

基于 HPLC 指纹图谱和含量测定控制木香顺气丸质量

戴悦, 姜鹏*, 詹常森

(上海和黄药业有限公司, 上海中药固体制剂创新工程技术研究中心, 上海 201401)

摘要: 目的 控制木香顺气丸质量。方法 建立 HPLC 指纹图谱, 测定柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、和厚朴酚、木香烃内酯、去氢木香烃内酯、厚朴酚、苍术素的含量, 再进行主成分分析、正交偏最小二乘判别分析。结果 20 批样品指纹图谱中有 14 个共有峰, 相似度均大于 0.99。9 种成分在各自范围内线性关系良好 ($R^2 > 0.99$), 平均加样回收率 96.44%~103.49%, RSD 1.44%~2.93%。影响制剂质量稳定的关键药效成分为木香烃内酯、去氢木香内酯和橙皮苷。结论 该方法准确可靠, 可为有效控制木香顺气丸质量提供依据。

关键词: 木香顺气丸; 质量控制; HPLC 指纹图谱; 含量测定; 主成分分析; 正交偏最小二乘判别分析

中图分类号: R927.2

文献标志码: B

文章编号: 1001-1528(2025)09-3048-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2025.09.034

木香顺气丸功效行气化湿、健脾和胃^[1], 方中木香、香附疏肝理气、和胃止痛, 共为君药; 厚朴、青皮行气散结、燥湿, 枳壳、槟榔、陈皮、砂仁行气导滞、化湿和中, 苍术燥湿健脾, 共为臣药; 生姜降气和胃, 为佐药; 甘草为使药^[2]。2020 年版《中国药典》一部中收载木香顺气丸^[3], 但仅对臣药厚朴中的和厚朴酚、厚朴酚含量进行测定。近年来, 对木香顺气丸的质量控制大多集中在木香内酯类^[4]、厚朴酚类^[5-6]、黄酮类^[5]、生物碱类^[7]含量检测, 未阐明影响制剂质量稳定性的关键药效物质成分及相关措施。因此, 本实验建立木香顺气丸 HPLC 指纹图谱, 测定柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、和厚朴酚、木香烃内酯、去氢木香烃内酯、厚朴酚、苍术素的含量, 并结合化学计量学^[8], 筛选影响制剂内在质量的关键药效物质基础, 以期为其质量控制提供参考。

1 材料

1.1 仪器 Agilent 1260 高效液相色谱仪, 配置 OpenLAB CDS 2.1 色谱工作站、G1312B 二元泵、G1322A 自动脱气装置、G7116A 柱温箱、G7115A DAD 检测器、G7129A 自动进样器 (美国 Agilent 公司); SB-5200DTD 超声波清洗机 (宁波新芝生物科技股份有限公司); AL204、XSR205 精密分析电子天平 (瑞士 Mettler-Toledo 公司); Milli-Q Advantage A10 超纯水系统 [密理博 (上海) 贸易有限公司]^[9]。

1.2 药物与试剂 木香 (批号 20210801、20210802、20220602、02000901、20230101)、香附 (批号 20210801、20210901、20220702、20220802、20220901)、砂仁 (批号 20210801、20210901、20220702、20220802、20220901)、青皮 (批号 20220701、20220801、20220802、20220901、20220902)、厚朴 (批号 20220301、20220601、20220701、

20220802、20230301)、苍术 (批号 20230101、20230102、20230103、20230104、20230105)、枳壳 (批号 20210401、20220302、20220401、20220402、20220501)、陈皮 (批号 20230101、20230102、20230103、202030104、20230105)、甘草 (批号 20220101、20220102、20220202、20230101、20230201) 药材分别购自山东上药中药饮片有限公司、上海德华国药制品有限公司、上海真仁堂药业有限公司、安徽德昌药业股份有限公司等, 并由其鉴定为正品; 20 批木香顺气丸 (编号 S1~S20) 为实验室自制。

橙皮苷 (批号 110721-202220, 纯度 97.2%)、柚皮苷 (批号 110722-202116, 纯度 93.5%)、新橙皮苷 (批号 111857-202305, 纯度 99.6%)、木香烃内酯 (批号 111524-202312, 纯度 99.6%)、和厚朴酚 (批号 110730-201905, 纯度 99.8%)、苍术素 (批号 111924-202207, 纯度 99.7%) 对照品 (中国食品药品检定研究院); 柚皮芸香苷 (批号 23081421, 纯度 98.0%)、去氢木香烃内酯 (批号 74299-48-2, 纯度 99.3%)、厚朴酚 (批号 528-43-8, 纯度 99.2%) 对照品 (上海诗丹德标准技术服务有限公司)。甲醇 (分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 乙腈、磷酸 (色谱纯, 美国 Tedia 公司); 水由 Milli-Q 超纯水仪制备。

2 方法与结果

2.1 HPLC 指纹图谱建立

2.1.1 色谱条件 沃特世 Xbridge BEH C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相乙腈 (A) -0.1% 磷酸 (B), 梯度洗脱 (0~5 min, 10% A; 5~20 min, 10%~20% A; 20~40 min, 20%~60% A; 40~60 min, 60% A; 60~65 min, 60%~90% A); 体积流量 1 mL/min; 柱温 25 °C; 检测波长 (0~24.5 min, 210 nm; 24.5~29 min, 270 nm, 29~65 min, 210 nm); 进样量 10 μL。

收稿日期: 2025-02-26

作者简介: 戴悦, 女, 硕士, 工程师, 从事中药质量标准研究。Tel: (021) 51322511—338, E-mail: daiyue@shpl.com.cn

* 通信作者: 姜鹏, 男, 博士, 高级工程师, 从事中药质量控制研究。Tel: (021) 51322511—350, E-mail: pjiang@shpl.com.cn

2.1.2 溶液制备

2.1.2.1 对照品溶液 精密称取柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、和厚朴酚、木香炔内酯、去氢木香炔内酯、厚朴酚、苍术素对照品适量，置于10 mL量瓶中，甲醇溶解并定容至刻度，摇匀，制成质量浓度分别为3.574 1、4.048 6、2.538 9、3.952 1、2.891 2、4.612 5、3.752 5、4.047 1、1.816 5 mg/mL的对照品母液。取对照品母液适量，置于10 mL量瓶中，加甲醇至刻度，制成各成分质量浓度分别为216.230 6、408.093 8、1 218.654 7、352.134 6、84.134 1、112.544 4、160.233 8、56.255 0、32.697 6 $\mu\text{g/mL}$ 的对照品溶液（A液），置于4 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱避光保存。取对照品溶液（A液）适量，甲醇稀释，制成各成分质量浓度分别为27.028 8、51.011 7、152.331 8、44.016 8、10.516 8、14.068 1、20.029 2、7.031 9、4.087 2 $\mu\text{g/mL}$ 的溶液，摇匀，0.45 μm 滤膜过滤，取续滤液，得到对照品溶液（B液）。

2.1.2.2 供试品溶液 取实验室自制的木香顺气丸适量，粉碎，精密称取0.25 g，加25 mL甲醇，称定质量，超声处理60 min，冷却，甲醇补足减失的质量，摇匀，过0.45 μm 滤膜，即得。

2.1.3 方法学考察

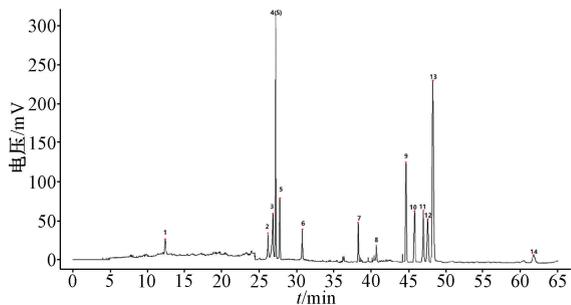
2.1.3.1 精密度试验 取本品（S1）适量，按“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下进样测定6次，以橙皮苷为参照峰，测得各共有峰相对保留时间RSD小于1.2%，相对峰面积RSD小于2.2%，表明仪器精密度良好。

2.1.3.2 重复性试验 取本品（S1）适量，按“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液6份，在“2.1.1”项色谱条件下进样测定，以橙皮苷为参照峰，测得各共有峰相对保留时间RSD小于1.0%，相对峰面积RSD小于2.1%，表明该方法的重复性较好。

2.1.3.3 稳定性试验 取本品（S1）适量，按“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液，于0、2、4、8、12、24、48 h在“2.1.1”项色谱条件下进样测定，以橙皮苷为参照峰，测得各共有峰相对保留时间RSD小于1.0%，相对峰面积RSD小于2.0%，表明溶液48 h内稳定性良好。

2.1.4 图谱生成 将20批木香顺气丸色谱图导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”（2009版），以S1为参照图谱，时间窗设置为0.10 min，经多点校正和Mark峰匹配，采用平均数法生成对照指纹图谱（图1）和各批样品指纹图谱（图2）。由于4号峰橙皮苷保留时间适中，响应值较高，故确定以峰4为参照峰S，发现有14个共有峰。

2.1.5 共有峰归属 与单味药材色谱峰及对照品进行比对，确定1号峰来源于槟榔；2号峰来源于陈皮、青皮、枳壳，鉴定为柚皮芸香苷；3号峰来源于陈皮、枳壳，鉴定为柚皮苷；4号峰来源于陈皮、青皮、枳壳，鉴定为橙皮苷；5号峰来源于枳壳，鉴定为新橙皮苷；6号峰来源于陈皮、青皮；7号峰源于陈皮、青皮、枳壳；8号峰来源于



2. 柚皮芸香苷 3. 柚皮苷 4. 橙皮苷 5. 新橙皮苷 9. 和厚朴酚 10. 木香炔内酯 11. 去木香炔内酯 13. 厚朴酚 14. 苍术素

图1 木香顺气丸对照指纹图谱

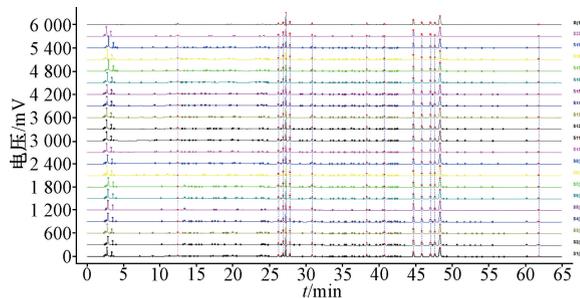
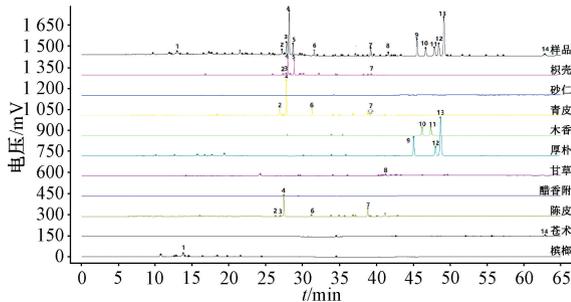


图2 20批木香顺气丸指纹图谱

甘草；9号峰来源于厚朴，鉴定为和厚朴酚；10和11号峰来源于木香，分别鉴定为木香炔内酯、去氢木香炔内酯；12号和13号峰来源于厚朴，鉴定13号峰为厚朴酚；14号峰来源于苍术，鉴定为苍术素，见图3。



2. 柚皮芸香苷 3. 柚皮苷 4. 橙皮苷 5. 新橙皮苷 9. 和厚朴酚 10. 木香炔内酯 11. 去木香炔内酯 13. 厚朴酚 14. 苍术素

图3 各成分色谱峰归属

2.1.6 相似度分析 结果显示，20批木香顺气丸指纹图谱相似度分别为0.999、0.998、0.999、0.998、0.992、0.999、0.999、0.997、0.999、0.999、0.999、0.997、0.997、0.997、0.998、0.999、0.998、0.999、0.990，均 ≥ 0.990 ，表明不同批次木香顺气丸整体质量较接近。

2.2 各成分含量测定

2.2.1 溶液制备

2.2.1.1 对照品溶液 同“2.1.2.1”项。

2.2.1.2 供试品溶液 同“2.1.2.2”项。

2.2.1.3 阴性样品溶液 按照木香顺气丸现行工艺制备缺陈皮、青皮和枳壳，缺厚朴、缺苍术、缺槟榔、缺甘草、缺木香、缺砂仁、缺香附的阴性样品，按“2.1.2.2”项下方法制备阴性样品溶液。

2.2.2 色谱条件 同“2.1.1”项。

2.2.3 方法学考察

2.2.3.1 专属性试验 取“2.2.1”项下溶液适量，在“2.1.1”项色谱条件下进样测定，结果见图4~5，可知各成分分离效果良好，该方法专属性良好。

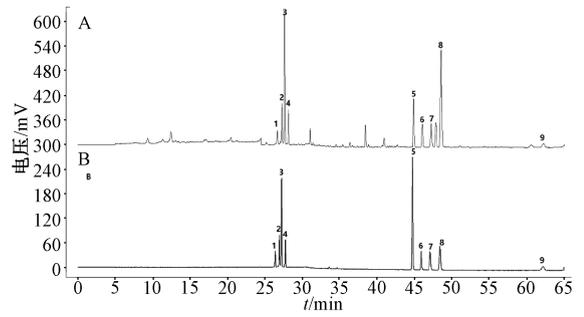
2.2.3.2 线性关系考察 精密吸取“2.1.2.1”项下对照品溶液（A液）适量，用甲醇进行倍数稀释，得到系列质量浓度溶液，在“2.1.1”项色谱条件下进样测定。以对照品质量浓度为横坐标（X），峰面积为纵坐标（Y）进行回归，以S/N=10时的对照品浓度为定量限，结果见表1，可知各成分在各自范围内线性关系良好。

2.2.3.3 精密度试验 取本品（S1）适量，按“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下连续进样测定6次，测得柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、和厚朴酚、木香烃内酯、去氢木香烃内酯、厚朴酚、苍术素峰面积RSD分别为2.22%、0.71%、0.86%、1.84%、1.15%、1.03%、1.22%、0.93%、2.03%，表明仪器精密度良好。

2.2.3.4 稳定性试验 取本品（S1）适量，按“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液，于0、2、4、8、12、24、48 h在“2.1.1”项色谱条件下进样测定，测得柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、和厚朴酚、木香烃内酯、去氢木香烃内酯、厚朴酚、苍术素峰面积RSD分别为1.41%、1.34%、1.37%、2.08%、1.19%、1.10%、1.57%、0.94%、2.35%，表明溶液在48 h内稳定性良好。

2.2.3.5 重复性试验 取本品（S1）适量，按“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液6份，在“2.1.1”项色谱条件下进样测定，测得柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、和厚朴酚、木香烃内酯、去氢木香烃内酯、厚朴酚、苍术素含量RSD分别为2.14%、1.28%、1.92%、2.04%、0.96%、1.01%、1.36%、1.25%、2.06%，表明该方法重复性良好。

2.2.3.6 加样回收率试验 精密称取各成分含量已知的木



2. 柚皮芸香苷 3. 柚皮苷 4. 橙皮苷 5. 新橙皮苷 9. 和厚朴酚
10. 木香烃内酯 11. 去氢木香烃内酯 13. 厚朴酚 14. 苍术素

注：A为供试品（S1），B为对照品。

图4 各成分HPLC色谱图

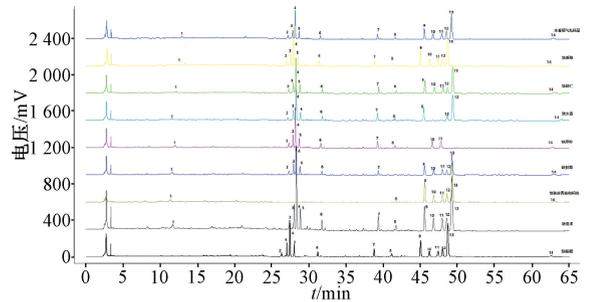


图5 木香顺气丸（S1）、阴性样品HPLC色谱图

表1 各成分线性关系

成分	回归方程	R ²	线性范围/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	定量限/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)
柚皮芸香苷	$Y=11.244X-44.801$	0.998 8	3.378 6~216.230 6	1.689 3
柚皮苷	$Y=11.948X-92.528$	0.998 9	6.376 5~408.093 8	3.188 2
橙皮苷	$Y=10.594X-187.19$	0.999 4	19.041 5~1 218.654 7	1.586 8
新橙皮苷	$Y=11.46X-70.72$	0.999 0	5.502 1~352.134 6	2.751 1
和厚朴酚	$Y=54.264X-90.518$	0.998 2	1.314 6~84.134 1	0.438 2
木香烃内酯	$Y=43.065X-76.78$	0.999 3	1.758 5~112.544 4	0.879 3
去氢木香烃内酯	$Y=32.421X-80.44$	0.999 4	2.503 7~160.233 8	1.251 8
厚朴酚	$Y=134.8X-136.04$	0.998 6	0.879 0~56.255 0	0.115 3
苍术素	$Y=77.131X-67.614$	0.999 3	1.021 8~32.697 6	0.822 2

香顺气丸样品（S1）9份，每份约0.125 g，分别按低、中、高（80%、100%、120%）3个水平加入“2.1.2.1”项下柚皮芸香苷对照品母液（90、110、140 μL ）、柚皮苷对照品母液（178、222、266 μL ）、橙皮苷对照品母液（855、1063、127 6 μL ）、新橙皮苷对照品母液（134、160、185 μL ）、和厚朴酚对照品母液（33、40、50 μL ）、木香烃内酯对照品母液（35、41、48 μL ）、去氢木香烃内酯对照品母液（69、77、91 μL ）、厚朴酚对照品母液（96、120、144 μL ）和苍术素对照品母液（26、37、44 μL ），按“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下进样测定。结果，柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、和厚朴酚、木香烃内酯、去氢木香烃内酯、厚朴酚、苍术素的平均加样回收率分别为101.39%、96.44%、99.69%、101.45%、103.49%、99.63%、99.27%、99.97%、100.16%，RSD分别为2.40%、1.54%、2.82%、2.89%、

1.44%、2.91%、2.44%、2.93%、2.86%。

2.2.3.7 样品含量测定 取 20 批木香顺气丸样品，按

“2.1.2.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下进样测定，计算各成分含量，结果见表2。

表2 各成分含量测定结果 (mg/g)

样品	柚皮芸香苷	柚皮苷	橙皮苷	新橙皮苷	和厚朴酚	木香烃内酯	去氢木香内酯	厚朴酚	苍术素
S1	2.38	5.53	18.67	4.43	1.35	0.45	2.00	3.58	0.41
S2	2.40	5.58	19.06	4.49	1.35	0.45	1.99	3.61	0.41
S3	2.50	5.57	19.26	4.55	1.37	0.46	1.98	3.63	0.42
S4	2.57	5.53	19.66	4.62	1.38	0.46	2.04	3.68	0.40
S5	2.77	6.01	19.28	4.87	1.39	0.40	1.89	3.49	0.42
S6	2.62	6.09	19.18	4.87	1.38	0.40	1.88	3.50	0.40
S7	2.71	5.87	19.64	4.96	1.40	0.40	1.90	3.46	0.42
S8	2.65	5.98	19.48	4.91	1.40	0.40	1.91	3.49	0.42
S9	2.46	5.99	19.67	4.94	1.34	0.38	1.82	3.58	0.40
S10	2.57	5.96	20.12	5.05	1.35	0.39	1.85	3.64	0.40
S11	2.52	6.02	19.77	5.02	1.34	0.38	1.85	3.60	0.40
S12	2.39	6.00	18.91	4.79	1.33	0.38	1.80	3.58	0.41
S13	2.93	5.88	21.72	4.52	1.36	0.50	2.42	3.44	0.44
S14	3.03	5.97	21.89	4.51	1.36	0.51	2.41	3.45	0.44
S15	2.97	5.97	22.15	4.56	1.36	0.50	2.41	3.46	0.43
S16	2.85	5.97	20.97	4.40	1.34	0.50	2.42	3.40	0.42
S17	2.96	6.37	21.43	5.07	1.37	0.40	1.84	3.45	0.44
S18	2.90	6.35	21.16	5.01	1.37	0.40	1.89	3.41	0.43
S19	2.80	6.38	20.69	4.93	1.35	0.40	1.87	3.39	0.42
S20	2.86	6.48	21.00	5.03	1.37	0.40	1.86	3.43	0.42

2.3 化学模式识别分析

2.3.1 主成分分析 以 20 批木香顺气丸 9 个定量成分含量数据为变量，导入 SIMCA18.0 软件，进行 UV 数据归一化处理后，自动拟合 PCA-X 模型。结果，建立的模型累计模型解释率 $R^2X=0.921$ ，累计模型预测能力 $Q^2=0.583$ ，表明模型可靠；20 批木香顺气丸被归为两大类，第一类 S13、S14、S15 和 S16，第二类 S1~S12 和 S17~S20，得分图见图 6。

样本 t 检验结果表明，去氢木香烃内酯、木香烃内酯和橙皮苷在两组间的差异显著 ($P<0.05$)，表明去氢木香烃内酯、木香烃内酯、橙皮苷可能是区分木香顺气丸的差异性质量标志物，在质量控制过程中需重点关注其含量变化。

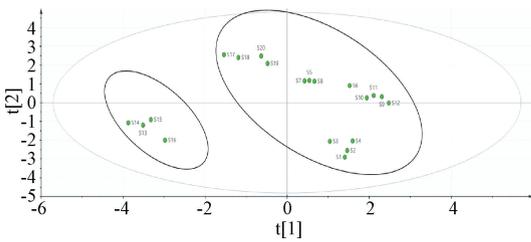


图6 20批木香顺气丸主成分分析得分图

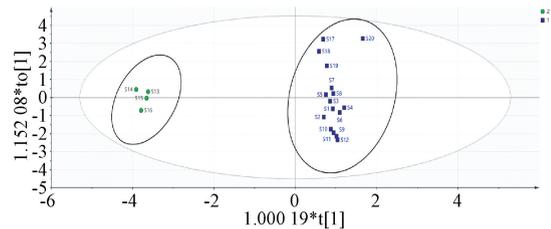


图7 20批木香顺气丸正交偏最小二乘判别分析得分图

2.3.2 正交偏最小二乘判别分析 在主成分分析的基础上，以 20 批木香顺气丸样品中 9 个有效成分含量为变量，通过 SIMCA18.0 软件进行正交偏最小二乘判别分析，进一步比较木香顺气丸批次间的质量，筛选质量差异的标志性成分。结果，所建立的 OPLS-DA 模型拟合参数 $Q^2=0.975$ ， $R^2Y=1$ ， $R^2X=0.799$ ，均大于 0.5，表明建立的模型稳定性和预测能力可信度均较好，20 批木香顺气丸样品的分类结果与主成分分析一致，见图 7。以变量重要性投影值 (VIP 值) >1 为标准筛选贡献度较大的成分。VIP 值越大，对产品质量差异贡献度越大。结果，有 3 种成分的 VIP 值 >1 ，分别为去氢木香烃内酯、木香烃内酯、橙皮苷，见图 8。双

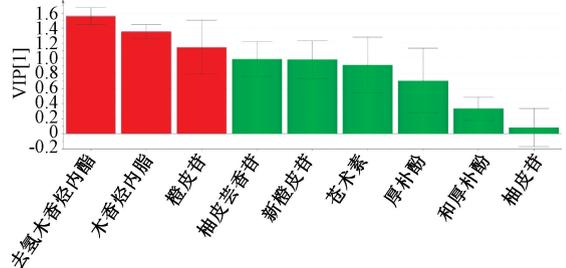


图8 各成分 VIP 值

3 讨论

3.1 检测指标选择 木香顺气丸中君药木香主要药效成分有木香烃内酯、去氢木香内酯^[9]，具有促进胃肠运动^[10]、保护胃黏膜^[11-12]等作用；臣药厚朴、青皮、枳壳、槟榔、陈皮、砂仁、苍术主要药效成分为厚朴酚、和厚朴酚、橙皮苷、柚皮苷、新橙皮苷、柚皮芸香苷、苍术素^[13-16]，具

有抗溃疡、促消化、抗炎等作用^[17-20],上述成分与湿浊中阻、胃脾不和等制剂适应症有较强的关联性,可反映后者内在质量。

3.2 化学模式识别研究 去氢木香烃内酯、木香烃内酯和橙皮苷对木香顺气丸质量稳定性贡献最大,三者分别来源于木香、陈皮、青皮和枳壳。其中,木香在我国药用历史悠久,主产于云南、四川、甘肃等地^[21],其采收期和栽培年限不同,所含木香烃内酯、去氢木香内酯含量也存在差异^[22];陈皮、青皮和枳壳在我国种植广泛,主产于广西、四川、江西、浙江、湖南等地,不同采收期三者中橙皮苷含量差异明显^[23-25]。因此,可从源头对木香、陈皮、青皮和枳壳进行质量控制,规范药材产地种植和采收时间,建立统一的产地加工工艺操作标准和标准化研究,以确保其批次间质量稳定。

4 结论

本实验建立了木香顺气丸 HPLC 指纹图谱,测定了柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、和厚朴酚、木香烃内酯、去氢木香烃内酯、厚朴酚、苍术素的含量,木香烃内酯、去氢木香内酯和橙皮苷是保障制剂批次间质量稳定性的关键药效物质,可全面反映其质量,并建议从种植、采收的源头加强对木香、陈皮、青皮、枳壳的质量控制。

参考文献:

[1] 曹瑞竹. 木香顺气丸 HPLC 特征指纹图谱研究及多成分含量测定[J]. 药物分析杂志, 2017, 37(6): 1127-1134.

[2] 崔虎军. 木香顺气丸治疗恶性腹腔积液腹胀的临床研究[J]. 中医学报, 2012, 27(8): 999-1000.

[3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020 年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 639-640.

[4] 赖增发, 夏丽珍. “一测多评”测定木香顺气丸中木香内酯类成分[J]. 中国现代应用药学, 2014, 31(4): 421-424.

[5] 李静华, 王丽琼. HPLC 法同时测定木香顺气丸中 6 种成分[J]. 中成药, 2022, 44(9): 2789-2792.

[6] 孙迪迪, 湛建峰, 邱 娟. HPLC 同时测定木香顺气丸中 5 种成分的含量[J]. 食品与药品, 2017, 19(4): 264-268.

[7] 魏清芳, 辛爱玲, 王嘉林. HPLC 法测定木香顺气丸中辛弗林的含量[J]. 安徽医药, 2010, 14(11): 1290-1292.

[8] 沈丹萍, 姜 鹏, 詹常森. 基于 UPLC 指纹图谱和多成分测定的天王补心丸质量控制研究[J]. 中国中药杂志, 2024, 49(5): 1240-1248.

[9] 孔 瑶, 姜 鹏, 詹常森. ⁶⁰Co- γ 射线辐照灭菌对药用大黄粉指纹图谱及有效成分的影响[J]. 中国药师, 2022,

25(4): 702-708.

[10] 赖增发, 夏丽珍. “一测多评”测定木香顺气丸中木香内酯类成分[J]. 中国现代应用药学, 2014, 31(4): 421-424.

[11] 朱金照, 冷恩仁, 陈东风. 木香对大鼠胃肠运动的影响及其机制探讨[J]. 中国中西医结合脾胃杂志, 2000(4): 236-238.

[12] 韩 坚, 林煌权, 钟志勇, 等. 木香超临界提取物抗实验性胃溃疡的研究[J]. 中药材, 2005, 28(11): 52-54.

[13] 应 军, 罗小萍. 木香对大鼠急性胃粘膜损伤的拮抗作用[J]. 中药材, 1999, 22(10): 526-527.

[14] 张晓娟, 左冬冬, 胡妮娜, 等. 厚朴的化学成分及药理作用研究进展[J]. 中医药信息, 2023, 40(2): 85-89.

[15] 穆琦瑄. 枳实—枳壳—青皮—陈皮的化学成分特征研究及枳实(壳)炮制过程成分变化规律研究[D]. 天津: 天津中医药大学, 2022.

[16] 周 欣, 张 琳, 毛 婵, 等. 基于化学计量学方法结合正交偏最小二乘判别分析的陈皮饮片 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中草药, 2019, 50(9): 2194-2200.

[17] 蔡杨靖, 潘 云. 不同剂量⁶⁰Co- γ 射线辐照对二妙丸中 6 个有效成分影响的研究[J]. 药物分析杂志, 2019, 39(6): 1003-1010.

[18] 张明发, 沈雅琴. 厚朴提取物、厚朴酚及和厚朴酚的抗炎作用及其机制研究进展[J]. 药物评价研究, 2021, 44(12): 2739-2746.

[19] 魏 巍, 张明发, 沈雅琴. 厚朴酚及和厚朴酚的胃肠道药理作用及其机制的研究进展[J]. 药物评价研究, 2022, 45(9): 1914-1921.

[20] Chae H S, Kim Y M, Chin Y W. Atractylodin inhibits interleukin-6 by blocking NPM-ALK activation and MAPKs inHMC-1[J]. *Molecules*, 2016, 21(9): 1169.

[21] 薛倩倩, 尹显梅, 张开元, 等. 灰色关联度法分析产地扩散对木香道地性的影响[J]. 华西药学杂志, 2016, 31(3): 278-280.

[22] 康平德, 吕丽芬, 陈 翠, 等. 云木香不同采收期产量性状及成分分析[J]. 云南中医学院学报, 2009, 32(2): 39-41.

[23] 王洁璠. 不同采收期广陈皮药用成分分析及药材评价[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.

[24] 张戴英, 何小芳, 黄健晶, 等. UHPLC 结合化学计量学分析不同采收期茶枝柑青皮中黄酮类成分[J]. 中南药学, 2023, 21(10): 2585-2591.

[25] 王 慧, 黄友荪, 梁燕青, 等. 基于 UPLC-Q-TOF-MS 代谢组学技术的枳壳适宜采收期研究[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(12): 3175-3184.