

## 基于 HPLC 多指标成分定量控制联合化学计量学的山菊降压胶囊质量评价研究

吴俊平<sup>1</sup>, 陈淑敏<sup>1</sup>, 杨光<sup>1</sup>, 马慧艳<sup>1</sup>, 王志远<sup>2</sup>

1. 郑州颐和医院 药学部, 河南 郑州 450047

2. 河南中医药大学 药学院, 河南 郑州 450046

**摘要:** **目的** 建立山菊降压胶囊中多指标成分高效液相色谱测定方法, 并联合化学计量学方法对其进行综合质量评价。**方法** 以 Eclipse Plus C<sub>18</sub> 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm) 为色谱柱, 乙腈-0.1% 磷酸为流动相进行梯度洗脱; 检测波长分别为 340 nm (0~22 min 检测牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷和牡荆素)、284 nm (22~41 min 检测橙黄决明素、黄决明素和美决明子素) 和 208 nm (41~75 min 检测泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A 和 23-乙酰泽泻醇 B); 柱温 30 °C; 体积流量 0.9 mL/min; 进样量 10 μL。采用 SPSS 26.0 统计软件对 10 批山菊降压胶囊含量测定结果进行主成分分析和聚类分析。**结果** 9 种成分牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A 和 23-乙酰泽泻醇 B 线性范围良好, 平均加样回收率 96.90%~100.02%, RSD 值均小于 2.0%; 聚类分析和主成分分析结果一致, 10 批山菊降压胶囊聚为 2 类, 主成分 1~3 是影响山菊降压胶囊质量评价的主要因子。**结论** 所建立的 HPLC 法可用于山菊降压胶囊中 9 种指标成分牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A 和 23-乙酰泽泻醇 B 的定量控制和综合质量评价。

**关键词:** 山菊降压胶囊; 牡荆素葡萄糖苷; 牡荆素鼠李糖苷; 高效液相色谱; 主成分分析; 聚类分析

中图分类号: R286.02 文献标志码: A 文章编号: 1674-5515(2021)10-2039-06

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2021.10.008

## Quality evaluation of Shanju Jiangya Capsules based on HPLC multi-indicator quantitative control and chemometrics analysis

WU Jun-ping<sup>1</sup>, CHEN Shu-min<sup>1</sup>, YANG Guang<sup>1</sup>, MA Hui-yan<sup>1</sup>, WANG Zhi-yuan<sup>2</sup>

1. Department of Pharmacy, Zhengzhou Yihe Hospital, Zhengzhou 450047, China

2. School of Pharmacy, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China

**Abstract: Objective** To establish an HPLC method for determination of multi-index components in Shanju Jiangya Capsules, and the content determination results were comprehensive quality evaluated by chemometrics analysis. **Methods** The Eclipse Plus C<sub>18</sub> (250 mm×4.6 mm, 5 μm) was used as the column with acetonitrile - 0.1% phosphoric acid as the mobile phase. The detection wavelength were set at 340 nm for vitexin-4"-O-glucoside, rhamnosylvitexin, and vitexin, 284 nm for aurantio-obtusin, chryso-obtusin, and obtusifolin, and 208 nm for alisol A, alisol A, 24-acetate, and 23-acetate alisol B. The principal component analysis and cluster analysis of 10 batches of Shanju Jiangya Capsules by SPSS 26.0 statistical software. **Results** The nine components including vitexin-4"-O-glucoside, rhamnosylvitexin, vitexin, aurantio-obtusin, chryso-obtusin, obtusifolin, alisol A, alisol A 24- acetate, and alisol B 23-acetate had good linear relationships, whose average recoveries were 96.90% — 100.02% (RSD < 2.0%). The results of principal component analysis and cluster analysis were consistent 10 batches of samples were clustered into 2 categories, and the principal component 1-3 was the main factor affecting the quality evaluation of Shanju Jiangya Capsules. **Conclusion** The established HPLC method can be used for the quantitative control and comprehensive quality evaluation of nine index components in Shanju Jiangya Capsules, including vitexin-4"-O-glucoside, rhamnosylvitexin, vitexin, aurantio-obtusin, chryso-obtusin, obtusifolin, alisol A, alisol A 24-acetate, and alisol B 23-acetate.

**Key words:** Shanju Jiangya Capsules; vitexin-4"-O-glucosiden; HPLC; principal component analysis; cluster analysis

收稿日期: 2021-07-31

基金项目: 河南省高等学校重点科研项目 (20A360016)

作者简介: 吴俊平 (1987—), 女, 主管药师, 硕士, 研究方向为药物质量控制、细胞信号转导以及医院药学。E-mail: xv9552686@163.com

山菊降压胶囊由山楂、炒决明子、盐泽泻、菊花、夏枯草和小蓟加工而成，临床上主要用于阴虚阳亢或高血压所致头痛眩晕、耳鸣健忘、腰膝柔软、五心烦热、心悸失眠等症<sup>[1]</sup>。方中山楂消食健胃、行气散瘀、化浊降脂，为君药；炒决明子清热明目、润肠通便，菊花散风清热、平肝明目、清热解毒，夏枯草清肝泻火、明目散结，三者合为臣药；盐泽泻利水渗湿、泄热降脂，小蓟凉血止血、散瘀消痈，合为佐使药。诸药合用，以达清热降压、消食降脂的功效。山菊降压胶囊的质量标准仅对其臣药炒决明子所含大黄酚进行定量控制<sup>[1]</sup>，而大黄酚的来源广泛，作为该制剂定量控制指标成分专属性不强，同时单成分不能全面反映中成药复方制剂的整体质量。为了综合评价山菊降压胶囊的内在整体质量，本实验选取君药山楂中主要活性成分牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷和牡荆素，臣药决明子中代表性成分橙黄决明素、黄决明素、美决明子素，佐药泽泻中活性成分泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A、23-乙酰泽泻醇 B 为定量分析指标性成分，同时采用聚类分析、主成分分析等化学计量学方法对 10 批山菊降压胶囊进行综合质量评价，为进一步提高该制剂整体质量控制水平提供依据。

## 1 材料与仪器

### 1.1 试药

牡荆素葡萄糖苷(批号 111979-201501, 质量分数 92.8%)、牡荆素(批号 111687-202105, 质量分数 99.1%)、橙黄决明素(批号 111900-202006, 质量分数 99.0%)、23-乙酰泽泻醇 B(批号 111846-202006, 质量分数 98.3%) 对照品均购于中国食品药品检定研究院；牡荆素鼠李糖苷(批号 PRF9090641, 质量分数 99.8%)、黄决明素(批号 PRF20081123, 质量分数 98.3%)、美决明子素(批号 PRF8101721, 质量分数 99.6%)、泽泻醇 A(批号 PRF8011942, 质量分数 90.2%)、24-乙酰泽泻醇 A(批号 PRF8050342, 质量分数 99.6%) 对照品均购于成都普瑞法科技开发有限公司。乙腈(色谱级, Sigma 公司), 乙醇、磷酸为分析纯。

山菊降压胶囊(规格 0.5 g/粒, 批号 190402、190501、190502、190802、191001、191002、200402、200501、200906、210102, 编号依次为 S1~S10) 购于南京同仁堂药业有限责任公司。

### 1.2 仪器

Waters 2695/2998 高效液相色谱仪(美国 Waters 公司); MS105 型电子天平(Mettler Toledo; SB25-12D 型超声波清洗器(宁波新艺超声设备有限公司)。

## 2 方法与结果

### 2.1 溶液的制备

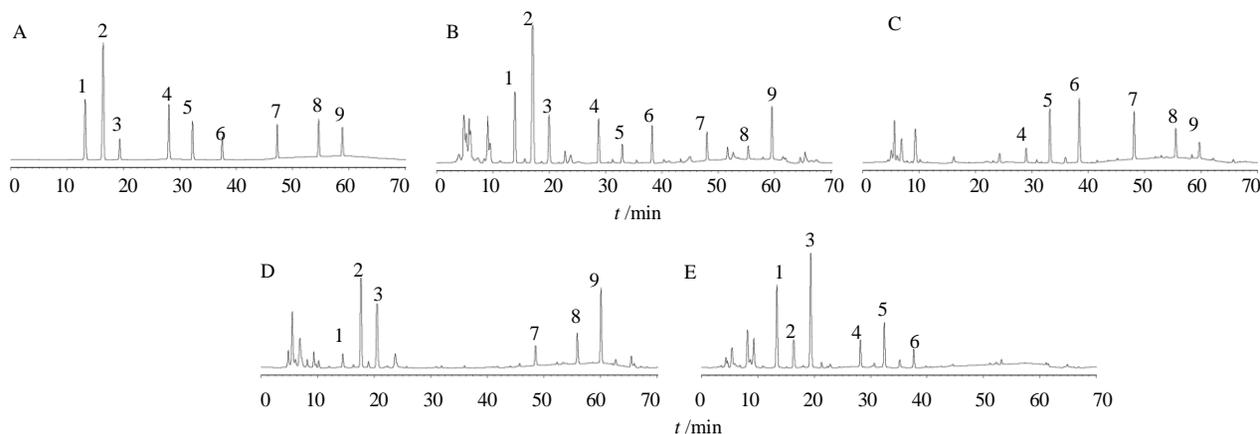
**2.1.1 混合对照品溶液的制备** 精密称取牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A 和 23-乙酰泽泻醇 B 对照品各适量, 用 75%乙醇制成质量浓度分别为 1.798、6.570、0.606、0.492、0.156、0.340、0.174、0.128、0.794 mg/mL 的混合对照品贮备液。精密吸取 2.5 mL, 用 75%乙醇稀释 20 倍制得混合对照品溶液(9 种成分质量浓度依次为 89.9、328.5、30.3、24.6、7.8、17.0、8.7、6.4、39.7  $\mu\text{g/mL}$ )。

**2.1.2 供试品溶液的制备** 取山菊降压胶囊内容物 2.0 g, 精密称定, 精密加 75%乙醇 25 mL, 称定质量, 超声处理 30 min, 补足质量, 摇匀, 滤过, 得供试品溶液。取按山菊降压胶囊处方和制法分别制备的缺山楂、缺炒决明子、缺盐泽泻的阴性样品各适量, 依上述方法制备阴性供试品溶液。

### 2.2 色谱条件和系统适用性

以 Eclipse Plus C<sub>18</sub> 柱(250 mm×4.6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ) 为色谱柱, 乙腈-0.1%磷酸为流动相进行梯度洗脱(0~11 min, 17.0%乙腈; 11~22 min, 17.0%→36.0%乙腈; 22~41 min, 36.0%→64.0%乙腈; 41~62 min, 64.0%→77.0%乙腈; 62~75 min, 77.0%→17.0%乙腈); 检测波长分别为 340 nm(0~22 min 检测牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷和牡荆素)<sup>[2-7]</sup>、284 nm(22~41 min 检测橙黄决明素、黄决明素和美决明子素)<sup>[8-12]</sup>和 208 nm(41~75 min 检测泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A 和 23-乙酰泽泻醇 B)<sup>[13-17]</sup>; 柱温 30  $^{\circ}\text{C}$ ; 体积流量 0.9 mL/min; 进样量 10  $\mu\text{L}$ 。

在该条件下, 精密吸取混合对照品溶液、供试品溶液各 10  $\mu\text{L}$ , 分别注入液相色谱仪, 记录色谱图(图 1), 结果山菊降压胶囊供试品溶液中 9 种成分与相邻色谱峰分离度良好, 阴性供试品不干扰检测结果, 理论板数按所测各成分色谱峰计均不低于 5 500。



1-牡荆素葡萄糖苷 2-牡荆素鼠李糖苷 3-牡荆素 4-橙黄决明素 5-黄决明素 6-美决明子素 7-泽泻醇 A 8-24-乙酰泽泻醇 A 9-23-乙酰泽泻醇 B  
 1-vitexin-4"-O-glucoside 2-rhamnosylvitexin 3-vitexin 4-aurantio-obtusin 5-chryso-obtusin 6-obtusifolin 7-alisol A 8-alisol A 24-acetate 9-alisol B 23-acetate

图 1 混合对照品 (A)、山菊降压胶囊 (B)、缺山楂阴性供试品 (C)、缺决明子阴性供试品 (D)、缺泽泻阴性供试品 (E) 的 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed references (A), Shanju Jiangya Capsules (B), sample without *Crataegi Fructus* (C), sample without *Cassiae Semen* (D), and sample without *Alismatis Rhizoma* (E)

### 2.3 方法学考察

**2.3.1 线性关系考察** 精密吸取混合对照品贮备液 0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、2.5 mL，分别用 75% 乙醇定容至 20 mL，得混合对照品溶液 I ~ VI，各精

密吸取 10 μL，注入高效液相色谱仪中，记录色谱峰峰面积。以 9 种待测成分峰面积对质量浓度进行线性关系考察，结果 9 种成分在各自质量浓度范围内线性关系良好，见表 1。

表 1 9 种成分线性关系测定结果

Table 1 Result of linear-regression analysis of nine constituents

成分	线性方程	r	线性范围/(μg·mL <sup>-1</sup> )
牡荆素葡萄糖苷	$Y=1.5834 \times 10^6 X - 572.1$	0.9994	8.99~224.75
牡荆素鼠李糖苷	$Y=1.7095 \times 10^6 X + 1143.8$	0.9995	32.85~821.25
牡荆素	$Y=2.3857 \times 10^6 X - 389.4$	0.9997	3.03~75.75
橙黄决明素	$Y=2.1618 \times 10^6 X + 1192.5$	0.9999	2.46~61.50
黄决明素	$Y=8.3926 \times 10^5 X + 626.8$	0.9996	0.78~19.50
美决明子素	$Y=1.8194 \times 10^6 X - 1001.7$	0.9992	1.70~42.50
泽泻醇 A	$Y=1.5379 \times 10^6 X + 973.0$	0.9995	0.87~21.75
24-乙酰泽泻醇 A	$Y=7.0671 \times 10^5 X - 1124.3$	0.9999	0.64~16.00
23-乙酰泽泻醇 B	$Y=2.6759 \times 10^6 X - 771.9$	0.9998	3.97~99.25

**2.3.2 精密度试验** 精密吸取同一份山菊降压胶囊 (编号 S1) 供试品溶液 10 μL，连续进样 6 次，记录色谱峰峰面积，计算得牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A、23-乙酰泽泻醇 B 峰面积的 RSD 值分别为 0.83%、0.56%、1.01%、1.07%、1.39%、1.22%、1.27%、1.34%、

0.98%。

**2.3.3 重复性试验** 取同一批山菊降压胶囊 (编号 S1) 适量，平行制备 6 份供试品溶液，各精密吸取 10 μL，进样测定，记录各色谱峰峰面积，并计算 9 种成分的质量分数，结果牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A、23-乙

酰泽泻醇 B 质量分数的 RSD 值分别为 1.30%、0.95%、1.48%、1.53%、1.66%、1.72%、1.80%、1.89%、1.31%。

**2.3.4 稳定性试验** 取同一份山菊降压胶囊(编号 S1)供试品溶液,于制备后 0、2、5、9、16、24 h 各精密吸取 10 μL,进样测定,记录色谱峰峰面积,结果供试品溶液 24 h 内稳定,牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A、23-乙酰泽泻醇 B 峰面积的 RSD 值分别为 0.82%、0.55%、1.04%、1.10%、1.36%、1.25%、1.31%、1.41%、0.94%。

**2.3.5 回收率试验** 取 9 种成分质量分数已知的同一批山菊降压胶囊(编号 S1)内容物 9 份,每份精密称定 1.0 g,随机分成 3 组,每组 3 份,精密加入混合对照品溶液(含牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子

素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A、23-乙酰泽泻醇 B 1.276、4.989、0.471、0.356、0.091、0.228、0.126、0.077、0.624 mg/mL) 0.8、1.0、1.2 mL,制备供试品溶液,各精密吸取 10 μL,进样测定,记录色谱峰峰面积,计算各成分的回收率,结果平均回收率分别为 100.02%、99.91%、98.66%、98.97%、96.90%、97.92%、98.40%、96.96%、99.75%,RSD 值分别为 0.67%、0.81%、1.53%、0.99%、1.51%、1.08%、1.28%、1.45%、0.97%。

**2.4 样品测定**

取 10 批山菊降压胶囊,制备供试品溶液,每批次平行 3 份,各精密吸取供试品溶液 10 μL,注入高效液相色谱仪,采用外标法计算山菊降压胶囊中牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A 和 23-乙酰泽泻醇 B 的质量分数,结果见表 2。

表 2 山菊降压胶囊中 9 种成分测定结果 (n=3)  
Table 2 Determination results of 9 components in Shanju Jiangya capsules (n=3)

编号	质量分数/(mg·g <sup>-1</sup> )								
	牡荆素葡萄糖苷	牡荆素鼠李糖苷	牡荆素	橙黄决明素	黄决明素	美决明子素	泽泻醇 A	24-乙酰泽泻醇 A	23-乙酰泽泻醇 B
S1	1.283	5.018	0.475	0.358	0.092	0.231	0.127	0.074	0.632
S2	1.336	4.891	0.441	0.286	0.083	0.203	0.129	0.071	0.678
S3	1.199	5.078	0.489	0.371	0.087	0.222	0.130	0.074	0.654
S4	1.209	5.006	0.460	0.349	0.090	0.189	0.125	0.075	0.669
S5	1.241	4.936	0.496	0.405	0.082	0.240	0.120	0.066	0.580
S6	1.465	4.965	0.561	0.309	0.079	0.282	0.139	0.061	0.505
S7	1.250	4.729	0.480	0.343	0.076	0.236	0.118	0.085	0.592
S8	1.305	4.797	0.501	0.429	0.085	0.239	0.114	0.079	0.704
S9	1.547	5.004	0.567	0.329	0.084	0.283	0.137	0.059	0.513
S10	1.531	4.987	0.559	0.316	0.076	0.287	0.141	0.063	0.521

**3 化学计量学质量评价模式的建立**

**3.1 主成分分析 (PCA) [18]**

将表 3 中数据导入 SPSS 26.0 统计软件和微生物在线作图系统 (www.bioinformatics.com.cn),进行 PCA 分析,见表 3、4 和图 2。由主成分特征值和贡献率结果可以看出,前 3 个主成分特征值均大于 1,即 5.381、1.820、1.089,对方差的贡献率分别为 59.790%、20.226%、12.095%,累计方差贡献率为 92.111%,表明选取前 3 个主成分即可评价山

菊降压胶囊的质量。由成分矩阵表结果可以看出,牡荆素葡萄糖苷、23-乙酰泽泻醇 B、牡荆素、美决明子素、泽泻醇 A 和 24-乙酰泽泻醇 A 对第一主成分的影响较大,牡荆素鼠李糖苷和黄决明素在第二主成分有明显正负荷值,橙黄决明素对第三主成分的影响较大。由主成分分析散点图可以看出,10 批山菊降压胶囊聚为 3 类,S1~S5 为 1 类,S7~S8 为 1 类,S6、S9、S10 为 1 类,主成分分析结果与聚类分析结果一致。

表 3 主成分特征值和贡献率

Table 3 Initial eigenvalues and contribution rate of principal components

主成分	初始特征值			提取荷载平方和		
	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	5.381	59.790	59.790	5.381	59.790	59.790
2	1.820	20.226	80.016	1.820	20.226	80.016
3	1.089	12.095	92.111	1.089	12.095	92.111
4	0.325	3.608	95.720			
5	0.201	2.239	97.958			
6	0.139	1.541	99.500			
7	0.030	0.328	99.828			
8	0.015	0.166	99.994			
9	0.001	0.006	100.000			

表 4 成分矩阵

Table 4 Post-rotation factor load matrix

成分	主成分		
	1	2	3
牡荆素葡萄糖苷	0.917	-0.094	-0.046
牡荆素鼠李糖苷	0.328	0.898	0.180
牡荆素	0.895	-0.159	0.372
橙黄决明素	-0.527	-0.184	0.822
黄决明素	-0.511	0.744	0.271
美决明子素	0.887	-0.305	0.299
泽泻醇 A	0.862	0.410	-0.240
24-乙酰泽泻醇 A	-0.855	-0.326	-0.129
23-乙酰泽泻醇 B	-0.912	0.160	-0.058

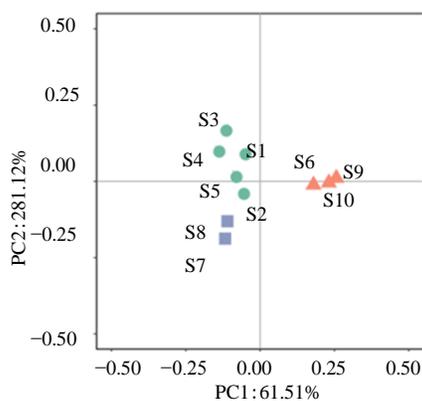


图 2 主成分分析散点图

Fig. 2 Scatter plot of principal component analysis

### 3.2 聚类分析<sup>[18]</sup>

将表 3 中数据导入 SPSS 26.0 统计软件中, 对 10 批山菊降压胶囊进行聚类分析综合评价。采用平

均联接(组间)法, 以 Euclidean 距离为测度, 得树状图, 见图 3。可以看出, 当 Euclidean 距离为 15 时, 10 批山菊降压胶囊聚为 3 类, S9、S10、S6 聚为第 I 类, S7、S8 聚为第 II 类, S3、S4、S1、S5、S2 聚为第 III 类。

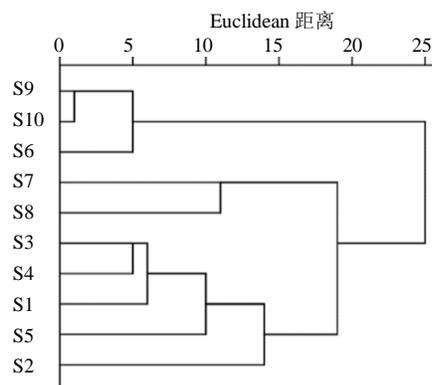


图 3 样品聚类树状图

Fig. 3 Tree diagram of cluster analysis for samples

聚类分析和主成分分析结果显示, 10 批山菊降压胶囊分为 3 类, 表明不同批次间山菊降压胶囊产品质量存在一定差异, 分类结果与产品生产期间呈现一定的关联性。

## 4 讨论

### 4.1 供试品溶液制备方式的确定

在制备供试品溶液时, 考察了超声和回流常用的两种提取方法和溶剂: 甲醇<sup>[10]</sup>、70% 甲醇<sup>[2]</sup>、60% 甲醇<sup>[5]</sup>、60% 乙醇<sup>[3]</sup>、75% 乙醇<sup>[7]</sup>, 结果发现 75% 乙醇超声提取时, 9 种成分含量较高, 同时杂质干扰最少, 进而对提取时间 20、30、40、60 min 进行了优化, 结果提取时间为 30、40 min 时, 提取效果无

明显差异,为节省时间,选取 30 min 为提取时间。综合上述条件,选取 75%乙醇提取 30 min 为供试品溶液的制备方式。

#### 4.2 色谱条件的优化

实验在优化色谱条件时,首先对流动相乙腈-水<sup>[13-16]</sup>、乙腈-0.1%甲酸<sup>[2,5]</sup>、甲醇-0.1%甲酸<sup>[12]</sup>、乙腈-0.2%甲酸<sup>[6]</sup>、乙腈-1%醋酸<sup>[7]</sup>、乙腈-0.1%磷酸<sup>[9-11,17]</sup>进行考察,依法进样供试品溶液,对不同流动相条件下的液相色谱图进行比较,发现流动相乙腈-0.1%磷酸可达到基线分离,峰形较好,各成分响应值大,因此选择乙腈-0.1%磷酸作为流动相。随后对有机相与水相的比例进行了摸索,最终筛选出最佳色谱条件。

#### 4.3 质量评价分析

中药复方制剂区别于化药制剂,同一化药制剂所用原料药较为稳定,而中药制剂所用中药材受品种、产地来源、初加工等多种关键因素的影响,难以确保原药材的均一性和稳定性。同时制剂生产过程参数控制也对产品的最终质量产生一定影响。建立山菊降压胶囊中多指标成分质量控制模式有助于确保山菊降压胶囊产品质量的一致性,对临床合理用药提供重要意义,同时也有助于生产企业通过不断摸索和研究,完善原药材源头质量控制,逐步稳定制剂的产品质量。

本实验建立了同时测定山菊降压胶囊中牡荆素葡萄糖苷、牡荆素鼠李糖苷、牡荆素、橙黄决明素、黄决明素、美决明子素、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A、23-乙酰泽泻醇 B 的 HPLC 方法,所建立的方法操作便捷,结果准确;同时通过化学计量学方法对 10 批山菊降压胶囊产品质量进行了综合评价,提出了产品质量差异的影响因素以及解决措施,为完善山菊降压胶囊质量控制手段提供了参考依据,有助于确保临床用药质量一致性和稳定性。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

[1] 国家食品药品监督管理局国家药品标准 WS-452(Z-052)-2001-2011Z [S]. 2011.  
[2] 王肖,杜义龙,赵胜男,等.承德产山楂叶中总黄酮和 5 种黄酮类成分含量的动态分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(17): 171-175.

[3] 徐宝欣,杜义龙,潘海峰,等.一测多评法测定山楂叶提取物中 4 种成分的含量 [J]. 承德医学院学报, 2018, 35(4): 273-276.  
[4] 乔冠婷,王阳,王晓慧,等.高效液相色谱法对山楂叶中 8 种有效成分的测定 [J]. 长治医学院学报, 2019, 33(2): 94-97.  
[5] 赵胜男,姚建伶,韩笑,等.基于化学计量学优选不同制法山楂叶提取物 [J]. 中成药, 2019, 41(10): 2522-2525.  
[6] 王子怡,穆文成,李艳荣,等.山楂叶标准汤剂指纹图谱及抗氧化活性谱效关系研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(4): 557-566.  
[7] 梁恕坤,付庆霞,冯尚彩. HPLC 法同时测定山楂叶提取物中的 7 种主要成分 [J]. 齐鲁药事, 2009, 28(1): 20-22.  
[8] 杨冰,秦昆明,李伟东.不同炒制程度下决明子中 11 种成分含量变化研究 [J]. 中医药现代化, 2019, 21(7): 1364-1371.  
[9] 邹妍,鄢海燕.决明子及炒决明子 HPLC 化学指纹特征及 6 种成分的比较研究 [J]. 大理大学学报, 2018, 3(4): 46-53.  
[10] 包敏,唐小鹏,朱跃芳,等.一测多评法测定决明子中 5 种蒽醌类成分的含量 [J]. 中南药学, 2018, 16(9): 1287-1291.  
[11] 邹妍,鄢海燕.基于 PCA 及 PLS-DA 算法分析决明子炒制前后化学成分的变化 [J]. 中国医院药学杂志, 2018, 38(19): 2027-2030.  
[12] 王路,周德勇,蒋丽娟,等.决明子蒽醌吡喃酮类对照提取物中主要化学成分 UPLC-MS<sup>n</sup> 分析及定值研究 [J]. 中国中药杂志, 2019, 44(10): 2102-2109.  
[13] 赵万里,黄小强,许文,等.RP-HPLC-DAD 同时测定泽泻中 11 个三萜类成分 [J]. 中草药, 2016, 47(16): 2933-2937.  
[14] 曹柳,李青苗,方清茂,等.3 种炮制方法对泽泻中 4 种三萜类成分的影响 [J]. 中成药, 2016, 38(9): 1994-1998.  
[15] 刘德文,郭凤倩,严林,等.不同炮制方法盐泽泻饮片的等级评价 [J]. 中国现代中药, 2021, 23(6): 1076-1080.  
[16] 唐文强,高艳蓉,杨长花,等.经典名方泽泻汤 UPLC 指纹图谱的建立 [J]. 中国现代应用药学, 2021, 38(6): 680-687.  
[17] 张学花,邢会香,刘红,等. UPLC-PDA 测定泽泻中两种活性成分并对不同产地药材的质量分析 [J]. 青海农林科技, 2021, 51(2): 19-24.  
[18] 管小军,厉君,李俊,等.基于 HPLC 指纹图谱及多指标成分分析的化学模式识别评价彝药紫丹活血片质量. [J]. 中草药, 2020, 51(4): 986-994.

[责任编辑 解学星]