

中图分类号: R917; R927 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2025)16-0084-05
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2025.16.016



少腹逐瘀丸指纹图谱建立及化学计量学研究

叶旻泓

(中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院, 福建 福州 350000)

摘要:目的 建立少腹逐瘀丸的超高效液相色谱(UPLC)指纹图谱,并测定7种成分含量。方法 色谱柱为InfinityLab Poroshell 120 SB-C₁₈柱(100 mm×2.1 mm,1.9 μm),流动相为乙腈-0.38%冰醋酸溶液(梯度洗脱),流速为0.4 mL/min,检测波长为280 nm,柱温为35℃,进样量为2 μL。采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件(2012版)建立17批样品的UPLC指纹图谱,确定共有峰,并进行相似度评价。采用层次聚类分析(HCA)、主成分分析(PCA)、正交偏最小二乘判别分析(OPLS-DA)法进行质量评价。结果 17批样品的UPLC指纹图谱共标定了20个共有峰,指认出7种成分(阿魏酸、蒙本内酯、洋川芎内酯I、芍药苷、异鼠李素-3-O-新橙皮苷、延胡索乙素、桂皮醛);17批样品的相似度为0.965~0.997。HCA结果显示,17批样品可聚为2类;PCA和OPLS-DA结果显示,7种成分中前5种成分的权重系数较大。7种成分质量浓度分别在0.7189~71.89 μg/mL、0.5594~55.94 μg/mL、0.4431~44.31 μg/mL、0.4968~49.68 μg/mL、0.3542~35.42 μg/mL、0.3246~32.46 μg/mL、0.2501~25.01 μg/mL范围内与峰面积线性关系良好($r \geq 0.9991$),定量限分别为0.37,0.29,0.22,0.21,0.14,0.10,0.09 μg/mL;精密度、稳定性、重复性试验结果的RSD均小于2.0%,平均加样回收率为98.21%~100.14%($RSD < 1.4\%$, $n = 6$)。结论 17批样品生产工艺一致性较好;建立的UPLC指纹图谱结合化学模式识别法可用于制剂的整体质量控制。

关键词:少腹逐瘀丸;超高效液相色谱法;指纹图谱;聚类分析;主成分分析;正交偏最小二乘判别分析;定量分析

Establishment of UPLC Fingerprint and Chemometric Study of Shaofu Zhuyu Pills

YE Minhong

(900th Hospital of the Joint Logistic Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Fuzhou, Fujian, China 350000)

Abstract: Objective To establish the ultra performance liquid chromatography (UPLC) fingerprint of Shaofu Zhuyu Pills and determine the content of seven components. **Methods** The chromatographic column was InfinityLab Poroshell 120 SB-C₁₈ column (100 mm × 2.1 mm, 1.9 μm), the mobile phase was acetonitrile-0.38% glacial acetic acid aqueous solution (gradient elution), the flow rate was 0.4 mL/min, the detection wavelength was 280 nm, the column temperature was 35 °C, and the injection volume was 2 μL. The UPLC fingerprints of 17 batches were established using the *Traditional Chinese Medicine Chromatographic Fingerprint Similarity Evaluation System Software* (2012 edition), and common peaks were identified to assess similarity. Hierarchical cluster analysis (HCA), principal component analysis (PCA), and orthogonal partial least squares discriminant analysis (OPLS-DA) were applied for quality evaluation. **Results** A total of 20 common peaks were identified from the fingerprints of the 17 batches, seven components were identified: ferulic acid, ligustilide, senkyunolide I, paeoniflorin, isorhamnetin-3-O-neohesperidin,

第一作者:叶旻泓,女,药师,研究方向为药品质量分析,(电子信箱)659725175@qq.com。

- [6] 罗晓燕,蔡力创,欧阳克氩,等. 反相液相色谱法测定健胃消食片中薯蓣皂苷元的含量[J]. 南昌大学学报(理科版), 2010, 34(5): 480-482.
- [7] 李培,潘广洲. 高效液相色谱法测定消食健胃片中熊果酸含量[J]. 中国药业, 2014, 23(11): 36-38.
- [8] 肖琳琳. 健胃消食片质量检测方法的优化及检测标准的完善[D]. 长春:吉林农业大学,2022.
- [9] 黄侨宗,冯果,苏红梅,等. UPLC-MS/MS法分析太子参环肽B在大鼠体内的药物代谢动力学[J]. 贵州中医药大学学报, 2022, 44(4): 15-20.
- [10] 孙慧珠,王晓蕾,刘永利. UPLC/MS/MS法同时测定肾衰宁胶囊中9种成分及一致性分析[J]. 中成药, 2023, 45(1): 29-34.
- [11] 傅兴圣,邹立思,刘训红,等. UPLC-ESI-TOF MS/MS分析太子参中环肽类成分[J]. 质谱学报, 2013, 34(3): 179-184.
- [12] 钱鑫,黄婉锋,潘志文. 超高效液相色谱串联质谱法测定护肝片(胶囊)中柴胡皂苷K含量[J]. 中国药业, 2023, 32(18): 89-92.
- [13] 倪建成,范永飞,叶祖云. 太子参化学成分、药理作用和应用的研究进展[J]. 中草药, 2023, 54(6): 1963-1977.
- [14] 李平,孙越鹏,甄会贤,等. 基于HPLC多成分定量分析不同产地太子参药材的质量[J]. 中草药, 2023, 54(17): 5734-5741.
- [15] 聂格,李晓玲,石雨荷,等. 健脾扶正颗粒HPLC指纹图谱的建立及8个化学成分含量测定[J]. 湖南中医药大学学报, 2023, 43(9): 1609-1616.
- [16] 侯娅,马阳,邹立思,等. 基于超高效液相-串联四极杆飞行时间高分辨质谱技术分析不同种源太子参化学成分的差异[J]. 中国药理学杂志, 2015, 50(13): 1104-1110.

(收稿日期:2024-05-08;修回日期:2025-02-21)

tetrahydropalmatine and cinnamaldehyde. The similarity of the 17 batches ranged from 0.965 to 0.997. HCA results showed that the samples could be clustered into two groups; PCA and OPLS - DA results indicated that the weight coefficients of first five components were higher. The linear ranges of the above seven components were 0.718 9 - 71.89 $\mu\text{g} / \text{mL}$, 0.559 4 - 55.94 $\mu\text{g} / \text{mL}$, 0.443 1 - 44.31 $\mu\text{g} / \text{mL}$, 0.496 8 - 49.68 $\mu\text{g} / \text{mL}$, 0.354 2 - 35.42 $\mu\text{g} / \text{mL}$, 0.324 6 - 32.46 $\mu\text{g} / \text{mL}$, and 0.250 1 - 25.01 $\mu\text{g} / \text{mL}$, respectively ($r \geq 0.999$ 1). The limits of quantification were 0.37, 0.29, 0.22, 0.21, 0.14, 0.10 and 0.09 $\mu\text{g} / \text{mL}$, respectively. The *RSDs* for precision, stability, and repeatability tests were all lower than 2.0%, and the average recovery rate ranged from 98.21% to 100.14% ($RSD < 1.4\%$, $n = 6$). **Conclusion** The production processes of the 17 batches are consistent. The established UPLC fingerprint combined with chemometric methods can be used for the overall quality control of the preparation.

Key words: Shaofu Zhuyu Pills; UPLC; fingerprint; cluster analysis; principal component analysis; orthogonal partial least squares discriminant analysis; quantitative analysis

少腹逐瘀丸以当归、赤芍、川芎、蒲黄、延胡索、肉桂为主要成分,临床常用于治疗月经后期、痛经、产后腹痛等病症^[1]。2020年版《中国药典(一部)》中仅包含了“鉴别”与“检查”项,有关的研究也多集中于阿魏酸和芍药苷的含量^[2-3],且多以传统高效液相色谱技术为手段,尚未见到少腹逐瘀丸指纹图谱分析。中药指纹图具有整体性强、分析方法丰富、专属性强等优点,能全面反映待检物质的整体特性,保证其内部品质的一致性与稳定性^[4],目前已经被用于中药及其制剂的品质评估^[5]。基于此,本研究中建立了少腹逐瘀丸的超高效液相色谱(UPLC)指纹图谱,并进行了化学计量学,为控制和提高少腹逐瘀丸质量水平提供参考。现报道如下。

1 仪器与试药

1.1 仪器

1260 Infinity II型超高效液相色谱仪(美国Agilent公司);XPE35型电子天平(瑞士Mettler Toledo公司,精度为0.1 mg);KQ-550DB型超声波清洗仪(昆山市超声仪器有限公司)。

1.2 试药

少腹逐瘀丸[17批,北京北卫药业有限责任公司(简称北京北卫)10批,批号分别为20230111(S1)、20230322(S2)、20230408(S3)、20230515(S4)、20230621(S5)、20230904(S6)、20231011(S7)、20231120(S8)、20231204(S9)、220914(S10),吉林敖东延边药业股份有限公司(简称吉林敖东)7批,批号分别为230509(S14)、230621(S15)、230718(S16)、230909(S17)、2301028(S18)、2301111(S19)、2301214(S20)];对照品阿魏酸(批号为110773-202316,含量99.3%),藁本内酯(批号为111737-202311,含量91.9%)、洋川芎内酯I(批号为112071-202302,含量99.5%)、芍药苷(批号为110736-202246,含量96.7%)、异鼠李素-3-O-新橙皮苷(批号为111571-201806,含量93.0%)、延胡索乙素(批号为110726-202020,含量99.3%)、桂皮醛(批号为110710-202223,含量98.8%),均购自中国食品药品检定研究院;试剂均为色

谱纯,水为屈臣氏蒸馏水。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱:InfinityLab Poroshell 120 SB - C₁₈柱(100 mm × 2.1 mm, 1.9 μm);流动相:乙腈(A) - 0.38%冰醋酸溶液(B),梯度洗脱^[6-7](0~9 min时35%A → 50%A, 9~12 min时50%A → 56%A, 12~16 min时56%A → 60%A);流速:0.4 mL/min;检测波长:280 nm;柱温:35 °C;进样量:2 μL 。

2.2 溶液制备

分别取7种对照品适量,精密称定,用甲醇溶解,制成每1 mL含阿魏酸38.76 μg 、藁本内酯32.45 μg 、洋川芎内酯I 24.59 μg 、芍药苷29.82 μg 、异鼠李素-3-O-新橙皮苷21.66 μg 、延胡索乙素20.13 μg 、桂皮醛16.98 μg 的混合对照品溶液1。取样品5粒,剪碎,取约3 g,精密称定,加硅藻土2 g,搅拌均匀,置具塞锥形瓶中,精密加入75%甲醇100 mL,密塞,称定质量,超声(功率500 W,频率40 kHz)处理40 min,冷却,再次称定质量,用75%甲醇补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得供试品溶液。以甲醇为空白对照溶液。

2.3 指纹图谱研究

2.3.1 方法学考察

精密度试验:取2.2项下供试品溶液(S6),按2.1项下色谱条件连续进样测定6次,以13号峰(阿魏酸)为参照峰,计算各特征峰相对保留时间及相对峰面积。结果各共有峰的相对保留时间的*RSD*为0.19%~0.30% ($n = 6$),相对峰面积的*RSD*为0.33%~1.92% ($n = 6$),表明方法精密度良好。

稳定性试验:取2.2项下供试品溶液(S6),分别于室温放置0,5,12,15,20,24 h时按2.1项下色谱条件进样测定,以13号峰(阿魏酸)为参照峰,计算各特征峰相对保留时间及相对峰面积。结果各共有峰的相对保留时间的*RSD*为0.54%~0.96% ($n = 6$),相对峰面积的*RSD*为0.77%~2.01% ($n = 6$),表明供试品溶液室温放置24 h内基本稳定。

重复性试验:取样品(S6)适量,按2.2项下方法平行制备6份溶液,按2.1项下色谱条件进样测定,以13号峰(阿魏酸)为参照峰,计算各特征峰相对保留时间及相对峰面积。结果各共有峰的相对保留时间的RSD为0.26%~0.44%($n=6$),相对峰面积的RSD为0.87%~2.45%($n=6$),表明方法重复性较好。

2.3.2 指纹图谱建立

取样品17批,按2.2项下方法制备供试品溶液,按2.1项下色谱条件进行测定,经中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件(2012版)得17批样品叠加指纹图谱(见图1)。根据结果,设编号S6的药材样品色谱为参照图谱,将17批样品的指纹图谱均导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件(2012版)计算相似度,结果17批样品与对照特征图谱的相似度均为0.965~0.997。

经全峰匹配后确定了20个共有峰,与混合对照品

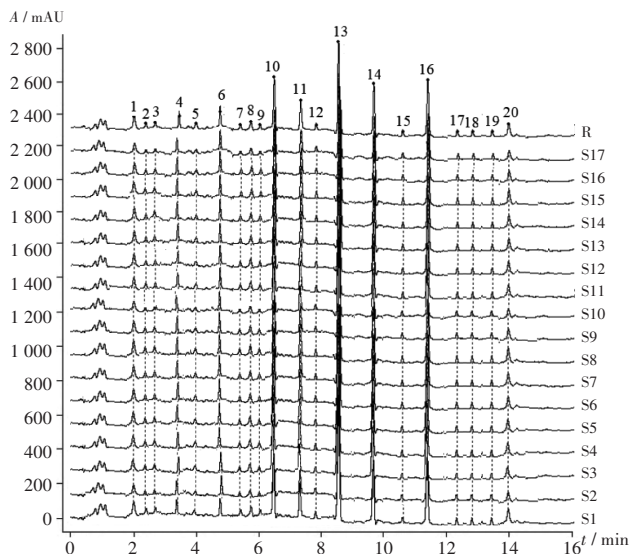
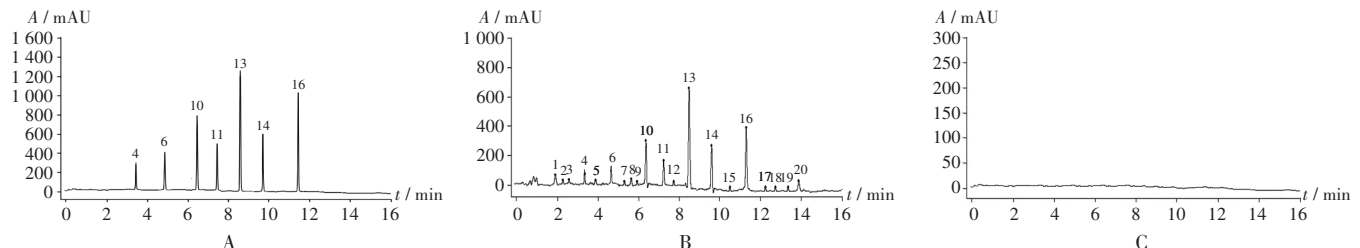


图1 少腹逐瘀丸超高效液相色谱指纹图谱叠加图谱及对照图谱
Fig.1 UPLC overlay fingerprints and reference fingerprint of Shaofu Zhuyu Pills



4. 桂皮醛 6. 延胡索乙素 10. 芍药苷 11. 异鼠李素-3-O-新橙皮苷 13. 阿魏酸 14. 洋川芎内酯I 16. 藁本内酯
A. 混合对照品溶液 B. 供试品溶液 C. 空白对照溶液

图2 超高效液相色谱图

4. Cinnamaldehyde 6. Tetrahydropalmatine 10. Paeoniflorin 11. Isorhamnetin-3-O-neohesperidin 13. Ferulic acid 14. Senkyunolide I
16. Ligustilide
A. Mixed reference solution B. Test solution C. Blank control solution

Fig.2 UPLC chromatograms

溶液图谱(见图2)比对,指认了7个共有峰,按保留时间先后顺序依次为峰4(桂皮醛)、峰6(延胡索乙素)、峰10(芍药苷)、峰11(异鼠李素-3-O-新橙皮苷)、峰13(阿魏酸)、峰14(洋川芎内酯I)、峰16(藁本内酯),阿魏酸峰保留时间居中,峰面积响应最大,故作为参照峰。

2.4 化学计量学分析

层次聚类分析(HCA):用SPSS 22.0统计学软件分析。结果当平方欧氏距离为18时,17批样品可聚为2类,分别包括北京北卫的10批次和吉林敖东的7批次。详见图3。分析原因,不同生产企业在采收、初处理、提取工艺等方面存在较大差异,造成了各生产企业产品的差异。

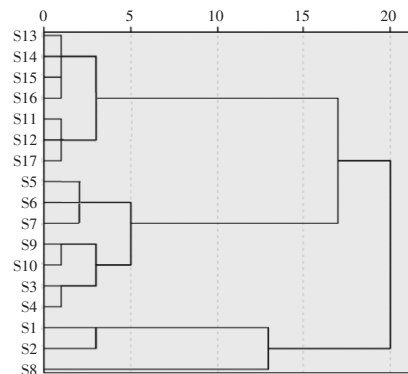


图3 HCA结果

Fig.3 HCA results

主成分分析(PCA)及正交偏最小二乘法-判别分析(OPLS-DA):运用SIMCA 18.1软件分析。前4个主成分的特征值均大于1,累计方差贡献率为87.25%(见表1);PCA结果(见图4)与HCA结果基本一致。OPLS-DA模型所产生的变量重要性投影(VIP)值可作为鉴别成分的一个重要依据,随着VIP的增加,其对组间差异的影响也越来越大。本研究中以VIP>1为筛选标准,共得到7个组分(见图5),按VIP值从高到低依次是峰13(阿魏酸)、峰16(藁本内酯)、峰8、峰10(芍药苷)、峰14(洋川芎内酯I)、峰11(异鼠李素-3-O-新橙皮苷)、

表1 特征值及方差分析结果

Tab.1 Results of eigenvalues and variance analysis

主成分	特征值	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)
1	9.16	50.19	50.19
2	4.94	21.23	71.42
3	2.35	10.86	82.28
4	1.03	4.97	87.25

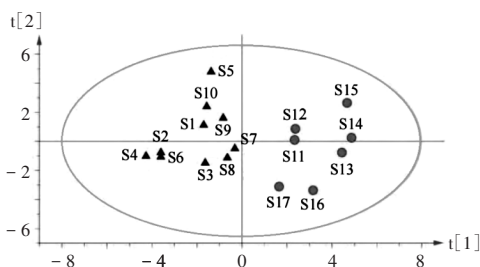


图4 PCA得分图

Fig. 4 PCA score plot

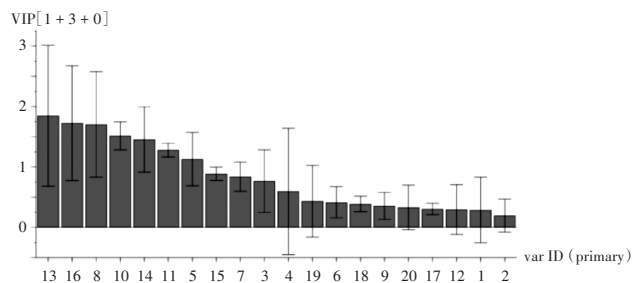


图5 OPLS-DA模型的VIP图

Fig. 5 VIP plot of OPLS-DA model

峰5,表明此7种成分可能是导致各批样品质量差异的重要特征组分。

2.5 多指标成分的含量测定

2.5.1 混合对照品溶液制备

分别取7种对照品适量,精密称定,用甲醇溶解,制成每1 mL含阿魏酸287.56 μg、藁本内酯223.78 μg、洋川芎内酯I 177.24 μg、芍药苷198.73 μg、异鼠李素-3-O-新橙皮苷141.69 μg、延胡索乙素129.84 μg、桂皮醛100.05 μg的混合对照品溶液2。

2.5.2 方法学考察

专属性考察:分别取2.2项下空白对照溶液、供试品溶液及2.5.1项下混合对照品溶液2,按2.1项下色谱条件进样测定,记录色谱图。结果样品中7个定量成分与相邻峰的分度均大于1.5,且不受空白对照溶液的影响,表明方法专属性良好。详见图2。

线性关系考察:分别精密量取2.5.1项下混合对照品溶液2 0.005,0.5,5,10,20,50 mL,加流动相稀释,摇匀,制成系列混合对照品溶液。量取适量,按2.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积。以待测成分质量浓度(X, μg/mL)为横坐标、峰面积(Y)为纵坐标进行线性回归。结果见表2。

表2 线性关系考察结果(n=6)

Tab.2 Results of the linearity investigation (n=6)

待测成分	回归方程	r	线性范围(μg/mL)	定量限(μg/mL)
阿魏酸	$Y_1 = 73.57X_1 - 7.113$	0.9998	0.7189~71.89	0.37
藁本内酯	$Y_2 = 36.16X_2 + 8.964$	0.9993	0.5594~55.94	0.29
洋川芎内酯I	$Y_3 = 32.79X_3 + 13.05$	0.9995	0.4431~44.31	0.22
芍药苷	$Y_4 = 43.22X_4 - 9.743$	0.9997	0.4968~49.68	0.21
异鼠李素-3-O-新橙皮苷	$Y_5 = 22.38X_5 + 10.14$	0.9994	0.3542~35.42	0.14
延胡索乙素	$Y_6 = 57.36X_6 - 3.092$	0.9992	0.3246~32.46	0.10
桂皮醛	$Y_7 = 30.45X_7 + 9.993$	0.9991	0.2501~25.01	0.09

定量限考察:分别精密量取2.5.1项下混合对照品溶液2适量,倍比稀释,并按2.1项下色谱条件测定,以信噪比10:1时的质量浓度记作定量限。结果见表2。

精密度试验:取2.5.1项下混合对照品溶液2,按2.1项下色谱条件连续进样测定6次,记录峰面积。结果桂皮醛、延胡索乙素、芍药苷、异鼠李素-3-O-新橙皮苷、阿魏酸、洋川芎内酯I、藁本内酯峰面积的RSD分别为0.85%,0.91%,0.46%,0.73%,0.65%,1.04%,0.93%(n=6),表明仪器精密度良好。

稳定性试验:取供试品溶液(S6),室温下放置0,5,12,15,20,24 h时按2.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果桂皮醛、延胡索乙素、芍药苷、异鼠李素-3-O-新橙皮苷、阿魏酸、洋川芎内酯I、藁本内酯峰面积的RSD分别为1.16%,0.99%,1.27%,1.04%,0.93%,1.47%,1.33%(n=6),表明供试品溶液室温放置24 h内基本稳定。

重复性试验:取样品(S6)适量,按2.2项下供试品溶液制备方法平行制备6份溶液,按2.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积,并计算样品含量。结果桂皮醛、延胡索乙素、芍药苷、异鼠李素-3-O-新橙皮苷、阿魏酸、洋川芎内酯I、藁本内酯含量的RSD分别为0.91%,1.17%,1.42%,1.05%,0.89%,1.24%,1.36%(n=6),表明方法重复性良好。

加样回收试验:取同一批样品(S6)6份,每份1.5 g,精密称定,分别加入一定量的混合对照品溶液,按2.2项下供试品溶液制备方法制备溶液。按2.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算回收率。上述7个成分的平均加样回收率分别为98.21%,98.87%,99.55%,99.06%,100.14%,99.13%,99.68%,RSD分别为1.21%,1.19%,1.06%,1.38%,0.96%,1.14%,1.03%(n=6)。

2.5.3 样品含量测定

取样品适量,按2.2项下方法制备供试品溶液,按2.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积,并计算样品含量。结果见表3。

表3 样品含量测定结果(mg/g, n=2)

Tab. 3 Content determination of samples (mg/g, n=2)

编号	桂皮醛	延胡索乙素	芍药苷	异鼠李素-3-O-新橙皮苷	阿魏酸	洋川芎内酯I	藁本内酯
S1	0.5001	0.5534	1.157	0.7769	1.744	1.015	1.321
S2	0.5123	0.5411	1.212	0.7876	1.997	1.009	1.339
S3	0.5109	0.5409	1.379	0.7905	1.791	1.187	1.385
S4	0.5134	0.5301	1.101	0.7991	1.826	1.012	1.543
S5	0.5011	0.5227	1.248	0.7892	1.801	1.027	1.352
S6	0.5019	0.5316	1.121	0.7884	1.985	1.004	1.367
S7	0.5004	0.5515	1.114	0.7747	1.713	1.011	1.309
S8	0.5178	0.5484	1.106	0.7781	1.933	1.218	1.391
S9	0.5106	0.5338	1.119	0.7793	1.916	0.9971	1.315
S10	0.5112	0.5201	1.132	0.7818	1.837	1.002	1.498
S11	0.5027	0.5002	1.004	0.6801	1.234	0.9737	1.196
S12	0.5015	0.4613	1.001	0.7036	1.331	0.9698	1.286
S13	0.5023	0.4907	0.9887	0.7111	1.406	0.9605	1.277
S14	0.5117	0.4713	1.018	0.6939	1.259	0.9738	1.203
S15	0.5013	0.5034	0.9599	0.7187	1.103	0.9664	1.112
S16	0.5020	0.5055	0.9103	0.7006	1.368	0.9756	1.101
S17	0.5009	0.5001	0.9753	0.7333	1.381	0.9502	1.004

3 讨论

少腹逐瘀丸方中当归、川芎、赤芍共为君药,当归-川芎可活血补血^[8],赤芍味苦而性微寒,行滞调经^[9];蒲黄、延胡索、肉桂为臣药,具有通利血脉、化瘀止痛之功;小茴香、五灵脂、没药、炮姜为佐使药,助上药活血祛瘀,理气温经止痛^[10];当归-川芎含阿魏酸及苯胺类化合物藁本内酯具有抗炎、抗氧化等作用,是临床常用的妇科及心脑血管疾病治疗药物^[11]。赤芍中的芍药苷为典型的单萜苷类化合物,能有效抑制血小板聚集,稳定微循环^[12];蒲黄中的黄酮醇类成分异鼠李素-3-O-新橙皮苷具有缩短凝血酶时间和镇痛作用^[13];延胡索乙素是生物碱的重要活性物质,具有中枢镇痛、镇静、改善血流动力学等功效^[14];肉桂中桂皮醛有改善血液循环和止痛作用^[15]。本研究中通过OPLS-DA筛选出7个差异性较大的成分,并指认了其中5个。

17批样品中7种成分含量的变化幅度均在2倍以内。2个生产厂家7种成分平均含量分别为桂皮醛[0.5080 mg/g比0.5032 mg/g(前者来自北京北卫,后者来自吉林敖东,下同)],延胡索乙素(0.5374 mg/g比0.4904 mg/g),芍药苷(1.169 mg/g比0.9796 mg/g),异鼠李素-3-O-新橙皮苷(0.7846 mg/g比0.7059 mg/g),阿魏酸(1.854 mg/g比1.293 mg/g),洋川芎内酯I(1.048 mg/g比0.9671 mg/g),藁本内酯(1.382 mg/g比1.168 mg/g),均无显著差异($P=0.689$)。

本研究中,17批次样品的指纹图谱存在高度相似

性,说明两者在总体层面存在良好的一致性,但尚无法区分其差异和品质优势,进一步借助HCA、PCA、OPLS-DA等多种化学识别手段对其进行整合,发现不同厂家的少腹逐瘀丸可归为一类(组),并从中选出7个品质差异显著的成分,上述3种方法的研究成果可互相印证,互相补充。

综上所述,17批少腹逐瘀丸生产工艺一致性较好;建立的UPLC指纹图谱结合化学模式识别法可用于制剂的整体质量控制。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 70.
- [2] 黄云先, 刘云怀. HPLC法测定少腹逐瘀丸中阿魏酸含量[J]. 中国民族民间医药, 2021, 30(21): 55-56.
- [3] 史利瑶, 李建晨, 田蜜. 少腹逐瘀丸质控方法研究[J]. 河北科技大学学报, 2019, 40(3): 208-214.
- [4] 张辉, 黄凯伟, 郑晓英, 等. 筋骨草配方颗粒高效液相色谱指纹图谱研究[J]. 中国药业, 2023, 32(8): 56-60.
- [5] 彭警, 樊箫雨, 王迪磊, 等. 基于成分定量和指纹图谱的化学模式识别法评价胆木不同部位的差异性[J]. 中草药, 2023, 54(10): 3281-3291.
- [6] 柴梦宇, 徐剑, 缪艳燕, 等. 不同配伍比例对当归-川芎药对中5个有效成分含量的影响[J]. 广东化工, 2022, 49(15): 181-184.
- [7] 梁艳, 张峰. UPLC-MS/MS法同时测定女金胶囊中10种成分[J]. 中成药, 2021, 43(7): 1713-1717.
- [8] 张莹莹, 张科, 宋峯, 等. 川芎-当归药对主要活性成分的网络药理学研究[J]. 安徽医药, 2023, 27(1): 19-24.
- [9] 刘玉峰, 白静, 刘畅, 等. 赤芍抗脑缺血再灌注损伤的作用研究进展[J]. 辽宁大学学报(自然科学版), 2023, 50(3): 193-199.
- [10] 王聪聪, 张晨晨, 郭舟, 等. 少腹逐瘀丸联合扶阳罐治疗月经不调寒凝血瘀证30例临床观察[J]. 湖南中医杂志, 2023, 39(6): 14-18.
- [11] 李晓雨, 李双凤, 刘晓美, 等. 当归-川芎药对的化学成分、药理作用及临床应用研究进展[J]. 中草药, 2024, 55(4): 1415-1426.
- [12] 张石凯, 曹永兵. 赤芍的药理作用研究进展[J]. 药实践杂志, 2021, 39(2): 97-101.
- [13] 唐敏, 孙飞, 梁生旺, 等. 基于UPLC的蒲黄指纹图谱和多成分含量测定方法研究[J]. 中药材, 2022, 45(8): 1894-1898.
- [14] 王茜, 周逸群, 阳睦贤, 等. 不同辅料炮制对于延胡索化学成分的影响[J]. 时珍国医国药, 2023, 34(11): 2679-2681.
- [15] 梅菊, 吴涛, 李强, 等. 不同产地肉桂质量及炮制过程成分变化研究[J]. 天然产物研究与开发, 2024, 36(3): 377-387.

(收稿日期: 2024-04-18; 修回日期: 2025-03-26)