

中图分类号: R932; R284.1; R286.0 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2024)01-0054-05
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2024.01.012



柴胡舒肝丸挥发性成分气相色谱-质谱指纹图谱研究*

马 丽,周维维,高 婧,王志轩,王小永,郭海平[△]

(河北省承德市食品药品检验检测中心,河北 承德 067000)

摘要:目的 建立柴胡舒肝丸挥发性成分的气相色谱-质谱(GC-MS)指纹图谱。方法 采用超声提取法提取柴胡舒肝丸中的挥发性成分;采用GC-MS法进行分离、鉴定,色谱柱为Shimadzu HP-5MS毛细管柱(30 m×0.25 mm,0.25 μm),载气为氦气(纯度≥99.999%),流速为1.0 mL/min,进样口温度为250℃,进样量为1 μL,分流比为20:1,电子轰击离子源,轰击能量为70 eV,离子源和传输线温度分别为230,250℃,溶剂延迟时间为4 min,数据扫描模式为全扫描,质荷比(m/z)为55~550。采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A)软件进行共有峰指认,结合美国国家标准与技术局(NIST)谱库检索及相关文献确定化合物名称,指明峰归属;采用面积归一化法计算各成分的含量,并进行聚类分析。结果 14批样品有47个共有峰,鉴定化学成分37种(占总峰面积的96%以上),主要化学成分包括厚朴酚(12.25%)、薄荷酮(11.69%)、β-谷甾醇(8.66%)、十六烷酸(7.28%)等。14批样品共聚为两类,其中编号为S5和S6的样品聚为I类,编号为S1-S4和S7-S14的样品聚为II类。结论 所建立的GC-MS指纹图谱稳定、可靠,可用于柴胡舒肝丸挥发性成分的研究及整体质量控制。

关键词:柴胡舒肝丸;气相色谱-质谱法;指纹图谱;挥发性成分;质量评价

GC-MS Fingerprints of Volatile Components in Chaihu Shugan Pills

MA Li,ZHOU Weiwei,GAO Jing,WANG Zhixuan,WANG Xiaoyong,GUO Haiping

(Chengde Food and Drug Inspection Institute,Chengde,Hebei,China 067000)

Abstract: Objective To establish a gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) fingerprint of volatile components in Chaihu Shugan Pills. **Methods** Ultrasound extraction was used to extract the volatile components in Chaihu Shugan Pills, and GC-MS method was used for separation and identification, the chromatographic column was Shimadzu HP-5MS capillary column (30 m×0.25 mm,0.25 μm), the carrier gas was helium (purity ≥ 99.999%), the flow rate was 1.0 mL/min, the temperature of injection port was 250℃, the injection volume was 1 μL, the diversion ratio was 20:1. Electron bombardment ion source was adopted with bombardment energy of 70 eV, the temperature of ion source and transmission line was set at 230℃ and 250℃, the solvent delay time was 4 min, data scanning mode was adopted for full scan, the charge to mass ratio (m/z) was 55-550. The Similarity Evaluation System for Chromatographic Fingerprint of Traditional Chinese Medicine (Version 2004A) software was used to identify common peaks. According to the standard mass spectrometry database of the National Institute of Standards and Technology (NIST) and literature search, the names of components were determined, and the peak attribution was identified. The content of each component was calculated by the area normalization method, and cluster analysis was performed. **Results** There were 47 common peaks in 14 batches of samples, and 37 chemical components were identified (accounting for more than 96% of the

*基金项目:河北省药品监督管理局科技计划项目[2022ZC1008]。

第一作者:马丽,女,满族,硕士研究生,工程师,研究方向为药品质量评价,(电话)0314-4326915(电子信箱)marychengde15@163.com。

[△]通信作者:郭海平,男,大学本科,高级工程师,研究方向为中药质量评价,(电话)0314-4326903(电子信箱)1164892381@qq.com。

- [17] 黄 坤,刘正阳. 抗生素针对性药物治疗老年慢性支气管炎急性加重期的临床效果观察[J]. 临床合理用药杂志, 2019,12(23):52-53.
- [18] 罗 伟. 关于糖皮质激素的合理使用研究[J]. 养生保健指南,2018(30):240.
- [19] 张晓天. 中医内科治疗慢性支气管炎临床效果分析[J]. 临床医学研究与实践,2016,1(27):128-129.
- [20] 张天涛,宋玉勤,张婷云,等. 复方益肺补肾汤治疗老年慢性支气管炎缓解期疗效及对心理状态、生活质量的影响[J]. 现代中西医结合杂志,2021,30(30):3389-3392.
- [21] 郑瑜泓,袁世清. 苓甘五味姜辛汤对慢性支气管炎的作用机制[J]. 光明中医,2022,37(24):4477-4479.
- [22] 刘泱泱. 艾叶油治疗慢性支气管炎的实验研究[J]. 中国现代药物应用,2022,16(21):186-190.
- [23] 杨焰明. 清金化痰汤加减治疗痰热郁肺型慢性支气管炎急性发作期的临床效果分析[J]. 吉林医学,2022,43(9):2440-2442.
- [24] 熊 蕾,汪佳政,皮建辉,等. 筋骨草提取物对小鼠慢性支气管炎的干预作用[J]. 华西药杂志,2016,31(6):577-580.
- [25] 李旭波,刘水冰,侯 颖,等. 灯台树皮水煎液治疗小鼠慢性支气管炎的作用机制[J]. 第四军医大学学报,2009,30(6):537-540.
- [26] 王 勤,邓家刚,杨 柯,等. 芒果苷对慢性支气管炎大鼠炎症因子及小鼠巨噬细胞环氧化酶-2表达的影响[J]. 中国中药杂志,2011,36(10):1348-1352.

(收稿日期:2023-03-07;修回日期:2023-07-19)

total peak area). The main chemical components included magnolol (12.25%), menthone (11.69%), β -sitosterol (8.66%), palmitic acid (7.28%), etc. Fourteen batches of samples were clustered into two categories, with samples numbered S5 and S6 clustered into category I, and samples numbered S1 – S4 and S7 – S14 clustered into category II. **Conclusion** The established GC – MS fingerprint is stable and reliable, which can be used for the study of volatile components and overall quality control of Chaihu Shugan Pills.

Key words: Chaihu Shugan Pills; GC – MS; fingerprint; volatile components; quality evaluation

柴胡舒肝丸在临床用于治疗肝气不舒、胸胁痞闷、食滞不清、呕吐酸水等症,由经典名方柴胡疏肝散方剂加减化裁而来。柴胡舒肝散始载于明代《景岳全书》卷五十六,由陈皮、柴胡、川芎、香附、枳壳、芍药、甘草7味中药材组方,是治疗肝气郁结的代表名方。柴胡舒肝丸在原方基础上添加了茯苓、白芍、姜厚朴、黄芩、防风、山楂等25味中药材,粉碎成细粉,加工制成不同丸剂。柴胡舒肝丸的主药茯苓、柴胡、黄芩、薄荷等富含挥发性成分。其中,柴胡的挥发性成分有解热镇痛、保护心血管作用^[1];薄荷挥发性成分可疏散肝经瘀滞,用于治疗胸胁胀满^[2]。目前,对柴胡舒肝丸的研究多集中在极性成分,但中成药化学成分复杂,挥发性成分复杂,需对其质量进行整体评价。气相色谱 – 质谱(GC – MS)法适用于复杂挥发性组分的分析;指纹图谱可显示中药及其制剂中的各种组分群体特性的共有峰图谱,适用于中药有效成分不明确的特征,能整体、全面反应中药化学成分的内质质量,可作为中药质量的有效控制手段^[3]。本研究中建立了柴胡舒肝丸挥发性成分的GC – MS指纹图谱,对组方的挥发性成分进行鉴定并指明归属,分析了不同厂家柴胡舒肝丸的质量差异,为阐明其疏肝活血、行气止痛功效的物质基础和基于挥发性成分的整体质量控制提供理论基础。现报道如下。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

GC2030 / TQ8040 型气相色谱串联质谱仪(日本 Shimadzu 公司);XS105 型电子分析天平(Mettler Toledo 公司,精度为 0.1 mg);KQ – 500DB 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司,功率为 250 W,频率为 40 kHz)。

1.2 试剂

茯苓对照药材(批号为 121117 – 201910),甘草对照药材(批号为 120904 – 201620),陈皮对照药材(批号为 120969 – 201510),防风对照药材(批号为 120947 – 201810),柴胡对照药材(批号为 120992 – 201509),薄荷对照药材(批号为 120916 – 202113),木香对照药材(批号为 120921 – 202010),青皮对照药材(批号为 121155 – 201704),桔梗对照药材(批号为 121028 – 202113),黄芩对照药材(批号为 120955 – 201810),紫

苏梗对照药材(批号为 121172 – 201403),当归对照药材(批号为 120927 – 202118),乌药对照药材(批号为 121096 – 201907),厚朴对照药材(批号为 121285 – 201303),三棱对照药材(批号为 121521 – 201905),半夏对照药材(批号为 121272 – 201806),莪术对照药材(批号为 120973 – 201304),枳壳对照药材(批号为 120981 – 201605),白芍对照药材(批号为 120905 – 202011),香附对照药材(批号为 121059 – 201808),山楂对照药材(批号为 121626 – 201803),槟榔对照药材(批号为 120915 – 201813),大黄对照药材(批号为 120984 – 201202),芍药对照药材(批号为 110736 – 202145),川芎对照药材(批号为 120918 – 201813),均购自中国食品药品检定研究院;柴胡舒肝丸(编号为 S1 – S14),样品信息见表 1。

表 1 柴胡舒肝丸样品信息

Tab.1 Sample information of Chaihu Shugan Pills

编号	生产厂家	剂型	批号
S1	天津天士力(辽宁)制药有限责任公司	水蜜丸	20221015
S2		水蜜丸	20220820
S3		水蜜丸	20221129
S4		水蜜丸	20221005
S5	北京御生堂集团	大蜜丸	102142
S6		大蜜丸	20221024
S7	吉林省鑫辉药业有限公司	大蜜丸	20220523
S8		大蜜丸	20220505
S9		小蜜丸	20220502
S10	孔圣堂(唐山)制药有限公司	大蜜丸	220601
S11		小蜜丸	220601
S12		大蜜丸	220804
S13		小蜜丸	220905
S14		大蜜丸	20211101

2 方法与结果

2.1 试验条件

2.1.1 气相色谱条件

色谱柱:Shimadzu HP – 5MS 型毛细管柱(30 m × 0.25 mm, 0.25 μ m);载气:氦气(纯度 $\geq$ 99.999%);流速:1.0 mL / min;进样口温度:250 $^{\circ}$ C;进样量:1 μ L;分流比:20:1;升温程序:起始温度 60 $^{\circ}$ C、保持 4 min,以 10 $^{\circ}$ C / min 的速率升至 170 $^{\circ}$ C、保持 4 min,以 5 $^{\circ}$ C / min

的速率升至280℃、保持10 min。

2.1.2 质谱条件

离子源:电子轰击离子源;轰击能量:70 eV;离子源温度:230℃;传输线温度:250℃;溶剂延迟时间:4 min;数据扫描模式:全扫描;质荷比(m/z):55~550。

2.2 溶液制备

取样品(大蜜丸剪碎、小蜜丸剪碎、水蜜丸)适量,精密加入等量硅藻土,研细,取5 g,加二氯甲烷50 mL,超声(功率为200 W,频率为30 kHz)处理10 min,提取2次,滤过,合并滤液,并浓缩至5 mL,0.22 μm滤膜滤过,即得供试品溶液。取对照药材1 g,加二氯甲烷20 mL,超声(功率为200 W,频率为30 kHz)处理10 min,滤过,滤液浓缩至5 mL,0.22 μm滤膜滤过,作为对照药材溶液。

2.3 方法学考察

精密度试验:取样品(编号为S1)适量,精密称定,按2.2项下方法制备供试品溶液,按2.1项下试验条件连续进样测定6次,记录总离子流色谱图。以总离子流色谱图中面积最大的28号峰为参照峰计算各特征峰的相对保留时间和参照峰相对面积,结果各特征峰相对保留时间和参照峰相对面积的RSD均小于3.0%($n=6$),表明仪器精密度良好,符合指纹图谱要求。

稳定性试验:取样品(编号为S1)适量,精密称定,按2.2项下方法制备供试品溶液,于室温下分别放置0, 2, 6, 10, 14, 24 h时按2.1项下试验条件进样测定,记录总离子流色谱图。以总离子流色谱图中面积最大的28号峰为参照峰,结果各特征峰相对保留时间的RSD均小于0.91%($n=6$),相对峰面积的RSD均小于1.95%($n=6$),表明供试品溶液室温下放置24 h内稳定性良好。

重复性试验:取样品(编号为S1)适量,精密称定,按2.2项下方法制备供试品溶液6份,按2.1项下试验条件连续进样测定6次,记录总离子流色谱图。以总离子流色谱图中面积最大的28号峰为参照峰,结果各特征峰相对保留时间和相对面积的RSD均小于2.99%($n=6$),表明方法重复性良好。

2.4 指纹图谱研究

2.4.1 指纹图谱建立和相似度计算

取14批样品(编号为S1-S14),依法制备供试品溶液,按2.1项下试验条件分别进样分析,记录色谱图。使用国家药典委员会中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A)软件对总离子流色谱图数据(.txt格式)进行分析,设置相关参照图谱,经过数据校正和Mark峰匹配后得到14批样品的GC-MS叠加指纹图谱(图1),以平均值法计算并建立对照指纹图谱(图2)。以对照指纹图谱

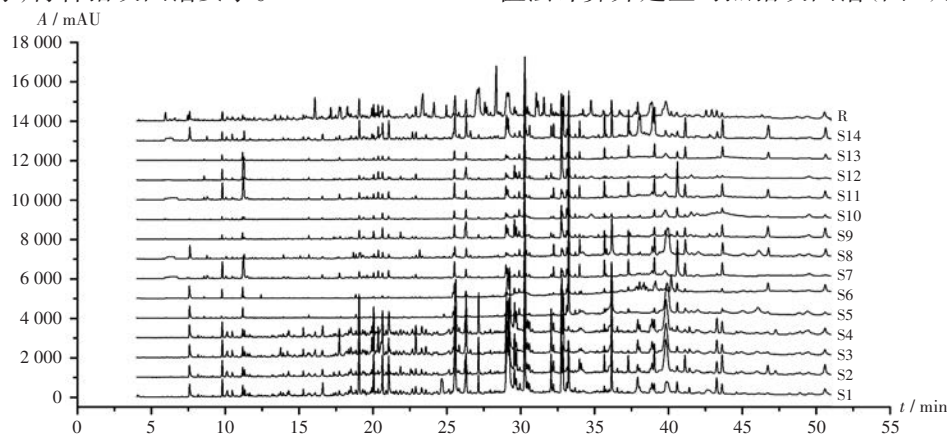


图1 柴胡舒肝丸气相色谱-质谱叠加指纹图谱

Fig. 1 GC-MS overlay fingerprint of 12 batches of Chaihu Shugan Pills

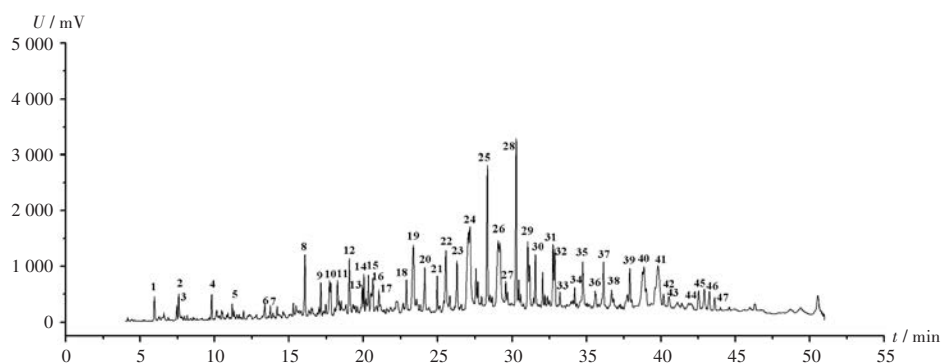


图2 柴胡舒肝丸气相色谱-质谱对照指纹图谱

Fig. 2 GC-MS reference fingerprint of Chaihu Shugan Pills

中面积最大的28号峰为参照峰,共确定47个共有峰。以共有模式作为参照,计算样品的相似度。结果见表2。其中,编号为S1-S4的样品的图谱与对照图谱相似度最高(不低于0.92);编号为S5和S6的样品的图谱相似度较低,在0.60左右;其余样品相似度在0.80~0.95之间。

表2 柴胡舒肝丸指纹图谱相似度评价结果

Tab. 2 Evaluation results of fingerprint similarity of Chaihu Shugan Pills							
编号		相似度		编号		相似度	
S1	0.92	S6	0.64	S11	0.95		
S2	0.93	S7	0.80	S12	0.82		
S3	0.92	S8	0.85	S13	0.83		
S4	0.94	S9	0.91	S14	0.81		
S5	0.66	S10	0.80				

2.4.2 共有峰指认和归属

对14批(编号为S1-S14)样品的GC-MS指纹图谱共有峰进行鉴定,结合质量离子色谱图,使用质谱库查询组分CAS号,参考美国国家标准与技术局(NIST)谱库及相关文献确定化合物名称,进行共有峰指认和对比,标定共有峰47个。对其中37个峰(峰面积占96%以上)进行鉴定,分析得到37种化学成分,并依据对照药材质谱数据和参考文献[4-12]确定归属,详见表3。

表3 柴胡舒肝丸GC-MS指纹图谱中37个共有峰指认结果

Tab. 3 Identification results of 37 common peaks in GC – MS fingerprint of Chaihu Shugan Pills											
序号	保留时间 (min)	中文名称	分子式	含量 (%)	来源	序号	保留时间 (min)	中文名称	分子式	含量 (%)	来源
1	7.51	蘑菇醇	C ₈ H ₁₆ O	1.32	白芍	20	29.70	油酸	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	1.39	柴胡 / 桔梗 / 防风 / 厚朴
2	9.81	辛酸	C ₈ H ₁₆ O ₂	1.52	桔梗	21	29.94	十六烷酰胺	C ₁₆ H ₃₃ NO	1.37	木香
3	10.48	苯甲酸	C ₇ H ₆ O ₂	0.90	豆蔻	22	30.29	厚朴酚	C ₁₈ H ₁₈ O ₂	12.25	厚朴
4	11.19	反-2-辛烯醛	C ₈ H ₁₄ O	0.76	桔梗	23	30.46	α-己基肉桂醛	C ₁₅ H ₂₀ O	1.27	豆蔻
5	15.29	2,4-二叔丁基酚	C ₁₄ H ₂₂ O	0.85	白芍 / 桔梗	24	32.22	二十烷	C ₂₀ H ₄₂	0.98	甘草 / 白芍
6	16.60	月桂酸	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	0.65	桔梗	25	32.76	厚朴酚	C ₁₈ H ₁₈ O ₂	5.56	厚朴
7	18.51	柏木脑	C ₁₅ H ₂₆ O	1.26	白芍 / 桔梗	26	32.86	大黄酚	C ₁₅ H ₁₀ O ₄	4.21	大黄
8	19.06	香橙烯	C ₁₅ H ₂₄	3.96	薄荷 / 乌药	27	33.24	亚油酸甲酯	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	2.69	木香
9	19.93	吉马酮	C ₁₅ H ₂₂ O	0.58	乌药 / 香附	28	35.65	二十二烷	C ₂₂ H ₄₆	0.98	半夏
10	20.04	α-香附酮	C ₁₅ H ₂₂ O	2.17	香附	29	37.27	二十四烷	C ₂₄ H ₅₀	0.56	半夏
11	20.34	姜黄醇	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	0.76	乌药 / 香附	30	38.05	汉黄芩素	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	1.21	大黄
12	20.64	藁本内酯	C ₁₂ H ₁₄ O ₂	2.06	当归	31	38.88	大黄素甲醚	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	1.43	大黄
13	21.08	十五烷酸	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	2.12	白芍 / 桔梗 / 防风	32	39.03	二十六烷	C ₂₆ H ₅₄	1.34	半夏
14	22.89	莪术双环烯酮	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	1.05	莪术	33	39.83	β-谷甾醇	C ₂₉ H ₅₀ O	8.66	白芍 / 半夏
15	25.59	十六烷酸	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	7.28	厚朴 / 甘草 / 薄荷 / 柴胡	34	40.58	13-二十二碳烯酰胺	C ₂₂ H ₄₃ NO	0.89	木香
16	26.30	去氢木香内酯	C ₁₅ H ₁₈ O ₂	3.91	木香	35	43.26	二十八烷	C ₂₈ H ₅₈	2.03	大黄
17	27.14	人参炔醇	C ₁₇ H ₂₄ O	2.25	乌药 / 防风	36	43.62	二十八烷	C ₂₈ H ₅₈	1.75	大黄
18	29.11	薄荷酮	C ₁₀ H ₁₈ O	11.69	薄荷	37	50.58	三十烷	C ₃₀ H ₆₂	1.04	大黄
19	29.57	9,12-十八碳二烯酸甲酯	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	2.91	桔梗 / 厚朴						

可见,主要成分包括厚朴酚(12.25%)、薄荷酮(11.69%)、β-谷甾醇(8.66%)、十六烷酸(7.28%)。结果表明,柴胡舒肝丸中挥发性成分主要来源于厚朴、薄荷、白芍、柴胡、半夏、乌药、香附、桔梗,上述药材约占组方配比的1/3,其挥发性成分约占70%。推测以上药材可能是柴胡舒肝丸挥发性成分发挥药效的主要成分。

2.4.3 系统聚类分析

聚类分析可有效将差异较大的样品分成不同组别,组内的组分越相似,组间差异越大,聚类效果越好。对5个厂家14批(编号为S1-S14)样品的总离子流色谱图色谱峰特征数据进行分类,选取面积最大的28号峰为参照峰进行面积量化,采用SPSS 26.0统计学软件进行系统聚类分析,以欧氏距离和离差平方和为测度。结果14批样品可聚为2类,编号为S5和S6的样品聚为Ⅰ类,编号为S1-S4和S7-S14的样品聚为Ⅱ类。详见图3。

3 讨论

3.1 供试品溶液制备方法与提取溶剂选择

曾考察超声提取法、挥发油提取法和回流提取法制备供试品溶液,结合样品总离子流图结果,回流提取法挥发性物质种类相对较少,超声提取法和挥发油提取法色谱峰及其峰面积无显著差异。综合考虑,选择超声提取法制备供试品溶液。通过比较二氯甲烷、乙酸乙

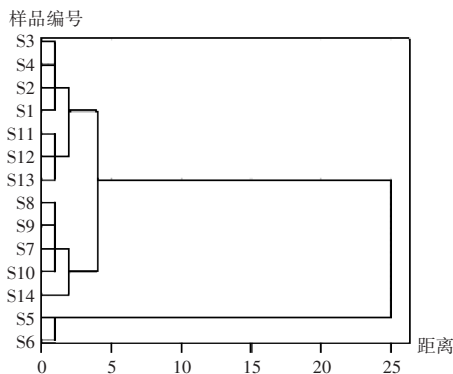


图3 柴胡舒肝丸气相色谱质谱聚类分析树状图

Fig. 3 GC - MS cluster trend diagram of Chaihu Shugan Pills

酯、正己烷、石油醚(30~60℃)和三氯甲烷提取溶剂得到总离子流图,发现二氯甲烷提取供试品溶液的色谱峰数量多且峰面积大,基线稳定,故选择二氯甲烷作为提取溶剂。

3.2 色谱条件选择

曾比较Shimadzu HP-5MS、DB-5MS、HP-17MS毛细管柱,发现HP-5MS的色谱峰分离效果更优,故选择Shimadzu HP-5MS毛细管柱。在优化升温程序时,以起始温度60℃、保持4 min,以5℃/min的速率升至170℃、保持15 min,其总离子流色谱图中色谱峰的信息很少。综合考虑,确定以10℃/min的速率升至170℃。

3.3 聚类分析与指纹图谱相似度分析结果

不同厂家柴胡舒肝丸挥发性成分种类和含量均存在差异,整体相似度为0.64~0.95,其中12批次4个厂家样品的相似度均大于0.80,属聚类分析的第Ⅱ类;编号S5和S6样品的相似度为0.64和0.65,属聚类分析的第Ⅰ类。这可能与厂家选取原药材基原不同、制备工艺存在差异有关。

3.4 方法评价

GC-MS联用技术可对挥发性成分进行测定,用于中草药及制剂有效成分的分析及真伪鉴别^[13]。GC-MS在分析应用中重复性良好,可参照商品化的谱库,得到化合物特征官能团有价值的信息;在不适用对照品的情况下,依据化合物裂解图谱对其进行定性分析,采用面积归一化法进行各组分百分含量的计算。本研究采用NIST谱库结合相关参考文献对柴胡舒肝丸中小分子挥发性成分进行定性分析,并计算各挥发性成分的含量。依据指纹图谱结果,确定柴胡舒肝丸中挥发性成

分主要来源于厚朴、薄荷、白芍、柴胡、半夏、乌药、香附、桔梗等药味,且多数为药材的活性成分。

本研究中建立的柴胡舒肝丸挥发性成分GC-MS测定方法可综合比较制剂的挥发性成分。指纹图谱分析结果表明,各厂家间存在质量差异,可能是制备工艺和药材来源不同,如药材种植地域与品种多样性,药材前处理和提取工艺与设备的差异性,均可能影响挥发性成分的含量。在后续研究中,将对不同药材基原、采收方法等条件制成制剂进行GC-MS分析,指导药材的规范使用。

参考文献

- [1] 张博文,叶耀辉,史毅,等. 超声提取柴胡挥发油工艺及其GC-MS分析[J]. 中药材,2018,41(3):665-669.
- [2] 迟玉广,李中阳,黄爱华,等. 不同产地薄荷饮片中挥发性成分的比较分析[J]. 安徽医药,2016,20(9):1661-1664.
- [3] 曹玲,王志刚,王连芝. 色谱法在中药指纹图谱研究中的应用[J]. 中国当代医药,2012,19(1):16-17.
- [4] 袁金凤,乔艺涵,彭诗涛,等. 厚朴及其不同炮制品中挥发性成分GC-MS分析[J]. 中成药,2019,41(6):1354-1357.
- [5] 赵朕雄,冯茹,符洁,等. GC-MS联用法分析不同产地白芍和赤芍挥发油成分[J]. 药物分析杂志,2015,35(4):627-634.
- [6] 彭加兵,严安定,陈昆鹏,等. 不同方法提取颍半夏挥发油化学成分的气相色谱-质谱联用法分析[J]. 中国药业,2019,28(9):25-27.
- [7] 赵金凯,康显杰,应泽茜,等. 通过GC-MS比较乌药直根与块根中挥发油化学组成[J]. 中华中医药杂志,2020,35(1):408-410.
- [8] 张跃飞,李鑫,孟宪生,等. 香附挥发油的生物活性及其GC-MS分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2015,20(14):32-35.
- [9] 喻格,朱丽丽,张玲. 气相色谱-质谱联用法测定桔梗中挥发油成分[J]. 中药新药与临床药理,2020,31(11):1373-1378.
- [10] 于夏,刘超,崔雪靖,等. 3种河南产薄荷挥发性成分分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(21):87-90.
- [11] 于静,陈威,张彦景,等. 柴胡安心胶囊挥发性成分气相色谱串联质谱指纹图谱研究[J]. 中国药业,2021,30(10):61-65.
- [12] 周海玲,许舜军,周若龙,等. 白芍、赤芍化学成分的高效液相色谱-飞行时间串联质谱分析[J]. 中药材,2018,41(7):1637-1640.
- [13] 庞颖,刘汉伟,高峰,等. 丹七软胶囊脂溶性成分的GC-MS指纹图谱研究[J]. 中国药房,2018,29(6):766-768.

(收稿日期:2023-03-09;修回日期:2023-08-21)

中国科技核心期刊 中国科技论文统计源期刊

《中国药业》杂志 欢迎投稿! 欢迎订阅!

邮发代号:78-130,各地邮局均可订阅;补订、破月订可向本刊办理。电话兼传真:(023) 86592565
网上投稿: <http://www.zhongguoyaoye023.com> 或 中国药业在线投稿系统