

· 论著 ·

实脾消水凝胶贴膏的薄层色谱鉴别和含量测定研究

马秉智, 梁莹莹, 王海洋, 唐永和, 李 栋, 赫 军 (中日友好医院药学部, 北京 100029)

[摘要] 目的 建立实脾消水凝胶贴膏的薄层色谱鉴别和含量测定方法。方法 采用薄层色谱法(TLC)对制剂中的黄芪、车前子、莪术、桂枝、猪苓、预知子进行鉴别;采用超高效液相色谱-串联质谱法(UPLC-MS)对制剂中君药黄芪所含成分黄芪甲苷进行含量测定。结果 TLC 鉴别图斑点清晰,分离度好,阴性对照无干扰;黄芪甲苷的质量浓度在 2.75~33 μg/ml 范围内与峰面积积分值呈良好的线性关系($r=0.999\ 9$, $n=6$),精密度、重复性、稳定性实验的 RSD<3%,平均加样回收率为 100.49%(RSD=1.98%, $n=6$)。结论 本研究所建立的方法准确可靠、专属性强,可用于实脾消水凝胶贴膏的质量控制。

[关键词] 实脾消水凝胶贴膏;质量标准;薄层色谱法;超高效液相色谱-串联质谱法;黄芪甲苷

[文章编号] 2097-2024(2023)11-0662-04

[DOI] 10.12206/j.issn.2097-2024.202205054

TLC identification and quantitative determination of Shipi Xiaoshui gel plaster

MA Bingzhi, LIANG Yingying, WANG Haiyang, TANG Yonghe, LI Dong, HE Jun (Department of Pharmacy, China Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China)

[Abstract] **Objective** To establish the method of thin layer chromatography (TLC) for identification and quantitative determination of Shipi Xiaoshui gel plaster. **Methods** TLC was adopted to qualitatively identify astragalus radix, plantaginis semen, curcuma rhizome, cinnamomi ramulus, polyporus umbellatus and akebia quinata. UPLC-MS was used to determine the content of astragaloside IV. **Results** TLC spots were clear and well-separated; RSDs of precision, reproducibility and stability tests were all lower than 3%, the linear range of astragaloside IV was 2.75-33 μg/ml ($r=0.999\ 9$, $n=6$), and the average recovery was 100.49% (RSD=1.98%, $n=6$). **Conclusion** The established method in this study is accurate, reliable and specific, which could be used for the quality control of Shipi Xiaoshui gel plaster.

[Key words] Shipi Xiaoshui gel plaster; quality standard; thin layer chromatography; UPLC-MS; astragaloside IV

实脾消水浸膏为中日友好医院的自制中药制剂,来源于中西医结合肿瘤内科李佩文教授的经验方“消水Ⅱ号”,处方由黄芪、车前子、红花等组成,具有益气活血、渗湿利水的功能,临床用于癌性胸腹水的辅助治疗,能明显的延长晚期肿瘤患者的生存期,提高晚期肿瘤患者的生存质量^[1-3]。到目前为止,该制剂在院内已使用近三十年,由于这种浸膏剂使用不方便,因此,根据临床需要,本课题组将其改为凝胶贴膏剂。为了更好地控制它的质量,本文采用薄层色谱法(TLC)对其中的黄芪、车前子、莪术、桂枝、猪苓、预知子进行定性鉴别,采用超高效液相色谱-串联质谱法对制剂中君药黄芪所含成分

黄芪甲苷进行含量测定,现报道如下。

1 仪器与试药

1.1 仪器

Ultimate 3000 高效液相色谱仪、Q Exactive™ 组合型四级杆 Orbitrap 质谱仪(赛默飞公司);BSA224S 型电子天平(德国赛多利斯仪器系统有限公司);DZKW-4 电子恒温水浴锅(北京中兴伟业仪器有限公司);RE-52AA 旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂);ZF-90 型暗箱式紫外投射仪(上海顾村电光仪器厂);硅胶 G 薄层板(青岛海洋化工分厂)。

1.2 试药

实脾消水凝胶贴膏(自制,批号:20180102、20180115、20180203);黄芪甲苷(批号:110781-201616)、京尼平苷酸(批号:111828-201604)、毛蕊花糖苷(批号:111530-201713)、吉马酮(批号:111665-201605)、麦角甾醇(批号:111845-201403)、桂枝对照药材(批号:121191-201605)、预知子对照药材(批号:121492-201102)购自中国食品药品检定研

[基金项目] 中日友好医院 2018 年院级科研基金资助项目(编号:2017-2-QN-14);2023 年全国中药特色技术传承人才培养项目(编号:T20234832005);中日友好医院“菁英计划”人才培养工程(No.ZRJY2021-TD06)

[作者简介] 马秉智,硕士,副主任药师,研究方向:中药制剂研究与开发,Email:mbz20052002@aliyun.com

[通信作者] 赫 军,博士,主任药师,研究方向:天然药物研究与开发,Email:hj811229@126.com

究院;乙腈为色谱纯,水为高纯水,其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 TLC 鉴别

2.1.1 黄芪

取本品 1 片,除去保护膜后,称取药膏 10 g,加甲醇 100 ml,加热回流 1 h,滤过,滤液蒸干,残渣加水 30 ml 使溶解,用水饱和正丁醇振摇提取 2 次,每次 30 ml,合并正丁醇液,用水洗涤 2 次,每次 20 ml,弃去水液,正丁醇液蒸干,残渣加甲醇 5 ml 使溶解,加于中性氧化铝柱(100~120 目,5 g,内径为

10~15 mm)上,用 40% 甲醇 100 ml 洗脱,收集洗脱液,蒸干,残渣加甲醇 0.5 ml 使溶解,作为供试品溶液。另取黄芪甲苷对照品,加甲醇制成每 1 ml 含 1 mg 的溶液,作为对照品溶液。取除黄芪外的其他药材制成凝胶贴膏,按照上述方法制备黄芪的阴性对照溶液。按照《中国药典》2020 年版的薄层色谱法^[4],吸取供试品溶液、阴性溶液各 6 μ l,黄芪甲苷对照品溶液 1 μ l,分别点于同一硅胶 G 薄层板上,以三氯甲烷-甲醇-水(13:5:0.6)为展开剂,展开,取出,晾干,置紫外光灯(365 nm)下检视,供试品色谱中,在与对照品色谱相应的位置上,显相同的橙黄色荧光斑点,且阴性无干扰,结果见图 1A。

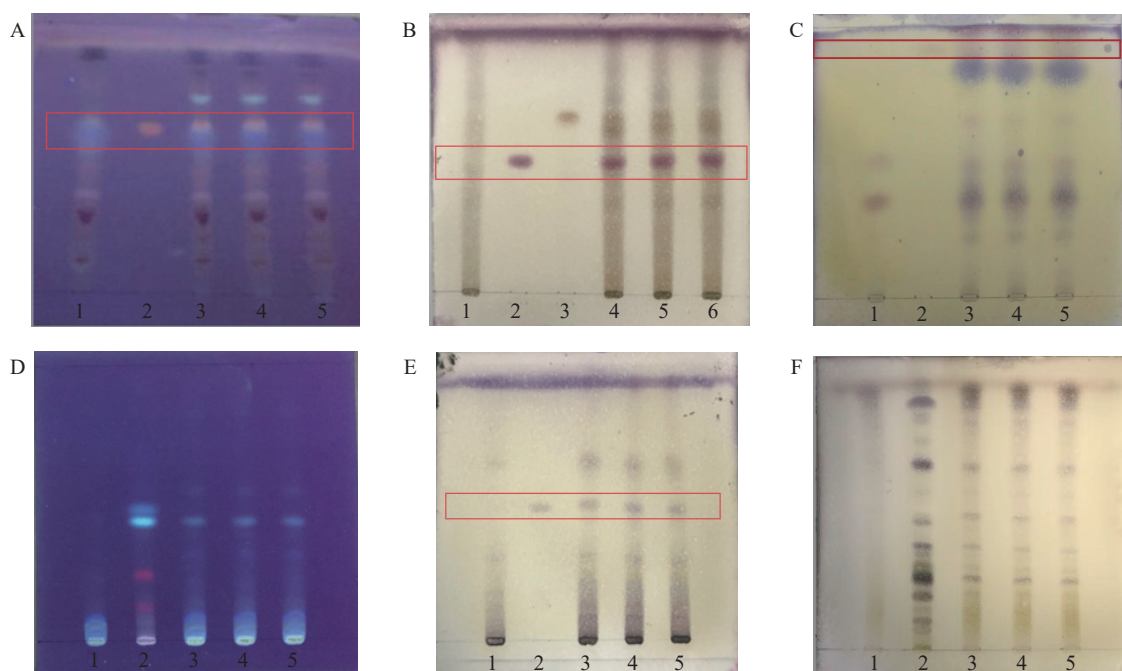


图 1 实脾消水凝胶贴膏 TLC 图

A. 黄芪 (1. 阴性对照; 2. 黄芪甲苷; 3、4、5 供试品); B. 车前子 (1. 阴性对照; 2. 京尼平苷; 3. 毛蕊花糖苷; 4、5、6 供试品); C. 莪术 (1. 阴性对照; 2. 吉马酮; 3、4、5 供试品); D. 桂枝 (1. 阴性对照; 2. 对照药材; 3、4、5 供试品); E. 猪苓 (1. 阴性对照; 2. 麦角甾醇; 3、4、5 供试品); F. 预知子 (1. 阴性对照; 2. 对照药材; 3、4、5 供试品)

2.1.2 车前子

取本品 1 片,除去保护膜后,称取 10 g,加甲醇 100 ml,加热回流 1 h,滤过,滤液蒸干,残渣加热水 20 ml 使溶解,加于 D101 型大孔吸附树脂柱(内径为 1.5 cm,柱高为 12 cm)上,用水 100 ml 洗脱,弃去水液,再用 30% 乙醇 100 ml 洗脱,收集洗脱液,蒸干,残渣加甲醇 2 ml 使溶解,作为供试品溶液。另取京尼平苷酸、毛蕊花糖苷对照品,加甲醇分别制成每 1 ml 含 1 mg 的溶液,作为对照品溶液。再取除车前子外的其他药材制成凝胶贴膏,按照上述方法制备车前子阴性溶液。按照《中国药典》2020 年版的薄层色谱法,吸取上述三种溶液各

10 μ l,分别点于同一硅胶 GF₂₅₄ 薄层板上,以乙酸乙酯-甲醇-甲酸-水(18:2:1.5:1)为展开剂,展开,取出,晾干,喷以 2% 香草醛硫酸溶液,在 105 $^{\circ}$ C 加热至斑点显色清晰。供试品色谱中,在与对照品色谱相应的位置上,显相同颜色的斑点,且阴性无干扰,结果见图 1B。

2.1.3 莪术

取本品 1 片,除去保护膜,称取药膏 10 g,加甲醇 100 ml,加热回流 1 h,过滤,滤液挥干,残渣加水 30 ml 使溶解,加石油醚(30~60 $^{\circ}$ C)振摇提取 2 次,每次 20 ml,合并石油醚液,蒸干,残渣加无水乙醇 4 ml 使溶解,作为供试品溶液。另取吉马酮

对照品,加无水乙醇制成每 1 ml 含 0.4 mg 的溶液,作为对照品溶液。另取除莪术外的其他药材制成凝胶贴膏,按照上述方法制备莪术阴性对照溶液。按照《中国药典》2020 年版的薄层色谱法,吸取上述三种溶液各 10 μ l,以石油醚(30~60 $^{\circ}$ C)-丙酮-乙酸乙酯(94:5:1)为展开剂,点于同一硅胶 G 薄层板上,展开,取出,晾干,喷以 2% 香草醛硫酸溶液,在 105 $^{\circ}$ C 加热至斑点显色清晰。供试品色谱中,在与对照品色谱相应的位置上,显相同颜色的斑点,且阴性无干扰,结果见图 1C。

2.1.4 桂枝

取本品 1 片,除去保护膜,称取药膏 10 g,加甲醇 100 ml,加热回流 1 h,滤过,滤液挥干,残渣加热水 30 ml 使溶解,加三氯甲烷振摇提取 2 次,每次 30 ml,合并三氯甲烷液,蒸干,残渣加乙酸乙酯 2 ml 使溶解,作为供试品溶液。另取桂枝对照药材 2 g,加乙醚 10 ml,浸泡 30 min,时时振摇,滤过,滤液挥干,残渣加三氯甲烷 1 ml 使溶解,作为对照药材溶液^[5]。取除桂枝外的其他药材制成凝胶贴膏,按照上述方法制备桂枝阴性对照溶液。按照《中国药典》2020 年版的薄层色谱法,吸取上述三种溶液各 20 μ l,分别点于同一硅胶 G 薄层板上,以石油醚(60~90 $^{\circ}$ C)-乙酸乙酯(17:3)为展开剂,展开,取出,晾干,置紫外光灯(365 nm)下检视。供试品色谱中,在与对照药材色谱相应的位置上,显相同颜色的荧光斑点,且阴性无干扰,结果见图 1D。

2.1.5 猪苓

取本品 1 片,除去保护膜,称取药膏 10 g,加甲醇 100 ml,加热回流 1 h,过滤,滤液蒸干,残渣加热水 30 ml 使溶解,加三氯甲烷振摇提取 2 次,每次 30 ml,合并三氯甲烷液,蒸干,残渣加甲醇 1.5 ml 使溶解,作为供试品溶液。另取麦角甾醇对照品,加甲醇制成每 1 ml 含 1 mg 的溶液,作为对照品溶液。取除猪苓外的其他药材制成凝胶贴膏,按照上述方法制备猪苓阴性对照溶液。按照《中国药典》2020 年版的薄层色谱法,吸取供试品溶液、阴性对照溶液各 20 μ l、对照品溶液 1 μ l,分别点于同一硅胶 G 薄层板上,以石油醚(60~90 $^{\circ}$ C)-乙酸乙酯(3:1)为展开剂,展开,取出,晾干,喷以 2% 香草醛硫酸溶液,在 105 $^{\circ}$ C 加热至斑点显色清晰。供试品色谱中,在与对照品色谱相应的位置上,显相同颜色的斑点,且阴性无干扰,结果见图 1E。

2.1.6 预知子

取本品 1 片,除去保护膜,称取药膏 10 g,加甲

醇 100 ml,加热回流 1 h,过滤,滤液挥干,残渣加热水 20 ml 使溶解,加于 D101 型大孔吸附树脂柱(内径为 1.5 cm,柱高为 12 cm)上,用水 100 ml 洗脱,弃去水液,再用 90% 乙醇 100 ml 洗脱,收集洗脱液,蒸干,残渣加甲醇 2 ml 使溶解,作为供试品溶液。另取预知子对照药材 1 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入 75% 甲醇 100 ml,密塞,称定重量,超声处理(功率 300 W,频率 50 kHz)30 min,放冷,再称定重量,用 75% 甲醇补足减失的重量,摇匀,滤过,取续滤液 10 ml,蒸干,残渣加甲醇 1 ml 使溶解,作为对照药材溶液。取除预知子外的其他药材制成凝胶贴膏,按照上述方法制备预知子阴性对照溶液。按照《中国药典》2020 年版的薄层色谱法,吸取供试品溶液、阴性对照溶液各 12 μ l,对照药材溶液 2 μ l,分别点于同一硅胶 G 薄层板上,以三氯甲烷-甲醇-水(13:4:1)的下层溶液为展开剂,展开,取出,晾干,喷以 10% 硫酸乙醇溶液,在 105 $^{\circ}$ C 加热至斑点显色清晰。供试品色谱中,在与对照药材色谱相应的位置上,显相同颜色的斑点,且阴性无干扰,结果见图 1F。

2.2 黄芪甲苷含量测定

2.2.1 色谱和质谱条件

色谱条件:色谱柱为 ACQUITY UPLC[®]BEH C₁₈ 柱(2.1 mm $\times$ 100 mm, 1.7 μ m);流速:0.2 ml/min;柱温:40 $^{\circ}$ C;进样量:1 μ l;流动相:A 为含 0.1% 甲酸的乙腈溶液,B 为 0.1% 甲酸溶液,梯度洗脱(0~12 min, 10% $\rightarrow$ 90% A; 12~13 min, 90% A; 13~13.5 min, 90% $\rightarrow$ 10% A; 13.5~16 min, 10% A)。

质谱条件:电喷雾离子(ESI)源,正离子检出模式,离子源温度:350 $^{\circ}$ C,喷雾电压:3.5 kV, S-Lens RF 电压:50 V,毛细管温度:320 $^{\circ}$ C,鞘气和辅助气均为高纯氮气(纯度>99.99%),鞘气压力:45 arb;辅助气压力:10 arb。数据采集采用一级全扫描(m/z 783.47~787.47),分辨率:70 000。

2.2.2 对照品储备液的制备

精密称取黄芪甲苷对照品 11.0 mg,置于 100 ml 量瓶中,加 60% 甲醇适量溶解并定容至刻度,摇匀,即得对照品储备液。精密量取黄芪甲苷对照品储备液 25 ml,置于 50 ml 量瓶中,用 60% 甲醇定容,即得黄芪甲苷对照品溶液(每 1 ml 溶液含黄芪甲苷 55 μ g)。

2.2.3 供试品溶液的制备

揭去实脾消水凝胶贴膏覆膜和背衬材料,取膏体约 5.0 g,精密称定,加入甲醇 50 ml,称定重量,超声提取 30 min,冷却到室温,再称定重量,用甲醇补足减失的重量,摇匀,用微孔滤膜(0.22 μ m)滤

过,即得。

2.2.4 阴性对照溶液的制备

按处方工艺制备不含黄芪的实脾消水凝胶贴膏阴性样品,按“2.2.3”项下方法制备阴性对照溶液。

2.2.5 方法专属性考察

分别吸取黄芪甲苷对照品储备液、供试品溶液和阴性对照溶液各 1 μl ,按“2.2.1”项下色谱和质谱条件进行测定。在正离子全扫描模式下黄芪甲苷色谱峰分离度良好,对照品及供试品溶液目标峰的保留时间一致,且阴性对照溶液无干扰(图 2)。

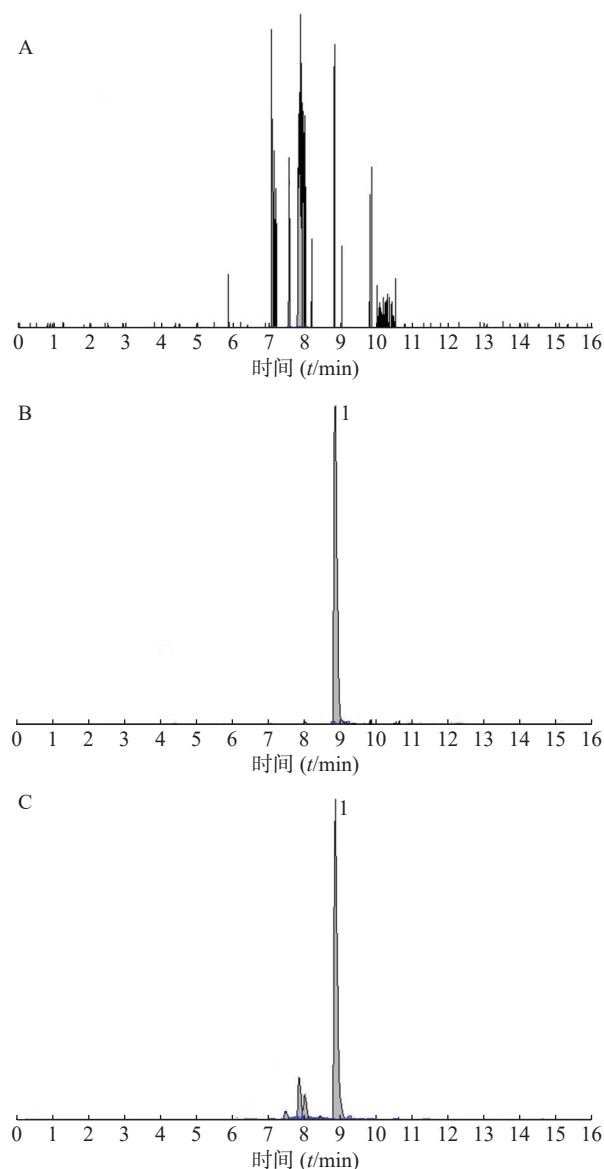


图 2 实脾消水凝胶贴膏质谱图

A. 阴性对照样品; B. 黄芪甲苷; C. 供试品; 1. 黄芪甲苷

2.2.6 线性关系考察

分别精密量取黄芪甲苷对照品溶液 0.5、1、2、4、6 ml,置于 10 ml 量瓶中,用 60% 甲醇定容至刻度,

按“2.2.1”项下色谱和质谱条件进行测定,进样 1 μl ,记录峰面积。以黄芪甲苷的浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,进行线性回归,得回归方程 $Y=0.9677X+14.86$, $r=0.9999$,结果表明黄芪甲苷质量浓度在 2.75 ~ 33 $\mu\text{g/ml}$ 范围内与峰面积积分值呈良好的线性关系。

2.2.7 精密度试验

精密吸取同一对照品溶液 1.0 μl ,连续进样 6 次,测定峰面积,结果黄芪甲苷峰面积的 RSD 为 2.42%,表明仪器精密度良好。

2.2.8 重复性试验

取批号为 20180102 的样品 6 份,精密称定,按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.2.1”项下条件进样测定峰面积,并计算含量,结果黄芪甲苷的含量分别为 10.15、10.67、10.56、10.28、10.46、10.39 $\mu\text{g/g}$, RSD 为 1.81%,表明该方法重复性良好。

2.2.9 稳定性试验

取“重复性试验”项下其中一份供试品溶液,于 0、2、4、6、8、12、24 h 分别进样测定峰面积,结果黄芪甲苷峰面积的 RSD 为 2.53%,表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.2.10 加样回收率试验

取实脾消水凝胶贴膏(批号: 20180102)6 份,每份约 2.5 g,精密称定,分别精密加入黄芪甲苷对照品溶液(5.5 $\mu\text{g/ml}$)1 ml,按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.2.1”项下色谱条件进样测定峰面积,并计算回收率,结果平均回收率为 102.79%, RSD 为 2.22%。

2.2.11 样品测定

分别取 3 批次实脾消水凝胶贴膏,按照“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.2.1”项下色谱和质谱条件检测,测定峰面积,计算黄芪甲苷的含量,结果见表 1。

表 1 黄芪甲苷含量测定结果 ($\mu\text{g/g}$, $n=3$)

批号	黄芪甲苷	平均值
20180102	10.42	10.5
20180115	10.57	
20180203	10.63	

3 讨论

在对实脾消水凝胶贴膏进行薄层鉴别的过程中,由于凝胶贴膏中含有水溶性高分子化合物,如
(下转第 679 页)

- activating Akt/GSK3 β /Nrf2 pathway[J]. *J Bone Miner Metab*, 2022, 40(3): 375-388.
- [18] HAN D D, GU X L, GAO J, et al. Chlorogenic acid promotes the Nrf2/HO-1 anti-oxidative pathway by activating p21Waf1/Cip1 to resist dexamethasone-induced apoptosis in osteoblastic cells[J]. *Free Radic Biol Med*, 2019, 137: 1-12.
- [19] SHAO J J, LIU S B, ZHENG X, et al. Berberine promotes peri-implant osteogenesis in diabetic rats by ROS-mediated IRS-1 pathway[J]. *Biofactors*, 2021, 47(1): 80-92.
- [20] 徐明霞. 青蒿素及其衍生物在动物生产中的应用研究 [J]. 饲料研究, 2021, 44(4): 147-149.
- [21] SKOWYRA M, GALLEGO M G, SEGOVIA F, et al. Antioxidant properties of Artemisia annua extracts in model food emulsions[J]. *Antioxidants (Basel)*, 2014, 3(1): 116-128.
- [22] 张秋红, 朱子微, 李晋, 等. 中药青蒿化学成分与种植研究现状 [J]. 中国医药导报, 2011, 8(19): 10-12.
- [23] 赵祎武, 倪付勇, 宋亚玲, 等. 青蒿化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(24): 4816-4821.
- [24] FAROMBI E O, ADEDARA I A, ABOLAJI A O, et al. Sperm characteristics, antioxidant status and hormonal profile in rats treated with artemisinin[J]. *Andrologia*, 2014, 46(8): 893-901.
- [25] 王伟, 何平, 江小明. 木犀草素及其黄酮苷的抗炎、抗氧化作用 [J]. 食品科学, 2020, 41(17): 208-215.
- [26] 周惠祯, 汤良杰, 龚宇, 等. 瑞香狼毒花化学成分及其抗氧化活性研究 [J]. 中草药, 2020, 51(9): 2395-2401.
- [27] CAO Z Y, DING Y, CAO L, et al. Isochlorogenic acid C prevents Enterovirus 71 infection via modulating redox homeostasis of glutathione[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 16278.
- [28] 史东梅, 董明, 陆颖, 等. PI3K/Akt 信号通路与骨破坏: 问题与机制 [J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(23): 3716-3722.
- [收稿日期] 2022-04-27 [修回日期] 2022-11-01
[本文编辑] 李睿曼

(上接第 665 页)

果用水提取, 膏体就会吸水膨胀变粘, 因此, 本文选择甲醇作为供试品前处理提取溶剂。另外, 为了富集特征化学成分, 一些极性不大的化学成分可以采用萃取的方法, 一些极性较大的化学成分可以采用大孔树脂柱层析的方法。本实验中笔者发现, 10% 乙醇^[6]、30% 乙醇^[7]、60% 乙醇^[8]、90% 乙醇大孔树脂洗脱液中分别含有红花、车前子、桃仁、预知子的特征成分, 但是利用薄层色谱法进行鉴别时, 红花的分离效果较差, 桃仁阴性有干扰, 故本文未将红花及桃仁列入质量标准。

虽然蒸发光散射检测器在那些弱或者无紫外吸收的中药成分分析中具有独特而不可替代的作用(例如黄芪甲苷的测定), 但是蒸发光散射检测器在分析中药成分时还有许多不尽人意的地方^[9]。课题组前期实验时也试过蒸发光散射检测器, 为了使黄芪甲苷分离效果好, 其保留时间需达到 44 min 左右, 而且重现性差。而采用 UPLC-MS 的方法, 黄芪甲苷在 10 min 内即可测定完, 且分离效果好, 故 UPLC-MS 在不影响分离效果的情况下大大提高了样品中各成分的分析速度^[10-11]。另外, 在色谱和质谱条件的优化中, 本实验考察了不同比例流动相(0.1% 甲酸的乙腈-0.1% 甲酸溶液)的分离效果, 最终确定梯度洗脱的方式。因此, 本研究采用 UPLC-MS 的方法测定实脾消水凝胶贴膏中黄芪甲苷的含量, 为实脾消水凝胶贴膏的质量控制提供了一种快速、灵敏、稳定、可靠的方法。

实脾消水浸膏为传统浸膏剂, 处方有十二味药, 其质量标准除了常规检查项外, 主要是【鉴别】项, 要求对黄芪、牵牛子、车前子、桂枝和冰片

进行薄层色谱鉴别。本文建立了实脾消水凝胶贴膏的质量控制方法, 在原标准的基础上增加了【含量测定】项, 并在【鉴别】项下增加了莪术、猪苓、预知子的薄层色谱鉴别, 为实脾消水浸膏的二次开发奠定了一定的基础。

【参考文献】

- [1] 李佩文, 谭煌英, 万冬桂, 等. 中药消水膏外敷治疗癌性腹水 120 例临床及实验研究 [J]. 中医杂志, 2000, 41(6): 358-359.
- [2] 谭煌英, 李佩文. 中药外敷治疗癌性腹水的临床及细胞学研究 [J]. 中医杂志, 1997, 38(3): 165-166.
- [3] 程志强. 中药消水 II 号外敷治疗恶性胸水的临床与实验研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2002.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 (2020 版)(四部)[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 59-60.
- [5] 李洋, 王秀丽. 清热养阴除湿丸质量标准研究 [J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(12): 5636-5639.
- [6] 李茹冰, 崔强, 李雅姝, 等. 大孔树脂法制备红花中羟基红花黄色素 A[J]. 医学信息, 2014, 27(25): 90-91.
- [7] 商锋, 尹胜, 肖潇, 等. 大孔吸附树脂纯化制备京尼平苷酸的研究 [J]. 食品工业科技, 2016, 37(1): 93-97.
- [8] 郭先帅, 刘冬云, 朱婉婷, 等. AB-8 型大孔吸附树脂纯化复方桂枝茯苓丸中桃仁、赤芍提取物工艺 [J]. 广东药学院学报, 2015, 31(2): 167-170.
- [9] 霍秦秦, 孙立丽, 秦丽娜, 等. 蒸发光散射检测器在中药成分分析中的应用研究 [J]. 中国医药指南, 2020, 18(9): 205-206.
- [10] 卢森华, 黎强, 梁爽, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法同时测定强力枇杷露中 5 种罂粟壳生物碱含量 [J]. 中国中医药信息杂志, 2019, 26(12): 62-66.
- [11] 张群, 陈瑜, 支晓伟, 等. UPLC-MS/MS 法测定五倍子洗剂中 5 种指标性成分的含量 [J]. 药学实践杂志, 2021, 39(5): 437-441.

[收稿日期] 2022-05-16 [修回日期] 2023-05-16
[本文编辑] 陈盛新