

复方芪麻胶囊 UPLC 指纹图谱建立和同时测定 8 种成分研究

孙冬梅^{1,2*}, 林晓燕^{3#}, 江洁怡^{1,2}, 毕晓黎^{1,2}, 陈 雪³, 陈秋谷³, 刘梦云³

1. 广东省第二中医院(广东省中医药工程技术研究院), 广东 广州 510095

2. 广东省中医药研究开发重点实验室, 广东 广州 510095

3. 广州中医药大学, 广东 广州 510405

摘要: 目的 建立复方芪麻胶囊(CQC)的UPLC指纹图谱,并同时测定指标成分天麻素、5-羟甲基糠醛(5-HF)、毛蕊异黄酮-7-*O*- β -D-葡萄糖苷(CG)、野漆树苷、柚皮苷、芒柄花素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷(FG)、毛蕊异黄酮、芒柄花素的量,为评价CQC质量提供依据。方法 分析采用Agilent Eclipse C₁₈柱(100 mm×4.6 mm, 3.5 μ m),以乙腈-0.05%磷酸水溶液梯度洗脱,体积流量0.3 mL/min,柱温25 $^{\circ}$ C,检测波长为265 nm。结果 得到分离度和重现性良好的CQC UPLC指纹图谱,相似度在0.98以上,标示出22个共有峰;8种成分中天麻素在5.976~29.880 μ g/mL、5-HF在10.596~52.980 μ g/mL、CG在2.697~13.485 μ g/mL、野漆树苷在2.262~11.309 μ g/mL、柚皮苷在40.768~203.840 μ g/mL、FG在5.825~29.126 μ g/mL、毛蕊异黄酮在0.372~1.858 μ g/mL、芒柄花素在1.888~9.440 μ g/mL线性关系良好, r 均>0.999 9,加样回收率分别为1.04%、1.30%、1.81%、1.41%、1.29%、1.01%、1.48%、1.29%。10批样品中天麻素量在2.883~3.491 mg/g,5-HF量在1.710~3.791 mg/g,CG量在0.107~0.286 mg/g,野漆树苷量在0.157~0.346 mg/g,柚皮苷量在8.853~10.726 mg/g,FG量在0.282~0.692 mg/g,毛蕊异黄酮量在0.097~0.135 mg/g,芒柄花素量在0.041~0.063 mg/g。结论 同时对CQC UPLC指纹图谱和8个指标成分进行分析,方法快速、简便、准确,可以作为有效评价该制剂质量的方法。

关键词: 复方芪麻胶囊; UPLC; 指纹图谱; 多成分测定; 天麻素; 5-羟甲基糠醛; 毛蕊异黄酮-7-*O*- β -D-葡萄糖苷; 野漆树苷; 柚皮苷; 芒柄花素-7-*O*- β -D-葡萄糖苷; 毛蕊异黄酮; 芒柄花素

中图分类号: R286.02 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)23-4186-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.23.012

Fingerprint and eight constituents quantitative determination for Compound Qima Capsule by UPLC

SUN Dong-mei^{1,2}, LIN Xiao-yan³, JIANG Jie-yi^{1,2}, BI Xiao-li^{1,2}, CHEN Xue³, CHEN Qiu-gu³, LIU Meng-yun³

1. Guangdong NO.2 TCM Hospital (Guangdong Province Engineering Technology Research Institute of TCM), Guangzhou 510095, China

2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Research and Development in Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510095, China

3. Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, China

Abstract: Objective To establish a UPLC fingerprint of Compound Qima Capsule (CQC), to determine the eight contents in CQC (gastrodin, 5-hydroxymethylfurfural(5-HF), calycosin-7-*O*- β -D-glycoside(CG), rhoifolin, naringin, formononetin-7-*O*- β -D-glucoside (FG), calycosin, and formononetin), and to provide the basis for the evaluation of CQC. **Methods** The Agilent Eclipse C₁₈ (100 mm × 4.6 mm, 3.5 μ m) column was used with a mobile phase of methyl acetonitrile-0.05% phosphoric acid gradient elution, the flow rate was 0.3 mL/min, the column temperature was 25 $^{\circ}$ C, and the detection wavelength was 265 nm. **Results** The fingerprint chromatography with good resolution and reproducibility included 22 mutual peaks, and the similarity was more than 0.98. Gastrodin, 5-HF, CG, rhoifolin, naringin, FG, calycosin, and formononetin were baseline separated with good linearity relationships between concentration and peak areas over the linear ranges, within 0.976—29.880, 10.596—52.980, 2.697—13.485, 2.262—11.309, 40.768—203.840, 5.825—29.126, 0.372—1.858, and 1.888—9.440 μ g/mL ($r > 0.999\ 9$), whose average recoveries were 1.04%, 1.30%, 1.81%, 1.41%, 1.29%,

收稿日期: 2016-07-15

基金项目: 广东省中医药局建设中医药强省课题“复方芪麻胶囊”(粤中医办函[2015]102号); 广东省科技计划项目(2013B04020040)

*通信作者 孙冬梅(1969—),女,博士生导师,教授,主要从事中药质量评价研究。E-mail: 1026866717@qq.com

#并列第一作者: 林晓燕(1991—),女,在读硕士,研究方向为中药质量评价研究。E-mail: lxy372@163.com

1.01%, 1.48%, and 1.29%. The contents of 10 batches of gastrodin, 5-HF, CG, rhoifolin, naringin, FG, calycosin, and formononetin were 2.883—3.491, 1.710—3.791, 0.107—0.286, 0.157—0.346, 8.853—10.726, 0.282—0.692, 0.097—0.135, and 0.041—0.063 mg/g, respectively. **Conclusion** The method is rapid, simple, and accurate, and can be used for the quality control of CQC.

Key words: Qima Capsule; UPLC; fingerprint; multi-components quantitative determination; gastrodin; 5-hydroxymethylfurfura; calycosin-7-*O*- β -*D*-glycoside; rhoifolin; naringin; formononetin-7-*O*- β -*D*-glucoside; calycosin; formononetin

复方芪麻胶囊(Compound Qima Capsule, CQC)由黄芪、天麻、茯苓、化橘红、泽泻、法半夏、川芎7味中药组成,具有健脾益气、化痰通络的功效,主要用于气虚痰浊型高血压的治疗^[1-6]。黄芪、天麻、茯苓、化橘红等7味都含有丰富的化学成分,并具有广泛的药理活性^[7-14]。

而目前对 CQC 的质量控制研究方面局限于薄层鉴别和 HPLC 定量测定^[15],为了更好地控制产品质量,保证临床疗效,需建立能够全面评价该制剂质量的方法。目前, UPLC 法因其分离效率高、样品量小、节省溶剂、节省时间等特点,越来越多地应用于中药复方制剂质量研究^[16-22]。本实验以 CQC 为研究对象,采用 UPLC 同时对 CQC 进行了指纹图谱研究和 8 个指标成分的定量测定,该方法可作为全面评价 CQC 质量的有效方法之一。

1 仪器与材料

Agilent 1290 超高效液相色谱仪, DAD 紫外检测器, 美国 Agilent 公司; Mettler TOLEDO 型电子分析天平, 瑞士 Mettler 公司; KQ5200DE 型数控超声波清洗器, 昆山市超声仪器有限公司; HH-8 数显恒温水浴锅, 上海梅香仪器有限公司; MilliPore Advantage A10 自动纯水机, 美国 MilliPore 公司。

对照品天麻素(批号 T-007-150421, HPLC 测定质量分数 $\geq 98\%$)、毛蕊异黄酮-7-*O*- β -*D*-葡萄糖苷(CG, 批号 M-020-150130, HPLC 测定质量分数 $\geq 98\%$)、毛蕊异黄酮(批号 M-021-150817, HPLC 测定质量分数 $\geq 98\%$)、芒柄花素-7-*O*- β -*D*-葡萄糖苷(FG, 批号 M-013-150807, HPLC 测定质量分数 $\geq 98\%$)、芒柄花素(批号 C-018-150728, HPLC 测定质量分数 $\geq 98\%$)、柚皮苷(批号 T-007-150421, HPLC 测定质量分数 $\geq 98\%$)、野漆树苷(批号 Y-106-150626, HPLC 测定质量分数 $\geq 98\%$)和 5-羟甲基糠醛(5-HF, 批号 Q-042-150731, HPLC 测定质量分数 $\geq 98\%$)均购于成都彼思特生物科技有限公司。乙腈(色谱纯)购自于美国默克公司, 水为屈臣氏蒸馏水, 其他试剂(分析纯)购自广州化学试剂厂。

10 批 CQC 由广东省第二中医院制剂室提供,

批号分别为 130401、130402、130403、141101、141102、150601、150602、160101、160102、160103。黄芪、天麻、茯苓、化橘红、泽泻、法半夏、川芎7味单味药材均购自广州康圣药业有限公司, 7 味原料药材均经广东省中医药工程技术研究院刘法锦教授鉴定为正品, 其中黄芪 *Astragali Radix* 来源于豆科黄芪属植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 的干燥根; 天麻 *Gastrodiae Rhizoma* 为兰科植物天麻 *Gastrodia elata* Bl. 的干燥块茎, 茯苓 *Poria* 为多孔菌科茯苓属真菌茯苓 *Poria cocos* (Schw.) Wolf. 的干燥菌核, 法半夏 *Pinelliae Rhizoma Praeparatum* 为天南星科半夏属植物半夏 *Pinellia ternate* (Thunb.) Breit. 的干燥块茎的炮制加工品, 化橘红 *Citri Grandis Exocarpium* 为芸香科柑橘属植物化州柚 *Citrus grandis* 'Tomentosa' 的未成熟或近成熟的干燥外层果皮, 泽泻 *Alismatis Rhizoma* 为泽泻科泽泻属植物泽泻 *Alisma orientalis* (Sam.) Juzep. 的干燥块茎, 川芎 *Chuanxiong Rhizoma* 为伞形科植物川芎 *Ligusticum chuanxiong* Hort. 的干燥根茎。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱为 Agilent Eclipse C₁₈ 柱(100 mm $\times$ 4.6 mm, 3.5 μ m); 流动相为乙腈-0.05%磷酸水溶液, 梯度洗脱: 0~16 min, 3%~30%乙腈; 16~18 min, 30%~45%乙腈; 18~26 min, 45%~52%乙腈; 26~28 min, 52%~100%乙腈; 28~30 min, 100%乙腈; 体积流量 0.3 mL/min; 检测波长 265 nm; 柱温 25 $^{\circ}$ C; 进样量 0.5 μ L。

2.2 溶液的制备

2.2.1 对照品溶液的制备 分别取天麻素、5-HF、CG、野漆树苷、柚皮苷、FG、毛蕊异黄酮、芒柄花素对照品适量, 精密称定, 加甲醇制成含天麻素 29.880 μ g/mL、CG 13.485 μ g/mL、毛蕊异黄酮 1.858 μ g/mL、FG 29.126 μ g/mL、芒柄花素 9.440 μ g/mL、柚皮苷 203.840 μ g/mL、野漆树苷 11.309 μ g/mL、5-HF 52.980 μ g/mL 的混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液的制备 取本品内容物 1.5 g, 过

4号筛,精密称定,置于100 mL锥形瓶内,加50%甲醇25 mL,超声(功率700 W,频率4 kHz)处理30 min,摇匀,过0.22 μ m滤膜,取续滤液,即得。

2.2.3 各单味药材溶液的配制 取黄芪、天麻、茯苓、化橘红、泽泻、法半夏、川芎7味药材粉末,分别按处方比例及制剂工艺制备,精密称定质量,置具塞锥形瓶中,按照“2.2.2”项下方法制备各单味药材供试品溶液。

2.3 CQC UPLC 指纹图谱研究

2.3.1 CQC UPLC 色谱图建立 按“2.2.2”项下方法制备CQC样品溶液,在“2.1”项色谱条件下进行检测,记录色谱图,选择吸收信号较强、稳定性理想、重复性好、峰形明显的22个色谱峰作为特征峰,指纹图谱见图1,其中CG(14号峰)在本品指纹图谱中保留时间适中、分离较好、对照品易获得,因此选择其为本品指纹图谱参照物。

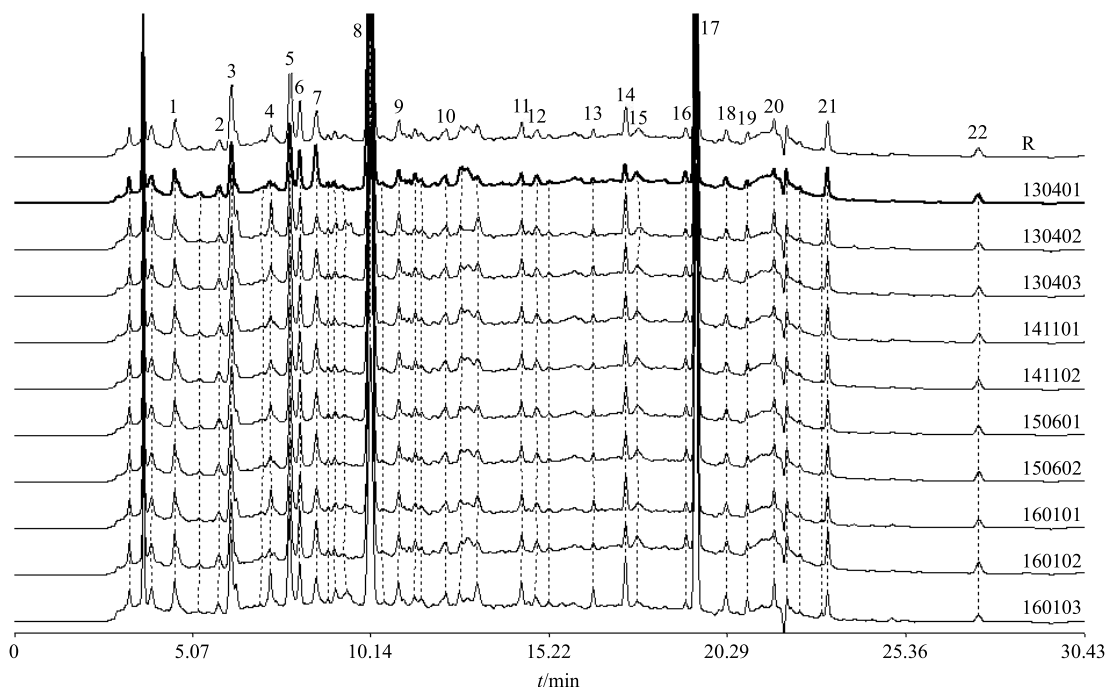


图1 10批CQC UPLC指纹图谱及对照指纹图谱(R)

Fig. 1 UPLC fingerprints and control fingerprint (R) for 10 batches of CQC

2.3.2 重复性试验 取同一供试品(批号130403),按照“2.2.2”项下条件制备供试品溶液,平行制备6份,按“2.1”项条件下测定,记录色谱图。6张谱图经国家药典委员会的《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》操作规范计算,相似度不小于0.998,各主要色谱峰相对保留时间及相对峰面积的RSD均小于3%,表明方法的重复性较好。

2.3.3 稳定性试验 取同一供试品(批号130403),按照“2.2.2”项条件下制备供试品溶液,分别于0、2、4、6、8、10、12 h注入液相色谱仪,按“2.1”项下色谱条件测定,记录色谱图。7张谱图经国家药典委员会的《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》操作规范计算,相似度不小于0.999,各主要色谱峰相对保留时间及相对峰面积的RSD均小于3%,表明方法的稳定性良好。

2.3.4 精密度试验 取同一供试品(批号130403),

按照“2.2.2”项条件下制备供试品溶液,溶液连续进样6针,按“2.1”项下色谱条件测定,记录色谱图。6张谱图经国家药典委员会的《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》操作规范计算,相似度不小于0.999,各主要色谱峰相对保留时间及相对峰面积的RSD均小于3%,表明方法的稳定性良好。

2.3.5 指纹图谱的建立与技术参数 根据10批CQC检测所得图谱标定22个共有峰,采用国家药典颁布的《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》2004年A版进行分析,采用多点校正后进行自动匹配(时间窗为0.1 min),用中位数法生成指纹图谱和对照指纹图谱,结果见图1。10批所测供试品色谱图与对照指纹图谱相似度分别为0.986、0.999、0.993、1.000、1.000、1.000、0.996、0.999、0.993、0.997。

2.3.6 指纹图谱中共有峰的归属与指认 按照“2.2.3”项制备的各味药材供试品溶液,再按“2.1”

项下色谱条件进样分析,通过保留时间和 DAD 紫外图谱对照分析,指纹图谱中标定的 22 个共有峰中 1、3、4、14、20~22 号峰来自黄芪药材,6、8、9、11、13 号峰来自天麻药材,16~19 号峰来自化橘红药材,5、8 号峰来自川芎药材,法半夏、泽泻、茯

苓对指纹图谱贡献不大。见图 2。通过与混合对照品图谱比对,其中 6 号峰为天麻素,8 号峰为 5-HF,14 号峰为 CG,16 号峰为野漆树苷,17 号峰为柚皮苷,20 号峰为 FG,21 号峰为毛蕊异黄酮,22 号峰为芒柄花素。

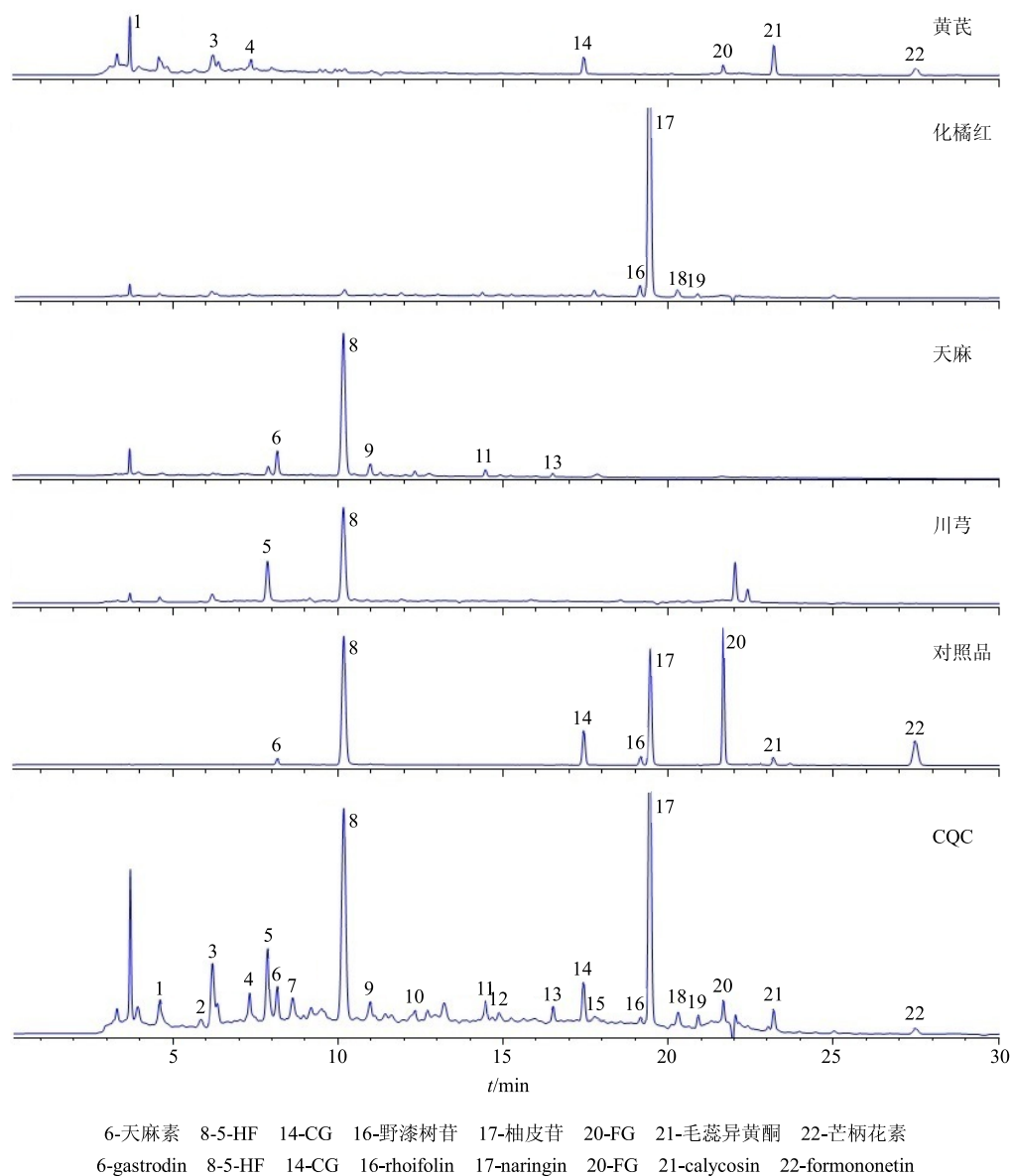


图 2 CQC 中各共有峰归属色谱图和对照品色谱峰

Fig. 2 HPLC of each common peak attribution in fingerprint of CQC and reference substance

2.4 定量测定

2.4.1 供试品溶液的制备 同“2.2.2”项供试品溶液的制备方法。

2.4.2 线性关系的考察 取混合对照品溶液,依次精密量取 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL 置 1 mL 量瓶内,加甲醇稀释至刻度,摇匀,分别精密吸取 1 μ L,注入液相色谱仪,测定,以进样质量浓度为横坐标

(X),峰面积为纵坐标(Y),绘制标准曲线,得回归方程分别为天麻素 $Y=0.609\ 4\ X-0.118\ 8$, $r=1.000\ 0$; 5-HF $Y=10.967\ 5\ X-11.989\ 4$, $r=0.999\ 9$; CG $Y=8.549\ 7\ X-1.462\ 2$, $r=1.000\ 0$; 野漆树苷 $Y=2.517\ 4\ X+0.059\ 0$, $r=1.000\ 0$; 柚皮苷 $Y=1.938\ 1\ X-0.414\ 9$, $r=1.000\ 0$; FG $Y=11.704\ 2\ X+2.554\ 2$, $r=1.000\ 0$; 毛蕊异黄酮 $Y=13.753\ 4\ X+$

2.571 9, $r=0.999\ 9$ 、芒柄花素 $Y=15.440\ 7\ X-1.440\ 1$, $r=1.000\ 0$ 。结果表明天麻素、5-HF、CG、野漆树苷、柚皮苷、FG、毛蕊异黄酮、芒柄花素分别在 5.976~29.880、10.596~52.980、2.697~13.485、2.262~11.309、40.768~203.840、5.825~29.126、0.372~1.858、1.888~9.440 $\mu\text{g/mL}$ 呈良好的线性关系。

2.4.3 精密度试验 取同一供试品(批号 130403),按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,连续进样 6 次,在“2.1”项下条件分别测定。结果天麻素、5-HF、CG、野漆树苷、柚皮苷、FG、毛蕊异黄酮、芒柄花素峰面积的 RSD 分别为 0.33%、0.09%、1.81%、1.27%、0.39%、1.12%、1.00%、0.24%,表明本方法精密度良好。

2.4.4 稳定性试验 取同一供试品(批号 130403),按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,分别于 0、2、4、6、8、12 h 注入液相色谱仪,在“2.1”项下条件分别测定。结果天麻素、5-HF、CG、野漆树苷、柚皮苷、FG、毛蕊异黄酮、芒柄花素峰面积的 RSD 分别为 1.32%、1.10%、1.62%、1.02%、0.75%、0.95%、1.58%、0.74%,表明供试品溶液中各成分在 12 h 内稳定性良好。

2.4.5 重复性试验 取同一供试品(批号 130403),按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,平行制备 6 份,在“2.1”项下条件分别测定。结果天麻素、5-HF、CG、野漆树苷、柚皮苷、FG、毛蕊异黄酮、芒柄花素质量分数的 RSD 分别为 1.57%、1.25%、1.58%、1.41%、1.13%、1.19%、1.74%、1.92%,表明本方法重复性良好。

2.4.6 加样回收率试验 取同一供试品(批号 130403),取约 0.75 g,精密称定 6 份,分别置 100 mL 量瓶中,精密加入以 50%甲醇配制的对照品溶液 25 mL,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.1”项色谱条件测定。结果天麻素、5-HF、CG、野漆树苷、柚皮苷、FG、毛蕊异黄酮、芒柄花素的加样回收率良好,分别为 99.55%、98.89%、98.61%、98.90%、98.60%、99.23%、96.96%、99.23%,RSD 分别为 1.04%、1.30%、1.81%、1.41%、1.29%、1.01%、1.48%、1.29%。

2.4.7 样品定量测定结果 取 10 批 CQC,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,并按“2.1”项下色谱条件进样分析,分别计算 8 种成分质量分数,结果见表 1。结果表明 10 批样品中天麻素量在 2.883~3.491 mg/g, 5-HF 量在 1.710~3.791 mg/g, CG 量在 0.107~0.286 mg/g, 野漆树苷量在 0.157~0.346 mg/g, 柚皮苷量在 8.853~10.726 mg/g, FG 量在 0.282~0.692 mg/g, 毛蕊异黄酮量在 0.097~0.135 mg/g, 芒柄花素量在 0.041~0.063 mg/g。

3 讨论

本实验在提取条件方面考察了超声和加热回流 2 种提取方法,结果表明 2 种提取方法无明显差异,故选择操作简便的超声提取,并对超声时间 15、30、45、60 min 进行了考察,结果表明超声 30 min 提取效率最高,已提取完全。考察了甲醇、50%甲醇、乙醇和稀乙醇(《中国药典》附录规定乙醇 529 mL→1000 mL,约 50%乙醇)、水作为提取溶剂,结果表明 50%甲醇提取完全,故选择 50%甲醇为提取溶剂。

本实验考察了 Agilent EC-C₁₈ (100 mm×2.1

表 1 样品定量测定结果 ($n=2$)

Table 1 Determination result of samples ($n=2$)

批号	质量分数/(mg·g ⁻¹)							
	天麻素	5-HF	CG	野漆树苷	柚皮苷	FG	毛蕊异黄酮	芒柄花素
130401	3.443	1.710	0.286	0.157	10.566	0.282	0.097	0.041
130403	3.855	3.791	0.154	0.346	9.477	0.692	0.135	0.063
130403	2.883	3.123	0.107	0.286	8.853	0.483	0.106	0.050
141101	3.480	3.206	0.167	0.273	10.475	0.588	0.118	0.054
141102	3.359	3.108	0.197	0.271	10.309	0.589	0.116	0.053
150601	3.443	3.322	0.177	0.279	10.654	0.566	0.121	0.055
150602	3.491	3.177	0.180	0.269	10.551	0.315	0.120	0.055
160101	3.479	2.957	0.201	0.257	10.726	0.619	0.121	0.054
160102	3.182	2.622	0.240	0.179	10.504	0.548	0.116	0.046
160103	3.198	3.400	0.115	0.300	9.607	0.547	0.114	0.054

mm, 4.0 μm), Agilent XDB-C₁₈ (100 mm $\times$ 2.1 mm, 1.8 μm), Agilent SB-C₁₈ (100 mm $\times$ 2.1 mm, 1.8 μm), Agilent Eclipse C₁₈ (100 mm $\times$ 4.6 mm, 3.5 μm) 4 种不同类型的色谱柱, 结果表明 Agilent Eclipse C₁₈ (100 mm $\times$ 4.6 mm, 3.5 μm) 色谱柱分离效果好、柱效高, 因此选用该色谱柱; 比较了乙腈-0.05% 甲酸水溶液, 乙腈-0.05% 乙酸水溶液和乙腈-0.05% 磷酸水溶液不同体系流动相, 结果表明选择乙腈-0.05% 磷酸水溶液作为流动相色峰峰形尖锐, 各峰之间分离度良好, 最终选择乙腈-0.05% 磷酸水溶液作为流动相; 比较了 20、25、30 $^{\circ}\text{C}$ 柱温对分离效果的影响, 结果表明 25 $^{\circ}\text{C}$ 时色谱峰的分离效果最好, 同时比较了体积流量为 0.2、0.3、0.4 mL/min 对分离效果的影响, 结果表明 0.3 mL/min 时色谱峰的分离效果最好, 因此确定柱温为 25 $^{\circ}\text{C}$, 体积流量为 0.3 mL/min; 通过 DAD 检测器在 190~400 nm 全扫描, 结果 265 nm 下色谱峰较多, 因此选择 265 nm 作为指纹图谱检测。

本实验建立的 CQC UPLC 指纹图谱, 对所得的 22 个共有峰进行了峰归属可知, CQC 的主要化学物质来源于黄芪、天麻、化橘红和川芎, 泽泻、茯苓和法半夏峰没有得到充分的体现, 分析原因可能为投入的量较少, 或者水提过程中被消耗或化学物质不稳定被分解。本实验建立了对 8 个成分进行同时测定的定量分析方法, 结果表明该制剂 10 批样品之间差异较小, 批次之间质量较稳定, 对全面控制中药复方制剂的质量具有指导意义, 同时也为含黄芪、天麻、化橘红、川芎的复方制剂的定量控制研究提供了参考。

参考文献

- [1] 张珍珍. 基于 PVAT/Adiponectin 探索复方芪麻胶囊对高血压血管损伤的影响 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.
- [2] 靳利利, 丁 达, 郭英普, 等. 复方芪麻胶囊治疗气虚痰浊型单纯收缩期高血压病 60 例临床观察 [J]. 广州中医药大学学报, 2010, 27(3): 217-221.
- [3] 李莹鸿. 复方芪麻胶囊对 H 型高血压患者临床疗效及瘦素的影响 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.
- [4] 吴永刚, 王清海, 靳利利, 等. 复方芪麻胶囊对气虚痰浊型高血压患者血管内皮损伤相关因子的影响 [J]. 辽宁中医杂志, 2016, 43(1): 86-88.
- [5] 史振羽. 复方芪麻胶囊对老年 ISH 患者动脉弹性的影响 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2014.
- [6] 甘海宁, 曾巧煌, 黄 琳, 等. 复方芪麻胶囊对肾性高血压大鼠血压及肾素-血管紧张素-醛固酮系统的影响 [J]. 中华中医药学刊, 2016, 34(7): 1746-1748.
- [7] 孙泽阳, 胡东鸣. 天麻及其活性成分药效作用的实验研究 [J]. 中国野生植物资源, 2012, 31(3): 1-7.
- [8] 胡朝嗽, 唐 霞, 肖 震, 等. 茯苓发酵液中蛋白质的电泳分离与质谱分析 [J]. 中草药, 2016, 47(13): 2269-2276.
- [9] 张 蕾, 高文远, 满淑丽. 黄芪中有效成分药理活性的研究进展 [J]. 中国中药杂志, 2012, 37(21): 3203-3207.
- [10] 徐煜彬, 徐志立, 李明玉, 等. 茯苓及其化学拆分组分学习记忆及镇静催眠的性味药理学研究 [J]. 中草药, 2014, 45(11): 1577-1584.
- [11] 金玉青, 洪远林, 李建蕊, 等. 川芎的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中药与临床, 2013(3): 44-48.
- [12] 程志红, 萧 伟, 王振中, 等. 泽泻调血脂活性成分及其药理和临床应用研究进展 [J]. 中草药, 2015, 46(22): 3420-3426.
- [13] 侯秀娟, 沈勇根, 徐明生, 等. 化橘红多糖的提取纯化及抗氧化活性研究 [J]. 中国酿造, 2012(9): 135-138.
- [14] 杨冰月, 李 敏, 施 佳, 等. 半夏及其炮制品姜半夏 HPLC 特征指纹图谱系统性研究 [J]. 中草药, 2014, 45(5): 652-658.
- [15] 周 蓉. 复方芪麻胶囊的药学研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.
- [16] 王露黔, 王 旭, 佟 玲, 等. 消渴清颗粒 UPLC-PDA-ELSD 指纹图谱的建立及 5 个主要成分的测定 [J]. 中草药, 2013, 44(24): 3482-3488.
- [17] 韦卓纯, 姚志红, 王其意, 等. UPLC 结合化学计量学方法的肿节风指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2015, 46(6): 895-900.
- [18] 吴红梅, 徐 峰, 刘李梅, 等. 康复新液 UPLC 指纹图谱研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(8): 59-62.
- [19] Zhang H B, Zhang T J, Xu J, *et al.* Rapid analysis and identification of absorbed components and their metabolites of Yuanhu Zhitong Dropping Pill in rat plasma and brain tissue using UPLC-Q-TOF/MS with multivariate statistical analysis [J]. *Chin Herb Med*, 2016, 8(2): 154-163.
- [20] 甘井山, 马 艳, 王宗艳, 等. 淫羊藿中化学成分的分析 [J]. 现代药物与临床, 2014, 29(4): 349-352.
- [21] 杨燕梅, 马晓辉, 卢有媛, 等. UPLC 法测定 7 种秦艽中 7 种指标成分的量 [J]. 中草药, 2016, 47(11): 1968-1973.
- [22] 魏文龙, 付 娟, 李文涛, 等. 基于 UPLC 方法的酒当归微波炮制工艺研究 [J]. 药物评价研究, 2014, 37(2): 150-154.