

清火栀麦胶囊 HPLC 特征图谱的建立和3种成分的测定

苏 建, 刘永利*

(河北省药品检验研究院, 河北 石家庄 050011)

摘要: 目的 建立清火栀麦胶囊(穿心莲、栀子)HPLC特征图谱, 并测定栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯的含有量。方法 分析采用C₁₈色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm); 乙腈-水为流动相, 梯度洗脱; 体积流量1 mL/min; 检测波长225 nm(穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯)、238 nm(栀子苷)。结果 清火栀麦胶囊HPLC特征图谱中有9个主要色谱峰。栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯分别在0.020~2.022 μg、0.016~6.431 μg、0.019~7.577 μg范围内线性关系良好, 平均回收率(n=9)分别为98.3% (RSD=1.8%)、97.2% (RSD=1.7%)、99.7% (RSD=2.4%)。结论 该方法准确可靠, 可用于清火栀麦胶囊的质量控制。

关键词: 清火栀麦胶囊; HPLC特征图谱; 栀子苷; 穿心莲内酯; 脱水穿心莲内酯

中图分类号: R927.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2016)04-0810-06

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2016.04.019

Establishment of the HPLC specific chromatogram of Qinghuo Zhimai Capsules and determination of three constituents

SU Jian, LIU Yong-li*

(Hebei Provincial Institute for Drug Control, Shijiazhuang 050011, China)

ABSTRACT: **AIM** To establish the HPLC specific chromatogram of Qinghuo Zhimai Capsules (*Andrographis paniculata* and *Gardenia jasminoides*) and to determine the contents of geniposide, andrographolide and dehydroandrographolide. **METHODS** The analysis was performed on C₁₈ column (250 mm×4.6 mm, 5 μm), mobile phase was acetonitrile-water in a gradient elution manner at a flow rate of 1 mL/min, and detection wavelengths were set at 225 nm for andrographolide and dehydroandrographolide, and 238 nm for geniposide. **RESULTS** There were nine main chromatographic peaks in the HPLC specific chromatogram of Qinghuo Zhimai Capsules. Geniposide, andrographolide and dehydroandrographolide showed good linear relationships within the ranges of 0.020~2.022 μg, 0.016~6.431 μg and 0.019~7.577 μg, whose average recoveries (n=9) were 98.3%, 97.2% and 99.7% with the RSDs of 1.8%, 1.7% and 2.4%, respectively. **CONCLUSION** This method is accurate and stable, which can be used for the quality control of Qinghuo Zhimai Capsules.

KEY WORDS: Qinghuo Zhimai Capsules; HPLC specific chromatogram; geniposide; andrographolide; dehydroandrographolide

清火栀麦胶囊具有清热解毒, 凉血消肿的功效, 用于肺胃热盛所致的咽喉肿痛、发热、牙痛、目赤, 由穿心莲、栀子、麦冬3味药组成。其中, 穿心莲为爵床科穿心莲属植物, 主要成分为二萜类的穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯^[1,3]; 栀子为茜草

科植物, 主要成分为环烯醚萜苷类的栀子苷、去羟栀子苷等^[4]; 麦冬为百合科植物, 主要成分有甾体皂苷类的麦冬皂苷^[5]。清火栀麦胶囊收载于《卫生部药品标准》中药成方制剂第16册, 但检验项目单一, 不能有效控制其质量。目前, 对该药

收稿日期: 2015-12-02

基金项目: 河北省中医药管理局科技计划项目(2014182)

作者简介: 苏 建(1980—), 男, 硕士, 主管药师, 从事药品质量控制研究。Tel: (0311) 85212007, E-mail: sunnyjean@126.com

*通信作者: 刘永利(1973—), 男, 硕士, 主任药师, 从事药品质量控制研究。Tel: (0311) 85212007, E-mail: liuyongli2008@126.com

物的研究主要集中于栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯的单一含有量测定^[6-9]。中药指纹图谱及特征图谱是基于对中药物质群整体作用的认识,借助色谱技术获得其化学成分的色谱图,是鉴别中药真实性、评价质量一致性和产品稳定性的可行模式,具有信息量大、特征性强、整体性和模糊性等特点,能更加全面地展示中成药质量^[10]。本实验建立了清火栀麦胶囊 HPLC 特征图谱,研究其中特征峰的归属,并同时测定栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯 3 种成分的含有量,为该药物的研究提供了新的思路。

1 仪器和材料

1.1 仪器 Agilent 1260 高效液相色谱仪,包括二极管阵列检测器、Ezchrom 色谱工作站; AE163 电子天平(瑞士 Mettler-Toledo 公司); MILLI-Q 超纯水仪; 超声仪(昆山超声仪器有限公司)。

1.2 材料与试剂 栀子(批号 120986-200504)、穿心莲(批号 121082-200403)对照药材。栀子苷(批号 110749-201115)、穿心莲内酯(批号 110797-201108)、脱水穿心莲内酯(批号 110854-201007)对照品均由中国食品药品检定研究院提供。栀子、穿心莲药材为市场收集,各 8 批,经河北省药品检验研究院段吉平主任药师鉴定。清火栀麦胶囊样品,共 10 批。乙腈为色谱纯(德国 Merck 公司);水为超纯水。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 C_{18} 色谱柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μ m);乙腈为流动相 A,水为流动相 B,梯度洗脱(0~15 min, 10%→18% A; 15~20 min, 18%→28% A; 20~60 min, 28%→40% A);体积流量 1 mL/min;柱温 30 °C;检测波长^[11]225 nm(穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯)、238 nm(栀子苷)。

2.2 溶液的制备

2.2.1 对照品溶液的制备 精密称取栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯对照品适量,加甲醇制成每 1 mL 含栀子苷 30 μ g、穿心莲内酯与脱水穿心莲内酯各 20 μ g 的溶液,即得。

2.2.2 对照药材溶液的制备 称取栀子 0.1 g、穿心莲 0.5 g,分别置于 50 mL 量瓶中,加 70% 甲醇,超声(功率 250 W、频率 40 kHz)处理 30 min,放冷,加 70% 甲醇至刻度,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

2.2.3 供试品溶液的制备 取样品内容物适量,混匀,研细,精密称取 0.3 g,置于 50 mL 量瓶中,

加 70% 甲醇 40 mL,超声处理 30 min,放冷,加 70% 甲醇至刻度,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

2.2.4 药材溶液的制备 分别称取栀子 0.1 g、穿心莲 0.5 g,按“2.2.2”项下方法分别制备药材溶液。

2.3 特征图谱

2.3.1 清火栀麦胶囊 HPLC 色谱图 按“2.2.3”项下方法制备样品溶液,在“2.1”项条件下进行检测,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 9 个色谱峰作为特征峰,见图 1。

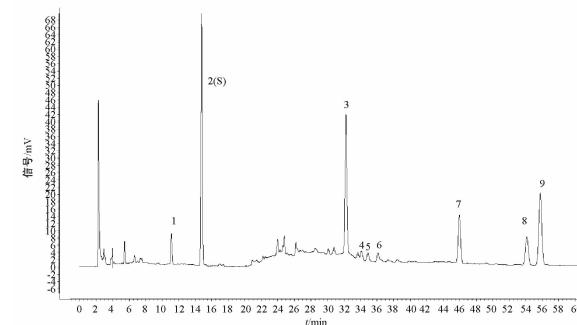


图 1 清火栀麦胶囊 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatogram of Qinghuo Zhimai Capsules

2.3.2 方法学考察

2.3.2.1 专属性试验 按处方比例,分别制备除穿心莲与栀子的阴性对照样品,按“2.2.3”项下方法制备阴性对照溶液,在“2.1”项条件下进行检测,记录色谱图。结果,在与对照药材色谱图相应特征峰的保留时间处无色谱峰,说明各药味特征峰之间互不干扰。

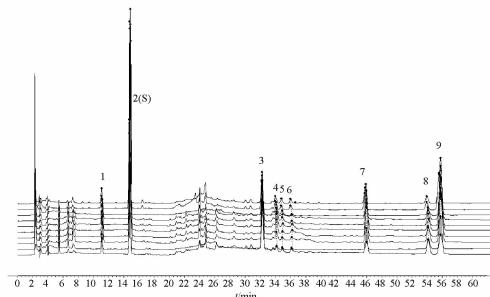
2.3.2.2 重复性试验 取同一批样品 6 份,按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项条件下测定 6 次,发现图谱的相似度均为 0.9 以上,然后记录特征峰保留时间,结果 9 个特征峰色谱的分离度均良好,保留时间 RSD 为 0.1%~0.7%。由此可知,该方法重复性良好,符合特征图谱的要求。

2.3.2.3 稳定性试验 取同一供试品溶液,于 0 h 开始进行测定,每间隔一定时间再测定 1 次,记录 24 h 样品色谱图。结果,出现 9 个特征峰,而且分离度良好,不同时间进样的供试品色谱峰相似度均在 0.9 以上,保留时间 RSD 为 0.6%~1.8%,表明供试品溶液至少在 24 h 内稳定。

2.3.2.4 精密度试验 取同一供试品溶液,在

“2.1”项条件下进行检测，连续进样6次，记录色谱图。结果，供试品色谱的相似度均为0.9以上，各特征峰保留时间RSD为0.4%~1.5%，表明仪器精密度良好。

2.3.2.5 对照特征图谱的建立 取10批样品，按“2.2.3”项下方法制备样品溶液，并在“2.1”项条件下进行检测，采集60 min色谱图，去除保留时间小于6 min，以及因流动相梯度变化而出现的不规则色谱峰，发现有9个峰（包含S峰在内）为各批供试品共有，并且符合特征图谱方法考查的要求，因此确定为共有峰，其中栀子苷峰最大，故作为S峰。然后，将10批色谱图导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统（图2），并形成标准图谱（图3），发现10批样品图谱的相似度均在0.9以上，见表1。



2 (S). 栀子苷 3. 穿心莲内酯 9. 脱水穿心莲内酯
2 (S). geniposide 3. andrographolide 9. dehydroandrographolide

图2 10批样品的特征图谱

Fig. 2 Specific chromatogram of ten batches of samples

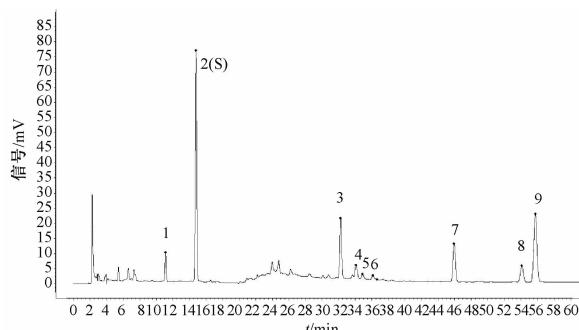


图3 清火栀麦胶囊标准图谱

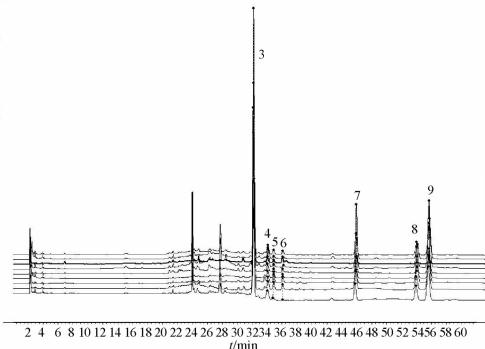
Fig. 3 Standard chromatogram of Qinghuo Zhimai Capsules

表1 10批样品特征图谱的相似度

Tab. 1 Similarities of specific chromatogram of ten batches of samples

样品	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
相似度	0.963	0.911	0.988	0.994	0.996	0.997	0.998	0.983	0.976	0.994

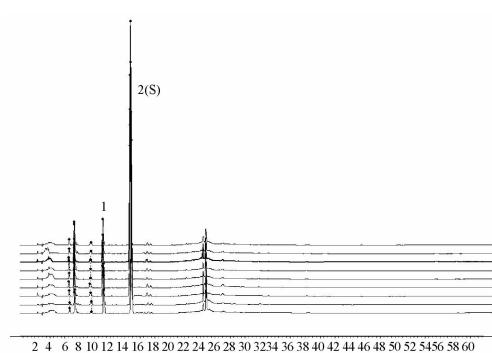
2.3.2.6 特征峰的归属分析 分别取穿心莲、栀子对照药材，按“2.2.2”项下方法制备对照药材溶液，在“2.1”项条件下进行测定，采集60 min色谱图。再取收集到的穿心莲、栀子药材，按“2.2.4”项下方法制备药材溶液，在“2.1”项条件下进行测定，采集60 min色谱图，导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统（图4、图5），发现相似度均在0.9以上。然后，将药材色谱图与对照药材色谱图进行比较，发现均具有相应的特征峰。通过与特征图谱比对，确认1、2（S）号色谱峰为栀子特征峰，3~9号为穿心莲特征峰；通过与对照品色谱比对，确认2（S）号为栀子苷，3号为穿心莲内酯，9号为脱水穿心莲内酯。



3. 穿心莲内酯 9. 脱水穿心莲内酯
3. andrographolide 9. dehydroandrographolide

图4 穿心莲 HPLC 特征图谱

Fig. 4 HPLC specific chromatogram of *Andrographis paniculata*



2 (S). 栀子苷
2 (S). geniposide

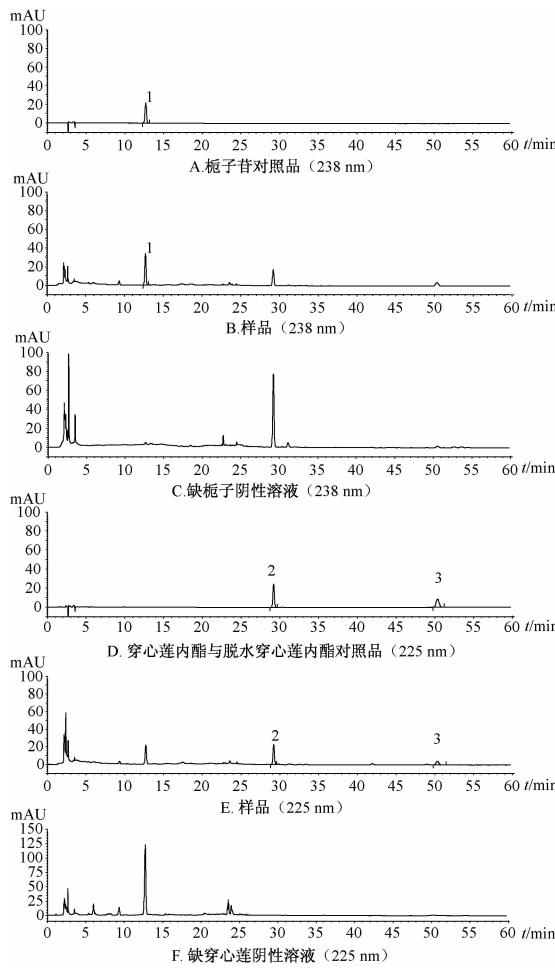
图5 栀子 HPLC 特征图谱

Fig. 5 HPLC specific chromatogram of *Garodia jasminoides*

2.4 含有量测定

2.4.1 专属性试验 按处方比例，分别制备除穿

心莲与栀子的阴性对照样品,按“2.2.3”项下方法制成阴性对照溶液,在“2.1”项条件下测定。结果,在与对照品色谱峰相应的位置处无色谱峰出现,说明其他药味不干扰测定,方法专属性符合要求,见图6。



1. 栀子苷 2. 穿心莲内酯 3. 脱水穿心莲内酯
1. geniposide 2. andrographolide 3. dehydroandrographolide

图6 HPLC色谱图

Fig. 6 HPLC chromatograms

2.4.2 线性关系考察 精密吸取栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯对照品溶液适量,注入HPLC色谱仪,记录峰面积,以进样量(μg)为横坐标(x),峰面积为纵坐标(y)绘制标准曲线。结果,栀子苷在 $0.020\sim2.022\mu\text{g}$ 范围内呈良好的线性关系,回归方程为 $y=3.0\times10^6x+8.8\times10^3$, $r=0.9999$;穿心莲内酯在 $0.016\sim6.431\mu\text{g}$ 范围内呈良好的线性关系,回归方程为 $y=4.3\times10^6x+5.4\times10^4$, $r=0.9998$;脱水穿心莲内酯在 $0.019\sim7.577\mu\text{g}$ 范围内呈良好的线性关系,回归方程为 $y=2.6\times10^6x-2.7\times10^4$, $r=0.9999$ 。

2.4.3 重复性试验 取样品9份,取样量分别为 0.15 、 0.3 、 0.45 g ,各3份,按“2.2.3”项下方法制备样品溶液,在“2.1”项条件下分别测定。结果,栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯含有量RSD分别为 1.5% 、 1.5% 、 1.9% ,表明该方法重复性良好。

2.4.4 稳定性试验 取同一供试品溶液,于 0 h 开始在“2.1”项条件下进行测定,每间隔一定时间再测定1次,记录 24 h 峰面积。结果,栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯峰面积RSD分别为 0.7% 、 0.7% 、 0.6% ,表明供试品溶液至少在 24 h 内稳定。

2.4.5 加样回收试验 精密称取含有量已知的样品 0.15 g ,共9份,分别置于 50 mL 量瓶中,精密加入以 70% 甲醇配制的不同质量浓度的对照品溶液各 40 mL ,平行3份,按“2.2.3”项下方法制备样品溶液,在“2.1”项条件下测定。结果,栀子苷、穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯的回收率良好,见表2~4。

表2 栀子苷回收率

Tab. 2 Recoveries of geniposide

原有量/ mg	加入量/ mg	测得量/ mg	回收率/ %	平均回收率/ %	RSD/ %
1.520 0	1.026 0	2.516 8	97.2		
1.543 3	1.026 0	2.551 4	98.3		
1.566 6	1.026 0	2.579 3	98.7		
1.580 1	1.539 0	3.122 1	100.2		
1.607 3	1.539 0	3.077 9	95.6	98.3	1.8
1.603 4	1.539 0	3.075 5	95.7		
1.631 5	2.052 0	3.668 9	99.3		
1.644 2	2.052 0	3.685 3	99.5		
1.564 6	2.052 0	3.616 4	100.0		

表3 穿心莲内酯回收率

Tab. 3 Recoveries of andrographolide

原有量/ mg	加入量/ mg	测得量/ mg	回收率/ %	平均回收率/ %	RSD/ %
0.713 9	0.481 8	1.180 4	96.8		
0.727 7	0.481 8	1.196 0	97.2		
0.714 4	0.481 8	1.185 7	97.8		
0.724 2	0.722 6	1.426 4	97.2		
0.736 0	0.722 6	1.435 5	96.8	97.2	1.7
0.743 3	0.722 6	1.436 3	95.9		
0.739 4	0.963 5	1.713 5	101.1		
0.766 4	0.963 5	1.691 3	96.0		
0.741 4	0.963 5	1.666 4	96.0		

2.4.6 样品含有量测定 取10批样品,按“2.2.3”项下方法制备样品溶液,在“2.1”项条件下测定含有量,结果见表5。

表4 穿心莲内酯回收率

Tab. 4 Recoveries of dehydroandrographolide

原有量/ mg	加入量/ mg	测得量/ mg	回收率/ %	平均回收率/ %	RSD/ %
0.408 0	0.244 1	0.658 8	102.7		
0.415 8	0.244 1	0.659 3	99.8		
0.408 2	0.244 1	0.661 6	103.8		
0.413 8	0.390 6	0.794 5	97.5		
0.420 6	0.390 6	0.806 2	98.7	99.7	2.4
0.424 8	0.390 6	0.811 8	99.1		
0.422 5	0.488 2	0.914 3	100.7		
0.437 9	0.488 2	0.915 5	97.8		
0.423 6	0.488 2	0.896 8	96.9		

表5 含有量测定结果

Tab. 5 Results of content determination

编号	梔子苷/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	穿心莲内酯 + 脱水穿心莲 内酯/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
1	10.4	8.0
2	11.9	8.4
3	12.8	8.0
4	10.8	9.2
5	9.7	7.7
6	13.9	6.4
7	14.4	6.4
8	14.7	7.1
9	16.0	6.8
10	14.8	7.2

3 讨论

中药特征图谱技术是目前公认的鉴别中药品种和评价中药质量的有效手段, 其所特有的“综合、宏观、模糊”特性更适应中医传统理论的需要^[12], 可较充分地体现出中药复杂混合体系中各种化学成分分布的整体状况。本实验样品中均具有9个共有特征峰, 其中梔子苷峰最大, 故作为S峰, 而穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯为穿心莲特征峰。结果, 不同样品的特征图谱有所差异, 但均具有选定的9个特征峰, 而且其相似度均大于0.9。由于药材中的化学成分为在自然界产生的代谢物质, 其含有量高低受产地、气候、采收季节等因素的影响而有所不同, 对于成药而言, 影响因素还有生产过程的控制、运输及储存等。实验显示, 样品中理化成分的种类相对稳定, 但其含有量受多种因素的影响, 从而存在一定的差异。

本实验建立的特征图谱可对样品中的梔子、穿心莲进行特征识别, 测定方法可对穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯和梔子苷的含有量进行分析, 能分别从定性与定量两个方面对清火梔麦胶囊的质量进行

控制。

为使含有量测定结果更加精确, 减少误差, 并简化操作, 穿心莲内酯和梔子苷分别在各自的最大吸收波长处(225、238 nm)测定。在特征图谱的建立中, 为得到尽可能多的色谱峰, 并且标记峰(S峰)更为突出, 故选择在梔子苷的最大吸收波长(238 nm)处进行测量。

由于麦冬中的特征性皂苷类成分(如麦冬皂苷D)无紫外吸收, 故一般用蒸发光散射检测器进行检测^[13], 因此, 在建立的特征图谱中无麦冬特征峰。

同时, 比较了50%、70%、100%甲醇、50%、100%乙醇等提取溶剂, 浸泡过夜、加热回流和超声提取3种提取方式以及不同提取时间对样品提取效果的影响。结果表明, 以70%甲醇为提取溶剂、超声提取30 min时得到的色谱峰数目较多, 而且定量成分含有量高, 分离效果较好。

另外, 还考察了不同色谱柱、不同品牌高效液相色谱仪、柱温及流速的耐用性, 发现各项条件的微小变化下, 色谱峰分离情况均较好, 样品色谱图均能显示9个特征峰, 表明该方法耐用性较好。

参考文献:

- [1] 王国才, 胡永美, 张晓琦, 等. 穿心莲的化学成分[J]. 中国药科大学学报, 2005, 36(5): 405-407.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2010年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 251-252.
- [3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典临床用药须知: 中药成方制剂卷[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 864-865.
- [4] 孟祥乐, 李红伟, 李 颜, 等. 梔子化学成分及其药理作用研究进展[J]. 中国新药杂志, 2011, 20(11): 959-967.
- [5] 程志红, 吴 骞, 李林洲, 等. 中药麦冬脂溶性化学成分的研究[J]. 中国药学杂志, 2005, 40(5): 337-341.
- [6] 韩凤梅, 杨文清, 陈 勇. 穿心莲药材高效液相色谱指纹图谱研究及其应用[J]. 分析科学学报, 2008, 24(3): 335-337.
- [7] 李军依. 清火梔麦胶囊中穿心莲内酯、脱水穿心莲内酯的含量测定[J]. 中国药业, 2008, 17(12): 39-40.
- [8] 展雪峰, 张翠萍. RP-HPLC法测定清火梔麦胶囊中梔子苷的含量[J]. 中国中医药信息杂志, 2005, 12(6): 42-43.
- [9] 周国儿, 李 彬. HPLC法测定清火梔麦胶囊中脱水穿心莲内酯[J]. 中草药, 2006, 37(8): 1186-1187.
- [10] 李 强, 杜思邈, 张忠亮, 等. 中药指纹图谱技术进展及未来发展方向展望[J]. 中草药, 2013, 44(22): 3095-3104.
- [11] 蓝晓玉, 林 华. HPLC法同时测定清火梔麦片中3种有

- 效成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2011, 31 (2): 228-230.
- [12] 谢培山. 中药制剂色谱指纹图谱(图像)鉴别 [J]. 中成药, 2000, 22(6): 391-395.
- [13] 吴 哲, 余伯阳, 程志红, 等. HPLC-ELSD 法测定湖北麦冬中主要皂苷的含量 [J]. 中草药, 2000, 31 (3): 175-177.

复方附子口服液质量标准的研究

徐小芳¹, 陈文婷^{2#}, 刘敏¹, 朱春黎¹, 康园超¹, 王新宏², 安徽^{2*}

(1. 上海市第二人民医院药剂科, 上海 200011; 2. 上海中医药大学, 上海 201203)

摘要: 目的 建立复方附子口服液(黄芪、盐附子、党参和麦冬)的质量标准。方法 TLC 法定性鉴别黄芪、盐附子、党参和麦冬, HPLC-CAD 法测定黄芪甲苷和麦冬皂苷 D 的含量。结果 在 TLC 色谱图中, 4 种药材的斑点清晰, 分离度好, 阴性无干扰。黄芪甲苷在 0.670 ~ 6.70 μg 的线性范围内线性关系良好 ($r = 0.9998$), 加样回收率为 97.56% ($\text{RSD} = 1.6\%$); 麦冬皂苷 D 在 0.1388 ~ 1.388 μg 的线性范围内线性关系良好 ($r = 0.9997$), 加样回收率为 96.79% ($\text{RSD} = 1.9\%$)。结论 该方法准确可靠, 专属性好, 可用于复方附子口服液的质量控制。

关键词: 复方附子口服液; 黄芪; 盐附子; 党参; 麦冬; 黄芪甲苷; 麦冬皂苷 D; TLC; HPLC-CAD

中图分类号: R927.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2016)04-0815-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2016.04.020

Quality standard for Compound Aconite Oral Solution

XU Xiao-fang¹, CHEN Wen-ting^{2#}, LIU Min¹, ZHU Chun-li¹, KANG Yuan-chao¹, WANG Xin-hong², AN Rui^{2*}

(1. Department of Pharmacy, Shanghai Second People's Hospital, Shanghai 200011, China; 2. Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China)

ABSTRACT: AIM To establish a quality standard for Compound Aconite Oral Solution (*Astragalus Radix*, salted aconite lateral root, *Codonopsis Radix* and *Ophiopogonis Radix*). **METHODS** TLC was used for the qualitative identification of *Astragalus Radix*, salted aconite lateral root, *Codonopsis Radix* and *Ophiopogonis Radix*. HPLC-CAD was applied to determining the contents of astragaloside and ophiopogonin D. **RESULTS** The TLC spots of four medicinal materials were clear and well separated without the interference of negative samples. The linear relationship of astragaloside was good within the range of 0.670 ~ 6.70 μg ($r = 0.9998$), whose recovery rate was 97.56% ($\text{RSD} = 1.6\%$). Ophiopogonin D displayed a good linear relationship within the range of 0.1388 ~ 1.388 μg ($r = 0.9997$), whose recovery rate was 96.79% ($\text{RSD} = 1.9\%$). **CONCLUSION** This method is accurate and reliable with strong specificity, which can be used for the quality control of Compound Aconite Oral Solution.

KEY WORDS: Compound Aconite Oral Solution; *Astragalus Radix*; salted aconite lateral root; *Codonopsis Radix*; *Ophiopogonis Radix*; astragaloside; ophiopogonin D; TLC; HPLC-CAD

收稿日期: 2015-10-30

基金项目: 上海市黄浦区科学技术委员会 2013 年黄浦区卫生系统科研项目 (HKW201313)

作者简介: 徐小芳 (1971—), 女, 副主任药师, 从事药物分析与体内过程研究。Tel: (021) 33765997, E-mail: sheyyf2012@163.com

[#]共同第一作者: 陈文婷 (1992—), 女, 硕士生, 从事药物分析与体内过程研究。Tel: 18817385705, E-mail: 360765437@qq.com

*通信作者: 安徽 (1973—), 女, 博士, 副教授, 从事药物分析与体内过程研究。Tel: (021) 51322183, E-mail: anruimw@126.com