DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.08.044

UPLC－MS法测定蒲地蓝消炎片中7种有效成分含量的研究

丁小军[1],倪云波[1],唐亚军[2],闫涛[1]
(1. 宁波大学附属人民医院,宁波市鄞州人民医院医共体百丈东郊分院,浙江 宁波 315000;2. 宁波市中医院,浙江 宁波 315000)

摘要:目的 探究超高效液相色谱－质谱联用技术(Ultra－high performance liquid chromatography－mass spectrometry,HPLC－MS)法测定蒲地蓝消炎片中7种有效成分含量。方法 通过UPLC－MS,对蒲地蓝消炎片中的7种主要活性成分进行定量分析,比较不同生产厂家的蒲地蓝消炎片样品中这些活性成分的含量差异,旨在为蒲地蓝消炎片的质量评估提供科学依据。结果 精确量取一定量每种有效成分的标准溶液储备液,并将其转移到5 mL的量瓶中。依据既定的色谱分析条件进行测定,测定结果以峰面积的形式获得。将这些峰面积数据应用到相应的标准曲线方程中进行计算和记录。结果表明,在所研究的质量浓度范围内,每种有效成分的峰面积与其质量浓度间呈现出良好的线性相关性。不同有效成分(绿原酸、咖啡酸、菊苣酸、紫堇灵、黄芩苷、木犀草素、汉黄芩苷,以下稳定性、重现性、加样回收率顺序与这一顺序一致)中精密度的RSD分别为0.99%、0.31%、1.20%、1.47%、1.31%、1.29%、0.33%,色谱峰面积的相对标准偏差(Relative standard deviation of chromatographic peak area,RSD)值均小于1.46%,提示该仪器有较好精密度。经0、3、6、12、24、48 h记录峰面积评估稳定性,不同蒲地蓝消炎片有效成分RSD分别为1.14%、0.10%、0.84%、0.53%、0.46%、0.66%、0.84%,提示供试品溶液24 h内稳定性较优。测定峰面积评估重复性,不同蒲地蓝消炎片有效成分RSD分别为1.28%、1.75%、1.43%、1.04%、2.39%、0.93%、2.61%,提示UPLC－MS/MS技术具有较好的重复性。有效成分RSD平均回收率分别为99.53%(RSD为2.38%)、100.63%(RSD为2.27%)、98.95%(RSD为2.29%)、101.58%(RSD为1.38%)、100.95%(RSD为2.25%)、97.26%(RSD为0.91%)、98.56%(RSD为1.92%)。不同厂家蒲地蓝消炎片样品中各种有效成分均存在显著差异。结论 UPLC－MS技术以其卓越的精密度、稳定性和重复性,能全面地揭示不同批次和不同生产厂家的蒲地蓝消炎片的质量状况,该方法对于客观评估药品质量、确保药品的质量和提升临床疗效都具有重要的积极影响。

关键词:UPLC－MS法;蒲地蓝消炎片;有效成分
中图分类号:R284.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-7717(2026)08-0215-04

Study on Determination of Seven Active Ingredients in Pudilan Anti－Inflammatory Tablets (蒲地蓝消炎片) by UPLC－MS Method

DING Xiaojun[1], NI Yunbo[1], TANG Yajun[2], YAN Tao[1]
(1. The Affiliated People's Hospital Ningbo University Medical Baizhang Dongjiao Branch, Ningbo Yinzhou People's Hospital Community, Ningbo 315000, Zhejiang, China;
2. Ningbo Traditional Chinese Medicine Hospital, Ningbo 315000, Zhejiang, China)

Abstract: *Objective* To investigate the determination of seven active ingredients in Pudilan Anti－Inflammatory Tablets (蒲地蓝消炎片) by ultra－high performance liquid chromatography－mass spectrometry (UPLC－MS) method. *Method* UPLC－MS was used to quantitatively analyze the seven main active ingredients in Pudilan Anti－Inflammatory Tablets. The differences in the contents of these active ingredients in the samples of Pudilan Anti－Inflammatory Tablets from different manufacturers were compared, aiming to provide scientific basis for the quality evaluation of Pudilan Anti－Inflammatory Tablets. *Result* A certain amount of standard solution stock solution for each active ingredient was accurately measured and transferred to a 5 mL volumetric flask. According to the established chromatographic analysis conditions, the measurement results were obtained in the form of peak area. The peak area data was applied to the corresponding standard curve equations for calculation and recording. The results indicated that within the studied concentration range, there was a good linear correlation between the peak area of each active ingredient and its mass concentration. The relative standard deviation (RSD) values of precision in different active ingredients (chlorogenic acid, caffeic acid, chicory acid, purple violet spirit, baicalin, luteolin and baicalin in the same order of stability, reproducibility and recovery rate) were 0.99%, 0.31%, 1.20%, 1.47%, 1.31%, 1.29% and 0.33%, respectively. The RSD values of chromatographic peak area were all less than 1.46%, indicating that the instrument had good precision. After recording

基金项目:浙江省中医药科技计划项目(2023ZL418)
作者简介:丁小军(1980－),男,浙江宁波人,主管中药师,学士,研究方向:中药学。
通讯作者:闫涛(1981－),男,江苏宁波人,副主任医师,硕士,研究方向:泌尿外科临床。E-mail:ytao.0505@163.com。

peak areas at 0,3,6,12,24,48 h to evaluate stability, the RSD values of different active ingredients in Pudilan Anti - Inflammatory Tablets were 1.14%, 0.10%, 0.84%, 0.53%, 0.46%, 0.66% and 0.84%, respectively, indicating that the stability of the test solution was better within 24 hours. The peak area was measured to evaluate the repeatability, and the RSD values of different active ingredients in Pudilan Anti - Inflammatory Tablets were 1.28%, 1.75%, 1.43%, 1.04%, 2.39%, 0.93% and 2.61%, respectively, indicating that UPLC - MS/MS technology had good repeatability. The average RSD recovery rates of the active ingredients were 99.53% (RSD 2.38%), 100.63% (RSD 2.27%), 98.95% (RSD 2.29%), 101.58% (RSD 1.38%), 100.95% (RSD 2.25%), 97.26% (RSD 0.91%) and 98.56% (RSD 1.92%), respectively. There were significant differences in various effective ingredients in samples of Pudilan Anti - Inflammatory Tablets from different manufacturers. *Conclusion* UPLC - MS technology, with its excellent precision, stability and repeatability, can comprehensively reveal the quality status of Pudilan Anti - Inflammatory Tablets from different batches and manufacturers. This method has important positive effects on objectively evaluating drug quality, ensuring the drug quality and improving the clinical efficacy.

Keywords: UPLC - MS method; Pudilan Anti - Inflammatory Tablets (蒲地蓝消炎片); effective ingredients

蒲地蓝消炎片是一种由黄芩、蒲公英、板蓝根和苦地丁四种中药材配伍而成的中成药，具备清热、解毒、抗炎和消肿的功效[1]。在医疗实践中，蒲地蓝消炎片主要用于治疗疖肿、扁桃体炎、咽炎和支气管炎等病症[2]。有研究报道指出，蒲地蓝消炎片与西药的联合应用在治疗病毒性肺炎和肺炎链球菌感染等病症时，能发挥协同效应。蒲地蓝消炎片的质量评估主要依赖于高效液相色谱（high - performance liquid chromatography，HPLC）技术，通过该技术检测其关键成分或部分主要成分的含量[3]。采用的检测手段仅能测定蒲地蓝消炎片中的少数成分，不足以全面代表其整体质量，因此无法实现对蒲地蓝消炎片质量的全面评估[4]。相关研究表明，超高效液相色谱 - 质谱联用技术（Ultra - high performance liquid chromatography - mass spectrometry，HPLC - MS）凭借其更高的分离度、更快的分析速度和优异的灵敏度，能够在短时间内实现多种成分的同时检测，尤其适用于中药复方复杂体系的多指标质量评价[5-6]。该技术已逐渐成为中药质量控制领域的重要手段。基于此，本项目就 UPLC - MS 法测定蒲地蓝消炎片中 7 种有效成分含量进行分析，研究如下。

1 资料与方法

1.1 仪器和试剂

离子质谱仪、超高效液相色谱仪，上海科哲生化科技有限公司；电热恒温鼓风干燥箱，深圳市国标易技术有限公司；超纯水系统，杭州设备有限公司；中草药粉碎机，长沙百思得电子科技有限公司；紫外分光光度计，东莞市鑫洋仪器设备有限公司。

1.2 试药

对照品：黄芩苷（批号 110715 - 201318）、R - S 告依春（批号 111753 - 6BA31）、紫堇灵（批号 111734 - 18333）（成都乐美天医药科技开发有限公司）；甲醇、乙腈均为色谱纯，水为超纯水，其余试剂均为分析纯，院内实验室提供。

研究收集了市售 9 个不同厂的蒲地蓝消炎片，选择国内各地药店及零售店，并进行随机编号，分别为 S1 ~ S9，见表 1。另外选择 S1 同一厂家的不同批次药品，其批号分别为 120353、120119、111324、120318、112151。

1.3 样品溶液的制备

取蒲地蓝消炎片 20 片，去除包衣，研细，混匀，药品研磨成粉末并过筛，精密称取细粉 1.2 g，置于具塞锥形瓶中，精密加入体积分数为 50% 甲醇溶液 40 mL，称定质量，超声 40 min。取出，放冷，再称定质量，用体积分数为 50% 甲醇溶液补足减失的质量，摇匀，用 0.22 μm 滤膜滤过，取续滤液即得。

表 1 蒲地蓝消炎片来源厂家及批号

编号	厂家	批号
S1	特一药业集团股份有限公司	151204
S3	秦皇岛大恩药业有限公司	151202
S6	天津中天制药有限公司	145425
S9	广东佰和药业有限公司	151107
S12	云南白药集团股份有限公司	60940A2
S14	天津中新药业集团股份有限公司中药制药厂	150927
S15	天长亿帆制药有限公司	ZT109357
S16	山东孔府制药有限公司	1502202
S19	天津药达仁堂集团股份有限公司隆顺榕制药厂	150302

1.4 色谱条件

色谱柱为 ACQUITY UPLC® BEH C_{18} 色谱柱（2.1 mm × 100 mm，1.7 μm）；体积流量为 0.4 mL/min；检测波长 210 nm；进样量 2 μL。流动相为乙腈（A）~ 0.1% 磷酸水溶液（B）；梯度洗脱：0 ~ 5 min 体积分数为 5% ~ 10% A，5 ~ 35 min 体积分数为 10% ~ 32% A，35 ~ 40 min 体积分数为 32% ~ 60% A，45 ~ 50 min 体积分数为 60% A；柱温：35 ℃。

1.5 指纹图谱研究

1.5.1 精密度实验 从蒲地蓝消炎片中提取样本，制备成试验溶液，并连续注入 6 次以获取指纹图谱。计算得到的色谱峰面积的相对标准偏差（relative standard deviation of chromatographic peak area，RSD）显示，所有色谱峰的相对保留时间的 RSD 都低于 0.06%。此外，相对峰面积的 RSD 低于 1.5%，且相似度均值超过 0.9，提示仪器具有较高的精密度。

1.5.2 稳定性实验 精确地取样供试品溶液，并在 0、2、4、6、12 和 24 h 的时间点进行进样，记录 UPLC 色谱图。以第 9 个色谱峰作为参照内标峰，计算了每个色谱峰的相对保留时间、相对峰面积及其 RSD，结果提示 RSD 均低于 0.6% 和 5.12%，且相似度均在 0.9 以上，蒲地蓝消炎片的供试品溶液在 24 h 内保持稳定。

1.5.3 重复性实验 收集了同一批次编号的蒲地蓝消炎片共 6 份，制备成试验溶液，并在设定的色谱条件下进行进样分析，记录下指纹图谱。计算每个色谱峰的相对保留时间、相对峰面积以及 RSD，结果显示 RSD 分别在 0.16% 和 5.4% 以下，相似度均大于 0.9，提示具有较好的重复性。

1.5.4 回收性试验 精确地称量同一批次编号的蒲地蓝消炎片，每份重量为 5 g，并向其中添加所有有效成分的标准品，以制备试验溶液，记录峰面积并计算回收率。

1.6 统计学处理

使用 SPSS 26.0 软件进行数据处理，利用药典委员会提供

的中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件进行评估，组间均值通过 t 检验进行比较，实验数据以平均值 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）的形式呈现。

2 结果

2.1 线性关系考察

分别精密吸取适量的有效成分标准品储备液，放置于 5 mL 容量瓶内，根据色谱条件予以测定，获得的峰面积代入标准曲线进行测算和记录，见表 2，提示各项有效成分在各自质量浓度范围内具有较好的线性关系。

表 2 蒲地蓝消炎片中不同成分的回归方程、相关系数、线性范围回归方程

标准品	回归方程	r 值	线性范围/（μg/mL）
绿原酸	Y = 5 356 100.4X − 10 324	0.999 8	0.019 ~ 0.378
咖啡酸	Y = 8 340 232X − 41 603	0.999 3	0.009 ~ 0.159
菊苣酸	Y = 20 886 043.5X + 86	0.999 7	0.039 ~ 0.689
紫堇灵	Y = 7 892 993.5X + 11.350	0.999 6	0.017 ~ 0.258
黄芩苷	Y = 10 892 763.2X + 11 189	0.999 8	0.268 ~ 4.482
木犀草素	Y = 4 950 333X + 4 763.18	0.999 8	0.035 ~ 0.568
汉黄芩苷	Y = 5 278 109X − 7 768.2	0.999 9	0.069 ~ 1.120

2.2 精密度、稳定性、重现性、加样回收率实验

精密度：不同有效成分（绿原酸、咖啡酸、菊苣酸、紫堇灵、黄芩苷、木犀草素、汉黄芩苷，以下稳定性、重现性、加样回收率顺序与这一顺序一致）中的 RSD 值均小于 1.46%，提示该仪器有较好精密度。见表 3。

稳定性：经 0、3、6、12、24、48 h 记录峰面积评估稳定性，不同蒲地蓝消炎片有效成分 RSD 值均小于 1.90%，提示供试品溶液 24 h 内稳定性较优。见表 3。

重复性：测定峰面积评估重复性，不同蒲地蓝消炎片有效成分 RSD 值均小于 2.59%，提示 UPLC − MS/MS 技术具有较好的重复性。见表 3。

表 3 7 种成分的精密度、稳定性、重复性实验的 RSD 值

单位：%

成分	精密度	稳定性	重复性
绿原酸	0.99	1.14	1.28
咖啡酸	0.31	0.10	1.75
菊苣酸	1.20	0.84	1.43
紫堇灵	1.47	0.53	1.04
黄芩苷	1.31	0.46	2.39
木犀草素	1.29	0.66	0.93
汉黄芩苷	0.33	0.84	2.61

加样回收率实验：精密量取已知含量的蒲地蓝消炎片，每份 0.5 mL，共 6 份。有效成分 RSD 平均回收率分别为 99.53%（RSD 为 2.38%）、100.63%（RSD 为 2.27%）、98.95%（RSD 为 2.29%）、101.58%（RSD 为 1.38%）、100.95%（RSD 为 2.25%）、97.26%（RSD 为 0.91%）、98.56%（RSD 为 1.92%）。见表 4。

2.3 含量测定

取蒲地蓝消炎片适量，根据以上制备供试品溶液，色谱条件进样，测定 7 种成分的含量。见表 5。

3 讨论

中药复方中的成分较为复杂，在作用后会相互影响，导致药效表现出不同的差异。

表 4 7 种成分的回收率（n = 6）

成分	吸取量/（mL）	样品中量/（mg）	加入量/（mg）	测得量/（mg）	回收率/（%）	平均回收率/（%）	RSD/（%）
绿原酸	0.5	0.080 6	0.085 5	0.167 8	102.55	99.53	2.38
				0.167 3	101.89		
				0.164 5	97.54		
				0.166 3	100.00		
				0.164 2	98.95		
				0.168 2	96.24		
咖啡酸	0.5	0.040 1	0.041 0	0.081 2	98.04	100.63	2.27
				0.082 0	101.97		
				0.080 1	101.68		
				0.083 0	97.68		
				0.082 0	103.64		
				0.081 7	100.75		
菊苣酸	0.5	0.354 9	0.345 4	0.700 5	100.10	98.95	2.29
				0.684 2	95.90		
				0.692 0	97.50		
				0.697 0	98.56		
				0.696 8	98.97		
				0.710 2	102.65		
紫堇灵	0.5	0.062 3	0.062 5	0.126 7	101.39	101.58	1.38
				0.125 9	101.90		
				0.123 8	99.48		
				0.125 1	100.76		
				0.126 5	102.49		
				0.126 8	103.47		
黄芩苷	0.5	31.193 3	3.097 5	6.378 4	102.90	100.95	2.25
				6.248 3	98.69		
				6.395 4	105.49		
				6.306 7	100.55		
				6.210 3	97.89		
				6.297 0	100.21		
木犀草素	0.5	0.141 6	0.144 0	0.278 9	96.49	97.26	0.91
				0.281 9	98.19		
				0.281 5	97.88		
				0.280 1	96.28		
				0.279 5	96.70		
				0.281 0	98.03		
汉黄芩苷	0.5	0.273 9	0.278 5	0.557 9	101.89	98.56	1.92
				0.542 9	96.50		
				0.546 6	97.68		
				0.549 2	99.42		
				0.549 2	98.47		
				0.545 1	97.42		

表 5 不同厂家生产的蒲地蓝消炎片中有效成分分析

单位：mg/mL

样品	绿原酸	咖啡酸	菊苣酸	紫堇灵	黄芩苷	木犀草素	汉黄芩苷
S1	0.165	0.083	0.709	0.125	6.398	0.289	0.549
S2	0.159	0.087	0.649	0.137	6.283	0.303	0.504
S3	0.167	0.080	0.669	0.131	6.353	0.280	0.539
S4	0.162	0.075	0.701	0.142	6.210	0.305	0.558
S5	0.168	0.077	0.649	0.128	6.092	0.277	0.515
S6	0.160	0.081	0.667	0.134	6.172	0.283	0.527
S7	0.169	0.080	0.682	0.137	6.121	0.276	0.534
S8	0.169	0.085	0.674	0.140	6.405	0.270	0.514
S9	0.163	0.073	0.709	0.129	6.374	0.286	0.533

在《中华人民共和国药典》中,蒲地蓝消炎片的质量控制标准主要依据菊苣酸和黄芩苷的含量,采用 UPLC 法进行测定,但这种方法存在耗时较长且无法同时测定多个成分的不足[7]。先前的研究已经发现,UPLC – MS 分析技术因其科学性、合理性以及高灵敏度等优点而受到推崇[8-10]。前期相关学者,通过 UPLC – MS 分析蒲地蓝消炎片中咖啡酸的含量[11],实验中样品经 5% 甲酸和 50% 甲醇溶液超声处理 40 min,实验数据表明,在 0.034 8 ~ 0.348 μg 的范围内,咖啡酸含量与响应值之间存在良好的线性关系,相关系数 r 为 0.999 9。此外平均加样回收率为 97.6%,RSD 达到 1.5%[12],研究为测定蒲公英中主要活性成分咖啡酸的含量,提供一种相对简单的分析技术[13-16]。此外还有研究人员,应用 UPLC – MS 技术对蒲地蓝消炎口服液中的紫堇灵含量进行分析,在此过程中,样品通过甲醇超声处理 30 min,在 C_{18} 色谱柱的使用下[17],流动相由甲醇和浓度为 0.015 mol/L、pH 值为 6.7 的磷酸盐缓冲液按 80∶20 的比例混合,色谱条件设定为:检测波长 289 nm,流速 1.0 mL/min,进样量 10 μL,柱温 30 ℃,结果显示紫堇灵线性范围是 0.200 4 ~ 1.002 μg,平均加样回收率达到 99.50%,相对标准偏差(RSD)为 0.1%,且样品在 10 h 内保持稳定,提示这种方法易于操作,样品处理过程简单,为蒲地蓝消炎片中药材的质量控制提供参考[18]。在本项实验中,应用 UPLC – MS 方法在原有的常见有效成分含量测定的基础上,额外增加了绿原酸、咖啡酸、紫堇灵、木犀草素和汉黄芩苷 5 种成分的测定。实验中选择 C_{18} 色谱柱对色谱峰形状和分离效果的影响[19],色谱柱的使用结果显示色谱峰的形状和分离效果均表现良好[20];应用乙腈 – 体积分数为 0.1% 的磷酸水溶液作为流动相进行梯度洗脱时,色谱峰形状和分离效果的影响进行研究,实验数据表明在这种流动相条件下,色谱峰的形状和分离效果均表现良好。试验采用超声提取法作为提取供试品的方法[21],并应用 50% 甲醇溶液进行 15 分钟的超声提取,能获得较好的各成分响应值,确保各成分被完全提取。结果显示,采取 UPLC – MS 方法不仅操作简便、检测快速,而且能够更全面地评估蒲地蓝消炎片的质量,满足了中药制剂整体评价的需求[22-27]。

在本次实验中,我们利用 UPLC – MS 技术,在短短 15 min 内便能同时测定蒲地蓝消炎片中的 7 种成分含量。这表明 UPLC – MS 技术具有出色的精密度、稳定性和重现性,能够全面反映不同生产厂家蒲地蓝消炎片的质量状况。这种方法不仅为蒲地蓝消炎片的质量标准研究提供了有价值的参考,而且对于临床药效的提升也具有重要的促进作用。

参考文献

[1] 王琼芬, 张梦奇, 石婧, 等. 基于一测多评结合响应面法的蒲地蓝消炎片多指标成分含量测定[J]. 药物分析杂志, 2023, 43(12): 2044 – 2052.
[2] 刘婷, 石婧, 陆羚子, 等. 综合策略法评价蒲地蓝消炎片有害元素污染风险[J]. 化学分析计量, 2023, 32(9): 10 – 16.
[3] 李萱, 丁珂, 杨挡, 等. 蒲地蓝消炎口服液中黄芩提取工艺优化及其性质、含量及药动学研究[J]. 中草药, 2023, 54(10): 3101 – 3108.
[4] 杨雪, 范秀东, 任晓楠, 等. 基于网络药理学和分子对接技术探讨蒲地蓝消炎口服液治疗急性咽炎的作用机制[J]. 辽宁中医杂志, 2022, 49(9): 157 – 161, 226 – 227.
[5] 姜慧祯, 刘学杰, 王军栋, 等. 蒲地蓝消炎片定性定量研究[J]. 药学研究, 2019, 38(2): 87 – 90.
[6] 惠西珂. 蒲地蓝消炎口服液原料药资源评估研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2021.
[7] 阮仁余, 邓祥敏, 王朝, 等. UPLC 法同时测定蒲地蓝消炎口服液中 9 种成分的含量[J]. 西北药学杂志, 2021, 36(2): 194 – 197.
[8] 李萱, 丁珂, 杨挡, 等. 基于物料性质表征的小儿蒲地蓝消炎糖浆剂型优化评价研究[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(21): 5746 – 5756.
[9] 杨挡, 姜梦华, 李陈子, 等. 基于网络药理学技术挖掘蒲地蓝消炎口服液的活性组分与作用机制[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(18): 4291 – 4298.
[10] 屈蓉, 仇雅静. HPLC 法同时测定消炎片中秦皮乙素、菊苣酸、黄芩苷和蒙花苷的含量[J]. 亚太传统医药, 2018, 14(10): 48 – 51.
[11] 蒋磊, 孟祥松, 李军, 等. 蒲地蓝消炎口服液质量控制方法的研究[J]. 齐鲁药事, 2012, 31(2): 75 – 77.
[12] 吴婷, 储继红, 许美娟, 等. 高效液相色谱 – 串联质谱联用法测定蒲地蓝消炎口服液中六种成分的含量[J]. 中国药物与临床, 2017, 17(9): 1257 – 1261.
[13] 曾祥素, 欧阳波. 蒲地蓝消炎口服液含量测定方法的研究进展[J]. 临床合理用药杂志, 2021, 14(26): 179 – 181.
[14] 张俊伟, 谢丽娜, 张斌, 等. MSPE – HPLC 测定蒲地蓝口服液中咖啡酸和阿魏酸含量[J]. 化学研究与应用, 2019, 31(5): 987 – 992.
[15] 李超, 苏晓楠, 朱法根, 等. 蒲地蓝消炎口服液源头把控——基于超高效液相指纹图谱的蒲公英药材质量研究[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(18): 4307 – 4315.
[16] 王冬艳, 肖望书, 陈雁, 等. HPLC 法测定蒲地蓝口服液中咖啡酸的含量[J]. 临床医药实践, 2019, 28(3): 218 – 221.
[17] 黄然, 姜梦华, 孙娥, 等. 蒲地蓝消炎口服液醇沉环节质量标志物的有效传递研究[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(21): 5757 – 5764.
[18] 桂正杰, 申凯, 黄明浩, 等. 不同产地紫堇属植物生物碱类成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2023, 35(3): 410 – 419.
[19] 张浩, 李木子, 翟晓婷, 等. 紫堇灵的分离制备及抗炎活性[J]. 中国药科大学学报, 2017, 48(6): 715 – 720.
[20] 张晓峰, 张宏, 李小云, 等. 高速逆流色谱 – UPLC – Q – TOF – MS/MS 法分离制备延胡索中脱氢紫堇碱和海罂粟碱[J]. 中草药, 2016, 47(24): 4351 – 4356.
[21] 赵利娟, 高文雅, 顾欣如, 等. 蒲地蓝消炎口服液化学成分鉴定及归属研究[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(8): 1573 – 1587.
[22] 王宗伟, 李雪娜, 刘畅, 等. 基于 UPLC – MS/MS 多反应监测的温心方人参皂苷 Rb1、肉桂酸、芍药苷及小檗碱同时定性定量分析[J]. 国际中医中药杂志, 2022, 44(10): 1138 – 1143.
[23] 袁子民, 原明月, 王静, 等. 基于 UPLC – Q – Exactive Orbitrap – MS 技术分析炙淫羊藿炮制前后对细胞内源性代谢物的影响[J]. 国际中医中药杂志, 2024, 46(4): 485 – 491.
[24] 李小英, 张志鹏, 田洪岭, 等. 基于 UPLC – Q – TOF – MS/MS 和分子网络技术的远志木心成分定性分析[J]. 中国药学杂志, 2023, 58(21): 1916 – 1921.
[25] 肖建才, 闫滨滨, 万修福, 等. 基于指纹图谱和 UPLC – MS/MS 定量测定对不同产地陈皮的质量评价研究[J]. 中草药, 2023, 54(10): 3302 – 3311.
[26] 杨志富, 欧晓明, 曾利红, 等. UPLC – MS/MS 测定水和土壤中唑啉草酯及其代谢物的方法验证[J]. 现代农药, 2021, 20(6): 29 – 33.
[27] 覃冬杰, 丘莹, 王宏虹, 等. 马蹄金中 10 种真菌毒素 UPLC – MS/MS 检测方法的建立[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2023, 49(5): 530 – 536.