.325 0  | 18.570 0 | 9.491 0            | 0.915 6 |
| 四川成都  | 白芍  | 1.516 0                    | 2.736 0  | 14.070 0 | 23.100 0 | 10.280 0           | 1.060 0 |
| 四川中江  | 白芍  | 3.290 0                    | 4.046 0  | 22.810 0 | 65.970 0 | 21.690 0           | 5.063 0 |
| 香港    | 白芍  | 2.054 0                    | 0.808 8  | 6.798 0  | 3.596 0  | 6.755 0            | 0.294 4 |
| 安徽亳州  | 白芍  | 1.943 0                    | 4.387 0  | 10.130 0 | 37.130 0 | 14.000 0           | 1.718 0 |
| 浙江    | 白芍  | 1.663 0                    | 4.140 0  | 13.970 0 | 51.190 0 | 12.530 0           | 1.583 0 |
| 浙江    | 白芍  | 1.887 0                    | 2.041 0  | 8.1220 0 | 22.880 0 | 9.418 0            | 1.001 0 |
| 安徽    | 白芍  | 2.358 0                    | 2.543 0  | 16.060 0 | 21.710 0 | 11.430 0           | 1.173 0 |
| 台北    | 白芍  | 1.372 0                    | 1.461 0  | 8.536 0  | 16.650 0 | 7.585 0            | 0.847 2 |
| 四川荷花池 | 白芍  | 1.603 0                    | 1.298 0  | 11.480 0 | 12.070 0 | 7.965 0            | 0.820 8 |
| 浙江    | 白芍  | 2.194 0                    | 1.972 0  | 8.896 0  | 18.830 0 | 9.648 0            | 0.953 6 |
| 浙江杭州  | 白芍  | 2.427 0                    | 1.643 0  | 12.240 0 | 16.930 0 | 9.756 0            | 0.947 6 |

进而比较了回流提取 30、60、90、120 min 的提取效果,结果表明随提取时间的延长,提取效率提高,但增高趋势逐渐减缓,综合各因素,最终选择 75% 甲醇回流提取 90 min。在测定波长的选择上,选择各成分吸收最大的波长进行检测,因而选择检测波长为 230 nm 和 270 nm。

在流动相的筛选中,考察甲醇-水系统等度洗脱的可行性,结果发现等度洗脱分离效果远不及梯度洗脱,且将甲醇换为乙腈能使分离效果明显提高。用乙腈-水进行梯度洗脱,可以使保留时间较长的组

分得到较好的分离,却不利于最先流出组分。考虑到组分中含有一些酸类组分,故在流动相中加入酸,分离效果明显改善。

在酸种类的选择上,比较了相同 pH 的冰醋酸、甲酸和磷酸溶液,发现加入冰醋酸,基线噪音大,而且严重漂移,甲酸可使基线噪音明显减少,但仍有漂移,而磷酸可消除基线噪音和漂移现象,并改善芍药苷峰形拖尾的现象,分离效果较好,所以采用磷酸。考虑到酸对色谱柱的影响,采用了 0.1% 磷酸 pH 值为 2.7。

本研究采用优化的 HPLC 法同时测定了赤芍和白芍样品中 6 种化学成分的量,方法精密度好,测定结果准确。测定结果显示,赤芍和白芍药材样品中芍药内酯苷、1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖、没食子酸和没食子酸甲酯的量差异较显著。单萜苷类化合物中芍药内酯苷的量在赤芍和白芍中区别最为明显,白芍中芍药内酯苷的量远远高于赤芍。测定的 15 个赤芍样品中芍药内酯苷的量在 0.04%~0.70%,17 个白芍样品中芍药内酯苷的量在 0.68%~2.31%。赤芍 15 个样品中除了 1 个样品芍药内酯苷大于 0.68%,其余的样品量均低于 0.50%。白芍样品中芍药内酯苷量均值是赤芍样品量均值的 6 倍以上。而芍药苷量以购自内蒙的赤芍量最高,达到 72.60 mg/g。尽管芍药苷量最高的样品为赤芍,但 32 个样品中芍药苷量大于 1.8%的共有 23 个样品,11 个是白芍,12 个是赤芍,芍药苷量最高的前 5 个样品除了内蒙古产赤芍之外,其余 4 个都是白芍样品。可见在《中国药典》2010 年版中规定芍药苷的量在赤芍中不得低于 1.8%,在白芍中不得少于 1.6%,并分别作为赤芍和白芍的质量控制标准,显然欠妥。此外,苯甲酰芍药苷在白芍中量的整体水平高于赤芍,该化合物在川赤芍中量较低,与白芍相比有显著差别。但昆明赤芍明显离群,量高达 7.794 mg/g,在比较中应考虑剔除其对整体水平的影响。而赤芍和白芍中的另一类化学成分,没食子酸、没食子酸甲酯和 1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖在赤芍,特别是川赤芍中量明显高于白芍。产于甘孜的川赤芍所含没食子酸甲酯比白芍中量最高的亳芍高出 3 倍以上;1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖量差别亦非常显著,在川赤芍中的量为白芍的 3~4 倍;此外,没食子酸量最高的也是产于甘孜的川赤芍。

综上所述,虽然白芍和赤芍均含有上述 6 种化学成分,但不同药材间各成分的量比例却差别很大,且在成分的分布上有一定的规律性,除芍药苷外,单萜苷类成分在白芍中量明显较高,而多元酚类化合物在赤芍特别是川赤芍中量普遍居高。2 味药材化学成分分布上的共性和差异提示,化学组成的深入比较和分析是非常有意义的。如若能进一步与药理活性相关联,探讨这些化学成分差异的规律性变化与药理活性强度的关系,则不仅可以帮助揭示赤、白芍分用的科学性,更可解答究竟是什么化学成分导致了它们不同的治疗作用等一系列科学问题。

#### 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 高明, 赵镭, 赵光树. 白芍和赤芍 HPLC 指纹图谱比较研究 [J]. 中草药, 2010, 41(11): 1904-1906.
- [3] 杨柳, 许舜军, 吴金雄, 等. 白芍、赤芍的比较研究概况 [J]. 中药新药与临床药理, 2011, 22(5): 577-580.
- [4] Yang L, Xu S J, Tiao R T, et al. HPLC fingerprinting of *Radix Paeoniae Alba* [J]. *Acta Pharm Sin*, 2007, 42(1): 71-74.
- [5] Zhou H T, Luo Y Q, Hu S L, et al. A comparative study on content of major constituents between *Radix Paeoniae Rubra* and *Radix Paeoniae Alba* by HPCE [J]. *Chin Pharm J*, 2003, 38(9): 654-655.
- [6] Xu S J, Yang L, Tiao R T, et al. Species differentiation and quality assessment of *Radix Paeoniae Rubra* (Chi-shao) by means of high-performance liquid chromatographic fingerprint [J]. *J Chromatogr A*, 2009, 1216: 2163-2168.
- [7] Gao Q, Hua R, Tang F, et al. A Multiresidue Method for 20 Pesticides in *Radix Paeoniae Alba* of Chinese Herb by Gas Chromatography with Electron-capture Detection [J]. *Bull Environ Contam Toxicol*, 2010, 84: 779-783.