

HPLC-CAD 法测定小建中片中氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛和甘草酸

马曼¹, 雷明珠²

1. 周口市中心医院 药学部, 河南 周口 466000

2. 天津药业研究院股份有限公司, 天津 300457

摘要: **目的** 采用高效液相色谱-电喷雾检测器(HPLC-CAD)法同时测定小建中片中氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸。**方法** 采用 Agilent Zorbax Eclipse XDB C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相: 90%甲醇-10 mmol/L 甲酸铵(甲酸调 pH 3.5), 梯度洗脱; 体积流量: 0.9 mL/min; 柱温: 30 ℃; 进样量: 20 μL; CAD 雾化器温度: 35 ℃, 采集频率为 10 Hz, 过滤常数为 5.0。**结果** 氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸的线性范围分别为 1.02~20.40、12.08~241.60、13.99~279.80、3.05~61.00、1.10~22.00、0.24~4.80、1.20~24.00、1.12~22.40 μg/mL; 平均加样回收率分别为 99.4%、97.1%、98.2%、98.9%、99.3%、97.5%、99.1%、98.8%, RSD 值分别为 1.8%、0.9%、1.8%、2.0%、2.3%、1.6%、2.0%、1.6%。**结论** 该方法同时测定小建中片中 8 个活性成分, 实现多指标成分质量控制, 为小建中片的质量标准规范化研究提供参考。

关键词: 小建中片; 氧化芍药苷; 芍药内酯苷; 芍药苷; 甘草苷; 异甘草苷; 桂皮酸; 高效液相色谱-电喷雾检测器

中图分类号: R286.02 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-5515(2022)03-0503-05

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2022.03.008

Determination of oxypaeoniflora, albiflorin, paeoniflorin, liquiritin, isoliquiritin, cinnamic acid, cinnamaldehyde, glycyrrhizic acid in Xiaojianzhong Tablets by HPLC-CAD

MA Man¹, LEI Ming-zhu²

1. Department of Pharmacy, Zhoukou Central Hospital, Zhoukou 466000, China

2. Tianjin Pharmaceutical Research Organization Co., Ltd, Tianjin 300457, China

Abstract: Objective To develop HPLC-CAD method for simultaneous determination of oxypaeoniflora, albiflorin, paeoniflorin, liquiritin, isoliquiritin, cinnamic acid, cinnamaldehyde, and glycyrrhizic acid in Xiaojianzhong Tablets. **Methods** The chromatographic separation was performed on Agilent Zorbax Eclipse XDB C₁₈ column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) with 90% methanol - 10 mmol/L ammonium acetate (formic acid tone pH 3.5) as the mobile phase for gradient elution. The flow rate was 0.9 mL/min, the column temperature was set at 30 ℃, and injection volume was 20 μL. The nebulization temperature of detector was set at 35 ℃, the acquisition frequency was 10 Hz, and the filtration constant was 5.0. **Results** The linear ranges of eight components were 1.02 — 20.40、12.08 — 241.60、13.99 — 279.80、3.05 — 61.00、1.10 — 22.00、0.24 — 4.80、1.20 — 24.00、1.12 — 22.40 μg/mL, respectively. The average recoveries were 99.4%, 97.1%, 98.2%, 98.9%, 99.3%, 97.5%, 99.1%, and 98.8%, and the RSD values were 1.8%, 0.9%, 1.8%, 2.0%, 2.3%, 1.6%, 2.0%, and 1.6%, respectively. **Conclusion** The method can simultaneously determine 8 active ingredients in Xiaojianzhong Tablets, and realizes the quality control of multi-index component, which provides a reference for the standardization research of Xiaojianzhong Tablets.

Key words: Xiaojianzhong Tablets; oxypaeoniflora; albiflorin; paeoniflorin; liquiritin; isoliquiritin; cinnamic acid; HPLC-CAD

小建中片是由桂枝、白芍、炙甘草、生姜、大枣组方而成, 收载于《中国药典》2020 年版一部, 具有温中补虚、缓急止痛的功效, 用于脾胃虚寒、脘腹疼痛、喜温喜按、嘈杂吞酸、食少以及胃、十

收稿日期: 2021-12-21

作者简介: 马曼(1990—), 女, 主管药师, 硕士, 研究方向为药品质量控制研究与临床药学。E-mail: 13598007125@163.com

二指肠溃疡见上述证候者^[1]。临床研究表明,小建中片联合用药对胃炎、胃十二指肠溃疡、幽门螺杆菌阳性感染等具有显著的疗效^[2-5]。方中桂枝的有效成分为桂皮酸、桂皮醛等苯丙素类成分,具有抑菌、抗胃炎活性^[6-9];方中白芍的有效部位为白芍总苷,主要活性成分为芍药苷、氧化芍药苷、芍药内酯苷等单萜糖苷类成分,是白芍的药效物质基础^[10-11];方中甘草的主要化学成分为甘草苷、异甘草苷为代表的黄酮类和甘草酸为代表的皂苷类成分,均具有显著的抗炎、抗胃溃疡活性^[12-15]。小建中片的现行质量标准中,含量测定项仅以桂皮醛、芍药苷为指标成分,且非同时测定^[1];文献报道也均仅以桂皮醛或芍药苷的单指标成分进行质量研究^[16-18]。小建中片中化学成分复杂多样,单一指标成分的控制研究难以保证中药复方制剂的多途径或多靶点的综合疗效,也制约了小建中片的市场拓展。电喷雾检测器(CAD)是近年来在药物分析领域迅速发展的一种新型通用检测器,较传统的紫外检测器、蒸发光散射检测器具有更高的检测灵敏、更广泛的通用性,尤其适用于检测不挥发或半挥发性成分^[19-20]。本实验建立了 HPLC-CAD 法同时测定小建中片中氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛和甘草酸 8 个活性成分,实现了多指标成分的质量控制,为小建中片的质量标准规范化研究提供参考。

1 仪器与试剂

Thermo Ultimate 3000 高效液相色谱仪,Corona Veo 电喷雾检测器(美国 Thermo Fisher 公司);PHS-3C 型台式酸度计(上海仪电科学仪器股份有限公司);SQP 型千分之一天平、CPA225D 型十万分之一天平、MSE 型百万分之一天平(德国 Sartorius 公司)。

芍药苷(批号 110736-202145,质量分数以 94.6%计)、甘草苷(批号 111610-201908,质量分数以 95.0%计)、桂皮醛(批号 110710-202022,质量分数以 99.5%计)、甘草酸铵(批号 110731-202021,质量分数以 96.2%计)对照品均购自中国食品药品检定研究院;氧化芍药苷(批号 39011-92-1,质量分数以 98%计)、芍药内酯苷(批号 39011-95-0,质量分数以 97%计)对照品均购自成都曼思特生物科技有限公司;异甘草苷(批号 161200-92-9,质量分数以 98%计)、桂皮酸(批号 161200-92-9,质量分数以 99%计)对照品均购自上海同田生物技

术股份有限公司。

小建中片(薄膜衣片,规格 0.6 g/片,贵阳济仁堂药业有限公司,共 9 批,批号分别为 20191010、20191213、20200425、20200909、20210209、20210612、20200510、20210215、20210909);甲醇(分析纯),天津康科德科技有限公司;甲醇(HPLC 级)、甲酸(LCMS 级)和甲酸铵(LCMS 级),Fisher 试剂公司;水为自制超纯水。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

Agilent Zorbax Eclipse XDB C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:90%甲醇(A)-10 mmol/L 甲酸铵(甲酸调 pH 3.5)(B),梯度洗脱(0~10 min, 10% A; 10~18 min, 10%→20% A; 18~35 min, 20%→55% A; 35~50 min, 55%→70% A);体积流量:0.9 mL/min;柱温:30 ℃;进样量:20 μL;CAD 雾化器温度:35 ℃,采集频率为 10 Hz,过滤常数为 5.0。

2.2 溶液的制备

2.2.1 混合对照品溶液的制备 精密称取桂皮酸对照品适量,置于 10 mL 量瓶中,加甲醇溶解并稀释至刻度,制成含桂皮酸 0.24 mg/mL 的对照品储备液;分别精密称取氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮醛、甘草酸铵对照品适量,置于同一 10 mL 量瓶中,精密加入桂皮酸对照品储备液 1.0 mL,加甲醇稀释至刻度,摇匀,制成含氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸(甘草酸质量与甘草酸铵质量为 1.020 7)质量浓度分别为 0.102、1.208、1.399、0.305、0.110、0.024、0.120、0.112 mg/mL 的混合对照品母液;精密移取混合对照品母液 1.0 mL,置于 10 mL 量瓶中,加 70%甲醇稀释至刻度,摇匀,制成含氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸 10.2、120.8、139.9、30.5、11.0、2.4、12.0、11.2 μg/mL 的混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液的制备 取本品去除薄膜衣,研细,取约 0.6 g,精密称定,置索氏提取器中,加 70%甲醇约 100 mL,加热回流 1.5 h,放冷,将提取液转移至 100 mL 量瓶中,加 70%甲醇至刻度,摇匀,经 0.45 μm 微孔滤膜滤过,取续滤液,即得。

2.2.3 阴性样品溶液的制备 按制剂处方工艺分别制备不含桂枝、白芍、炙甘草的 3 种阴性样品,

按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液, 分别得缺桂枝、缺白芍、缺炙甘草的阴性样品溶液。

2.3 系统适用性试验

分别吸取混合对照品溶液、小建中片供试品溶液和缺桂枝、缺白芍、缺炙甘草的阴性样品溶液各 20 μ L, 进样测定, 记录色谱图。结果氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸与相邻色谱峰的分度大于 1.5,

与其他组分色谱峰均达到基线分离, 理论塔板数均大于 8 000, 阴性样品图谱显示其他组分不干扰 8 种目标成分的测定, 见图 1。

2.4 线性关系考察

精密量取混合对照品母液 1.0 mL, 分别置 5、10、25、50、100 mL 量瓶中, 加 70% 甲醇稀释至刻度, 摇匀, 进样测定。以质量浓度为横坐标, 峰面积为纵坐标, 进行线性回归, 结果见表 1。

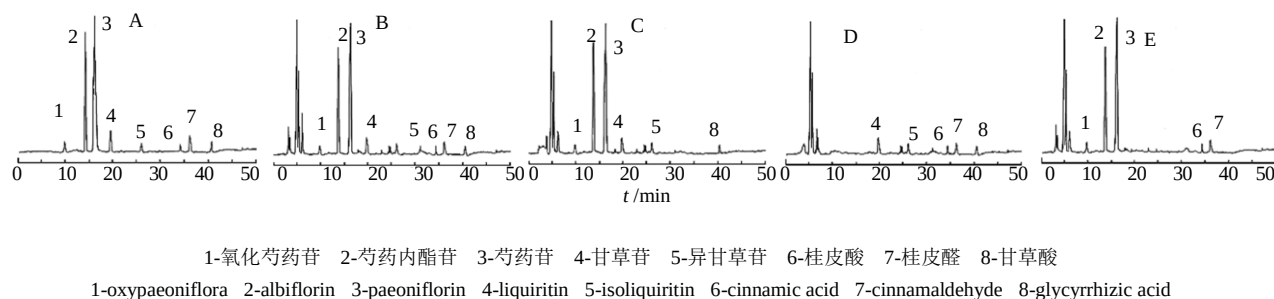


图 1 混合对照品 (A)、小建中片 (B)、缺桂枝阴性样品 (C)、缺白芍阴性样品 (D) 和缺炙甘草阴性样品 (E) 的 HPLC 图谱
Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed reference substances (A), Xiaojianzhong Tablets (B), negative sample without *Ramulus Cinnamomi* (C), *Paeoniae Radix Alba* (D), and honey-fried *Licorice* (E)

表 1 活性成分的线性方程、相关系数和线性范围

Table 1 Regression equations, correlation coefficients and linear range of eight active components

成分	线性方程	r	线性范围/ $(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$
氧化芍药苷	$Y=3.953 X-0.068$	0.999 9	1.02~20.40
芍药内酯苷	$Y=3.091 X-4.072$	0.999 0	12.08~241.60
芍药苷	$Y=3.011 X+6.359$	0.999 9	13.99~279.80
甘草苷	$Y=3.820 X+9.707$	0.999 0	3.05~61.00
异甘草苷	$Y=4.049 X+1.339$	0.999 4	1.10~22.00
桂皮酸	$Y=5.066 X-0.140$	0.999 1	0.24~4.80
桂皮醛	$Y=4.315 X-0.886$	0.998 9	1.20~24.00
甘草酸	$Y=4.046 X-2.121$	0.998 7	1.12~22.40

2.5 检测限与定量限

取混合对照品溶液, 逐级稀释至各色谱峰的信噪比为 10:1 时, 作为定量限浓度; 取定量限浓度水平继续稀释, 当色谱峰的信噪比为 3:1 时作为检测限浓度。结果显示, 氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸的定量限浓度分别为 0.18、0.19、0.20、0.15、0.19、0.21、0.18、0.24 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 检测限浓度分别为 0.06、0.06、0.07、0.05、0.06、0.07、0.06、0.08 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

2.6 精密度试验

取混合对照品溶液连续进样 6 次, 测定各成分

峰面积, 结果氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸峰面积的 RSD 值分别为 1.2%、1.5%、1.1%、1.9%、0.83%、0.89%、1.7%、1.2%。

2.7 重复性试验

批号 20191010 小建中片供试品溶液平行制备 6 份, 分别进样分析, 按外标法计算氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸的平均质量分数, 计算得其 RSD 值分别为 0.72%、1.4%、1.6%、2.0%、1.3%、1.2%、1.9%、1.2%。

2.8 稳定性试验

取批号 20191010 小建中片供试品溶液, 分别于室温下放置 0、2、4、8、12、24、48 h, 进样测定, 记录各成分峰面积, 计算得氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸峰面积的 RSD 值分别为 1.2%、1.0%、0.67%、2.0%、1.5%、1.1%、0.9%、1.4%。结果显示供试品溶液在室温下放置 48 h 稳定性良好。

2.9 回收率试验

取批号 20191010 小建中片样品 (氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸的质量分数分别为 1.85、17.18、18.65、5.17、1.77、0.57、2.07、1.60 mg/g) 6 份, 每份约 0.3 g, 精密称定, 置索氏提取器中, 分别加入氧化芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮

醛、甘草酸质量浓度 0.563、1.586、0.518、0.176、0.615、0.458 mg/mL 对照品溶液各 1 mL, 加入芍药内酯苷、芍药苷质量浓度 2.538、2.696 mg/mL 对照品溶液各 2 mL, 制备供试品溶液, 进样测定, 结果氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸的平均加样回收率分别为 99.4%、97.1%、98.2%、98.9%、99.3%、97.5%、99.1%、98.8%, RSD 值分别为 1.8%、0.9%、1.8%、2.0%、2.3%、1.6%、2.0%、1.6%。

2.10 样品测定

取各批号的小建中片样品, 取出包衣, 研成细粉, 制备供试品溶液, 进样测定, 以外标法计算各批次样品中氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸的质量分数, 结果见表 2。

表 2 小建中片中 8 种活性成分的测定结果 (n=2)

Table 2 Contents of eight active components in Xiaojianzhong Tablets (n=2)

批号	质量分数/(mg g ⁻¹)							
	氧化芍药苷	芍药内酯苷	芍药苷	甘草苷	异甘草苷	桂皮酸	桂皮醛	甘草酸
20191010	1.85	17.18	18.65	5.17	1.77	0.57	2.07	1.60
20191213	2.25	25.57	31.47	3.62	2.32	0.40	2.72	1.10
20200425	1.45	22.32	28.08	4.73	1.10	0.30	2.40	1.22
20200909	1.88	14.58	22.20	3.15	1.57	0.40	1.98	2.93
20210209	2.52	17.18	31.90	3.32	1.47	0.53	2.23	2.58
20210612	1.85	15.97	18.98	4.93	2.27	0.30	3.22	1.37
20200510	1.35	23.08	35.07	5.88	1.88	0.37	2.92	1.22
20210215	2.92	20.08	28.45	5.02	1.10	0.33	1.92	2.95
20210909	1.22	15.30	36.08	3.80	1.32	0.35	2.07	1.65

结果显示, 氧化芍药苷等 8 种成分均为不同批次小建中片中的共有成分, 芍药苷、桂皮醛的质量分数均符合《中国药典》标准 (含芍药苷不少于 6.0 mg/片, 含桂皮醛不少于 1.0 mg/片) [1]。测定结果显示, 8 种成分平均质量分数由高至低依次为: 芍药苷 > 芍药内酯苷 > 甘草苷 > 氧化芍药苷 ≈ 异甘草苷 ≈ 桂皮醛 > 甘草酸 > 桂皮酸。将桂皮醛、芍药苷的 HPLC-CAD 法检测结果与文献报道的传统 HPLC 检测结果 [16,18] 相比较, 质量分数基本一致, 说明 CAD 检测结果准确、可靠。

3 讨论

3.1 供试品溶液制备方法的选择

分别考察不同提取方式 (加热回流、超声提取、

索氏提取)、提取溶剂 (50% 甲醇、70% 甲醇、90% 甲醇、纯甲醇)、提取溶剂用量 (100、150、200 mL) 和提取时间 (1、1.5、2 h), 结果显示索氏提取器中, 70% 甲醇约 100 mL 提取 1.5 h 后各成分质量分数均不再增加, 说明该提取条件提取效果最佳。

3.2 色谱条件的选择

因 CAD 检测器的特殊性, 水性流动相需采用甲酸铵等挥发性的添加剂, 参考相关文献采用 Agilent Zorbax Eclipse XDB C₁₈、Diamond C₁₈ 色谱柱 [21-23] 分别考察甲醇 - 10 mmol/L 甲酸铵、甲醇 - 20 mmol/L 甲酸铵、乙腈 - 10 mmol/L 甲酸铵、乙腈 - 20 mmol/L 甲酸铵, 结果 Agilent Zorbax Eclipse XDB C₁₈ 色谱柱结合甲醇 - 10 mmol/L 甲酸铵流动

相条件下各成分的色谱行为最佳, 但芍药内酯苷、芍药苷色谱峰未达到基线分离, 且芍药苷峰形拖尾。继续考察采用甲酸分别调节 10 mmol/L 甲酸铵至不同 pH 值, 结果显示 pH 3.5 时 8 种活性成分与相邻色谱峰分离度均大于 1.5, 且基线平稳, 各色谱峰对称性良好。

3.3 检测器的选择

经采用紫外检测器全波长扫描, 芍药苷、芍药内酯苷的最大吸收波长为 230 nm, 甘草酸的最大吸收波长为 250 nm, 氧化芍药苷的最大吸收波长为 258 nm, 桂皮酸、甘草苷、异甘草苷的最大吸收为 280 nm, 桂皮醛最大吸收为 290 nm, 各成分紫外吸收曲线不同, 最大吸收波长差异较大, 传统的紫外检测器难以实现上述 8 种成分的同时测定。将以上各检测波长下的小建中片样品的紫外图谱与 CAD 检测图谱对比, 结果显示 CAD 检测器检测出的色谱峰个数显著多于紫外检测器, 且基线平稳, 灵敏度更高, 故选择 CAD 检测器进行测定研究。

本实验建立了 HPLC-CAD 法同时测定小建中片中氧化芍药苷、芍药内酯苷、芍药苷、甘草苷、异甘草苷、桂皮酸、桂皮醛、甘草酸 8 种活性成分的分析方法, 并且实现了处方中桂枝、白芍、炙甘草中主要化学成分的全覆盖, 为小建中片的质量控制提供了更加全面的分析方法。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 599-600.
- [2] 陈小峰. 雷尼替丁、阿莫西林联合小建中片治疗胃炎及胃十二指肠溃疡的临床疗效 [J]. 临床合理用药杂志, 2016, 9(9): 42-43
- [3] 李飞鹏. 雷尼替丁、阿莫西林、小建中片治疗胃炎及胃十二指肠溃疡的临床疗效 [J]. 中国继续医学教育, 2015, 7(21): 207-208.
- [4] 邓淮州. 抗 HP 三联疗法联合小建中片治疗 HP 阳性的胃十二指肠溃疡临床效果分析 [J]. 医学信息, 2013(21): 141-142.
- [5] 邓淮州. 兰索拉唑、阿莫西林、克拉霉素联合小建中片应用于 HP 阳性临床治疗中疗效分析 [J]. 饮食保健, 2017, 4(27): 83.
- [6] 曾艳霞, 朱霞石, 陈丽, 等. 桂枝及其配伍药的化学成分及生物活性研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2021,

49(21): 3-6.

- [7] 黄晓晖, 陈思东, 谭剑斌. 中药桂枝提取物杀灭微生物效果研究 [J]. 广东药学院学报, 2001, 17(4): 300-301.
- [8] Wan C P, LI P, Chen C Y, et al. Antifungal activity of *Ramulus cinnamomi* explored by ¹H-NMR based metabolomics approach [J]. *Molecules*, 2017, 22(12): 2237-2247.
- [9] Jung J, Lee J H, Bae K H, et al. Anti-gastric actions of eugenol and cinnamic acid isolated from *Cinnamomi Ramulus* [J]. *J Pharm Soc Jpn*, 2011, 131(7): 1103-1110.
- [10] 崔虹, 朱佳茜, 冯秋芳, 等. 中药白芍化学成分及生物活性研究进展 [J]. 海峡药学, 2017, 29(9): 1-5.
- [11] 贾岚, 王蕾蕾, 孟靛, 等. 白芍总苷对大鼠化学性肝损伤与肝阴虚证结合模型的影响和机制研究 [J]. 中草药, 2020, 51(7): 1885-1892.
- [12] 刘雅茜, 王梦月, 史海明, 等. 高效液相色谱法测定甘草及其炮制品中 5 种活性成分的含量 [J]. 中国药理学杂志, 2008, 43(16): 1268-1271.
- [13] 李娜, 张晨, 钟赣生, 等. 不同品种甘草化学成分、药理作用的研究进展及质量标志物 (Q-Marker) 预测分析 [J]. 中草药, 2021, 52(24): 7680-7692.
- [14] 李晓红, 齐云, 蔡润兰, 等. 甘草总皂苷抗炎作用机制研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(5): 110-113.
- [15] 郑君. 甘草总黄酮对慢性萎缩性胃炎大鼠胃黏膜保护作用及药理机制研究 [D]. 广州: 南方医科大学, 2014.
- [16] 许亚玲, 罗曼, 周兰, 等. RP-HPLC 法测定小建中片中桂皮醛的含量 [J]. 中国药房, 2012, 23(32): 3044-3046.
- [17] 林治秘, 李强荣. 薄层扫描法测定小建中片中芍药苷含量 [J]. 山东医药工业, 2003, 22(6): 13-14.
- [18] 万先伦, 饶光玲, 黄家宇. 小建中片的制备及质量控制 [J]. 上海中医药杂志, 2007, 41(8): 75-76.
- [19] 刘路, 高旋, 杨永健. HPLC-电雾式检测器的应用 [J]. 中国医药工业杂志, 2012, 43(3): 227
- [20] 李心怡, 蒋运斌, 马逾英. 电喷雾检测器在药物 HPLC 分析中的优势及应用进展 [J]. 中国药房, 2017, 28(15): 2152-2156
- [21] 侯爱荣, 邢晔忠, 吴雪松. HPLC-CAD 法同时测定二陈丸中 7 个活性成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2019, 39(4): 662-668.
- [22] 何秀菊, 张振秋, 王婧宁, 等. HPLC 波长切换法同时测定桂枝、白芍药对提取物中 8 个成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2013, 33(11): 1899-1903.
- [23] 柏冬, 范斌, 牛晓红, 等. 多波长高效液相色谱法同时测定桂枝汤中 5 种有效成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2010, 30(1): 1-5.

【责任编辑 解学星】