

## LC-MS/MS 法同时测定温阳救心丸中 12 种成分的含量

赵 权, 华 丰, 张卫东, 刘产明, 朱月琴, 张 晶, 王 访, 陈 薇, 罗立波\*  
(南京中医药大学常州附属医院, 江苏 常州 213003)

**摘要:** 目的 建立 LC-MS/MS 法同时测定温阳救心丸中人参皂苷 Re、人参皂苷 Rg1、甘草次酸、甘草苷、6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、茯苓酸 A、去甲氧基姜黄素、苯甲酰乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱的含量。方法 分析采用 Agilent Poroshell 120 EC-C<sub>18</sub> 色谱柱 (4.6 mm×100 mm, 2.7 μm); 流动相水 (含 0.1% 甲酸)-乙腈, 梯度洗脱; 体积流量 450 μL/min; 柱温 40 °C; 电喷雾离子源; 正负离子扫描; 多反应监测模式。结果 12 种成分在各自范围内线性关系良好 ( $r \geq 0.9944$ ), 平均加样回收率 96.91%~101.34%, RSD 2.23%~4.63%。结论 该方法简便、灵敏、可靠, 可用于温阳救心丸的质量控制。

**关键词:** 温阳救心丸; 化学成分; 含量测定; LC-MS/MS

中图分类号: R927.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2026)04-1093-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2026.04.004

## Simultaneous content determination of twelve constituents in Wenyang Jiuxin Pills by LC-MS/MS

ZHAO Quan, HUA Feng, ZHANG Wei-dong, LIU Chan-ming, ZHU Yue-qin, ZHANG Jing,  
WANG Fang, CHEN Wei, LUO Li-bo\*

(Changzhou Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Changzhou 213003, China)

**ABSTRACT:** **AIM** To establish an LC-MS/MS method for the simultaneous content determination of ginsenoside Re, ginsenoside Rg1, glycyrrhetic acid, liquiritin, 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, poricoic acid A, demethoxycurcumin, benzoylaconine, benzoylmesaconine and benzoylhypacoitine in Wenyang Jiuxin Pills.

**METHODS** The analysis was performed on a 40 °C thermostatic Agilent poroshell 120 EC-C<sub>18</sub> column (4.6 mm×100 mm, 2.7 μm), with the mobile phase comprising of water (containing 0.1% formic acid)-acetonitrile flowing at 450 μL/min in a gradient elution manner, and electron spray ionization source was adopted in positive and negative ion scanning with multiple reaction monitoring mode.

**RESULTS** Twelve constituents showed good linear relationships within their own ranges ( $r \geq 0.9944$ ), whose average recoveries were 96.91%–101.34% with the RSDs of 2.23%–4.63%. **CONCLUSION** This simple, sensitive and reliable method can be used for the quality control of Wenyang Jiuxin Pills.

**KEY WORDS:** Wenyang Jiuxin Pills; chemical constituents; content determination; LC-MS/MS

温阳救心丸由附片(黑顺片)、茯苓、人参、炮姜、炙甘草、盐小茴香、当归、肉桂、醋莪术 9 味中药组成, 功效通阳散寒、益气活血、定悸止

痛, 临床上主要用于治疗胸闷、心绞痛、心悸等症, 该制剂源自《费绳甫医话医案》中的真心痛方, 后经江苏省名中医申春梯教授根据临床经验改

收稿日期: 2025-11-12

**基金项目:** 全国老药工传承工作室建设项目(国中医药人教函[2024]255号); 2026年度江苏省中医药和中西医结合科研项目(CYTF2026065); 常州市孟河医派传承创新发展项目(MH202428); 常州市“龙城强医”工程中医药人才培养项目-张冰岐黄学者工作室(常财社[2024]55号); 2024年度省中医药学会科研项目(ZXFZ2024057); 2024年度南京中医药大学自然科学基金项目(XZR2024163)

**作者简介:** 赵 权(1995—), 男, 硕士, 从事中药学研究。E-mail: zhaquan157@163.com

\* **通信作者:** 罗立波(1965—), 男, 硕士, 主任医师, 硕士生导师, 从事临床医学研究。E-mail: Lib213001@163.com

川椒为莪术，为方便患者服用，南京中医药大学常州附属医院将原方加工成丸剂。前期报道，黑顺片中的单酯型乌头碱类<sup>[1-2]</sup>、人参中的人参皂苷 Rg1<sup>[3-5]</sup>、肉桂中的挥发油均可增强心肌收缩力，扩张冠状动脉，改善心力衰竭<sup>[6-8]</sup>。

液质联用技术具有快速准确、选择性强、灵敏度高特点，已广泛应用于中药、中成药的定性定量分析中<sup>[9-16]</sup>。本实验建立 HPLC-MS/MS 法同时测定温阳救心丸中人参皂苷 Re、人参皂苷 Rg1、甘草次酸、甘草苷、6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、茯苓酸 A、去甲氧基姜黄素、苯甲酰乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱的含量，以期为该制剂进一步质量控制提供科学依据。

### 1 材料

CalQuant-S 型三重四级杆液相色谱串联质谱检测系统（杭州凯莱谱质造科技有限公司）；XSR105DU 型电子分析天平（十万分之一）、ME204 型电子分析天平（万分之一）（瑞士梅特勒-托利多公司）；Fresco 21 型高速冷冻离心机（美国赛默飞公司）；IQ7003 型 Milli-Q 纯水仪（美国密理博公司）；KH-500E 型超声波清洗器（昆山禾创超声仪器有限公司）。

人参皂苷 Re（批号 MUST-24022802，纯度 99.99%）、人参皂苷 Rg1（批号 MUST-24022802，纯度 99.63%）、甘草次酸（批号 MUST-24031527，纯度 99.10%）、甘草苷（批号 MUST-24031518，纯度 99.61%）、6-姜酚（批号 MUST-24120419，纯度 99.77%）、8-姜酚（批号 MUST-25030101，纯度 98.30%）、10-姜酚（批号 MUST-25060112，纯度 98.18%）、茯苓酸 A（批号 MUST-25042304，纯度 99.17%）、去甲氧基姜黄素（批号 MUST-24071003，纯度 99.69%）对照品均购于成都曼思特生物科技有限公司；苯甲酰乌头原碱（批号 24022001，纯度 99.15%）、苯甲酰新乌头原碱（批号 23110314，纯度 99.11%）、苯甲酰次乌头原碱（批号 24101103，纯度 99.70%）对照品均购于北京北纳创联生物技术研究院。利血平（批号 100041-202015，纯度 99.0%）、替硝唑（批号 100336-201704，纯度 100.0%）均购于中国食品药品检定研究院。温阳救心丸为南京中医药大学常州附属医院按照固定处方，由苏州市天灵中药饮片有限公司按照固定工艺代加工制成。甲醇（色谱纯）、乙腈（色谱纯）均购于德国默克公司；甲酸（色谱纯）购于国药集团化学试剂有限公司；超纯水由纯水仪制备。

## 2 方法与结果

2.1 供试品溶液制备 取本品 1 袋（6 g/袋），研碎，精密称取适量，置于含 50 mL 50% 乙腈的锥形瓶中，超声提取 30 min，50% 乙腈补足减失的质量，0.22 μm 微孔滤膜过滤，12 000 r/min 离心 10 min，取上清液，即得。

2.2 对照品溶液制备 精密称取各对照品适量，50% 乙腈溶解，制成分别含 1.56 mg/mL 人参皂苷 Re、1.52 mg/mL 人参皂苷 Rg1、1.89 mg/mL 甘草次酸、1.03 mg/mL 甘草苷、1.21 mg/mL 6-姜酚、2.71 mg/mL 8-姜酚、1.98 mg/mL 10-姜酚、1.15 mg/mL 茯苓酸 A、1.86 mg/mL 去甲氧基姜黄素、1.90 mg/mL 苯甲酰乌头原碱、1.96 mg/mL 苯甲酰新乌头原碱、2.13 mg/mL 苯甲酰次乌头原碱的储备液，吸取适量，稀释至 100 μg/mL，即得（各成分质量浓度分别为 828.0、204.8、256.0、2 048.0、256.0、256.0、128.0、1 024.0、220.0、288.0、576.0、288.0 ng/mL）。

2.3 阴性样品溶液制备 按照处方和工艺，分别制成缺人参、缺甘草、缺炮姜、缺茯苓、缺附片、缺醋莪术的阴性样品，按“2.1”项下方法制备，即得。

2.4 内标溶液制备 精密称取利血平、替硝唑对照品适量，50% 乙腈溶解，制成分别含两者 1.34、1.07 mg/mL 的溶液，即得，使用前分别稀释至 2.5、50 μg/mL，含量测定时各取 10 μL 加到供试品溶液或对照品溶液中（两者终质量浓度分别为 25、500 ng/mL）

2.5 色谱条件 Agilent Poroshell 120EC-C<sub>18</sub> 色谱柱（4.6 mm×100 mm，2.7 μm）；流动相水（含 0.1% 甲酸）（A）-乙腈（B），梯度洗脱，程序见表 1；体积流量 450 μL/min；柱温 40 ℃；进样量 3 μL。

表 1 梯度洗脱程序

Tab. 1 Gradient elution programs

| 时间/min | A 水(含 0.1% 甲酸)/% | B 乙腈/% |
|--------|------------------|--------|
| 0      | 70               | 30     |
| 1.0    | 10               | 90     |
| 2.0    | 10               | 90     |
| 3.0    | 70               | 30     |
| 7.0    | 70               | 30     |

2.6 质谱条件 电喷雾离子源（ESI）；正负离子扫描；多反应监测（MRM）模式<sup>[13,17-21]</sup>；离子化电压（IS）4 500V；离子源温度 500 ℃，喷雾气（GS1，N<sub>2</sub>）压力 50 psi（1 psi=6.895 kPa）；辅助加热气（GS2，N<sub>2</sub>）压力 50 psi，气帘气（CUR）压力 20 psi。其他参数见表 2。

表2 各成分质谱参数

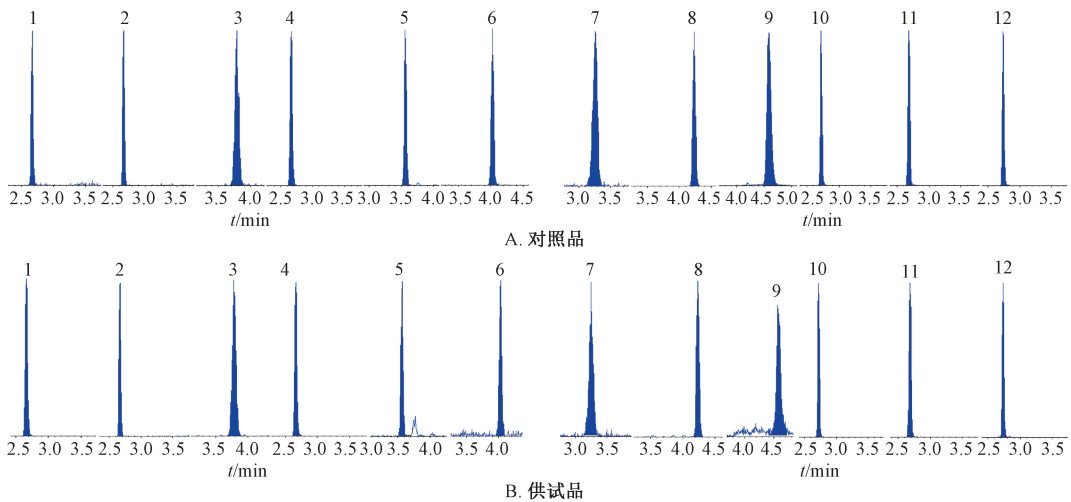
Tab. 2 Mass spectrometry parameters for various constituents

| 成分       | 母离子 $m/z$                 | 子离子 $m/z$   | 去簇电压/mV | 碰撞能量/mV | 保留时间/min |
|----------|---------------------------|---|---------|---------|----------|
| 人参皂苷 Re  | 969.6 [M+Na] <sup>+</sup> | 789.6 [M+Na-C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> ] <sup>+</sup>                  | 65      | 62      | 2.67     |
| 人参皂苷 Rg1 | 823.6 [M+Na] <sup>+</sup> | 643.3 [M+Na-C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> ] <sup>+</sup>                  | 67      | 56      | 2.67     |
| 甘草次酸     | 469.4 [M-H] <sup>-</sup>  | 409.5 [M-H-C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>                    | -28     | -65     | 3.78     |
| 甘草苷      | 417.2 [M-H] <sup>-</sup>  | 255.0 [M-H-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sup>-</sup>                   | -66     | -23     | 2.67     |
| 6-姜酚     | 293.1 [M-H] <sup>-</sup>  | 193.1 [M-H-C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O] <sup>-</sup>                                 | -30     | -16     | 3.56     |
| 8-姜酚     | 321.1 [M-H] <sup>-</sup>  | 127.2 [M-H-C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O-C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> | -25     | -21     | 4.02     |
| 10-姜酚    | 349.2 [M-H] <sup>-</sup>  | 155.1 [M-H-C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O-C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O] <sup>-</sup> | -40     | -23     | 3.26     |
| 茯苓酸 A    | 497.4 [M-H] <sup>-</sup>  | 423.3 [M-H-C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>                    | -37     | -47     | 4.23     |
| 去甲氧基姜黄素  | 337.1 [M-H] <sup>-</sup>  | 217.0 [M-H-C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>                    | -19     | -20     | 4.58     |
| 苯甲酰乌头原碱  | 604.3 [M+H] <sup>+</sup>  | 554.2 [M+H-H <sub>2</sub> O-CH <sub>3</sub> OH] <sup>+</sup>                              | 16      | 65      | 2.72     |
| 苯甲酰新乌头原碱 | 590.3 [M+H] <sup>+</sup>  | 540.2 [M+H-CH <sub>3</sub> OH-H <sub>2</sub> O] <sup>+</sup>                              | 19      | 69      | 2.68     |
| 苯甲酰次乌头原碱 | 574.2 [M+H] <sup>+</sup>  | 542.1 [M+H-CH <sub>3</sub> OH] <sup>+</sup>   | 14      | 57      | 2.74     |
| 利血平(内标)  | 609.3 [M+H] <sup>+</sup>  | 195.0 [M-H-C <sub>18</sub> H <sub>26</sub> N <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ] <sup>+</sup>   | 110     | 46      | 2.82     |
| 替硝唑(内标)  | 246.0 [M-H] <sup>-</sup>  | 125.8 [M-H-C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> S] <sup>-</sup>                  | -25     | -15     | 2.82     |

2.7 方法学考察

2.7.1 系统适用性考察 精密吸取对照品、供试品、内标溶液适量，在“2.5”“2.6”项条件下进

样测定，结果见图1~2。由此可知，各成分对测定均无干扰，表明该方法系统适用性良好。



1. 人参皂苷 Re 2. 人参皂苷 Rg1 3. 甘草次酸 4. 甘草苷 5. 6-姜酚 6. 8-姜酚 7. 10-姜酚 8. 茯苓酸 A 9. 去甲氧基姜黄素 10. 苯甲酰乌头原碱 11. 苯甲酰新乌头原碱 12. 苯甲酰次乌头原碱  
 1. ginsenoside Re 2. ginsenoside Rg1 3. glycyrrhetic acid 4. liquiritin 5. 6-gingerol 6. 8-gingerol 7. 10-gingerol  
 8. poricoic acid A 9. demethoxycurcumin 10. benzoylaconine 11. benzoylmesaconine 12. benzoylhypocointine

图1 各成分提取离子流色谱图(对照品、供试品)

Fig. 1 Extraction ion current chromatograms of various constituents (reference substances and test samples)

2.7.2 线性关系考察 精密吸取“2.2”项下对照品溶液适量，50%乙腈稀释成6个质量浓度，在“2.5”“2.6”项条件下进样测定。以对照品质量浓度为横坐标(X)，对照品、内标峰面积比值为纵坐标(Y)进行回归，并且在正离子、负离子模式下分别以利血平、替硝唑为内标，结果见表3，可知各成分在各自范围内线性关系良好。

2.7.3 精密度试验 取“2.2”项下对照品溶液

适量，50%乙腈稀释，在“2.5”“2.6”项条件下进样测定6次，测得人参皂苷 Re、人参皂苷 Rg1、甘草次酸、甘草苷、6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、茯苓酸 A、去甲氧基姜黄素、苯甲酰乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱峰面积 RSD 分别为 3.66%、2.43%、2.78%、1.43%、2.68%、2.71%、3.31%、1.89%、3.67%、1.97%、1.72%、1.10%，表明仪器精密度良好。

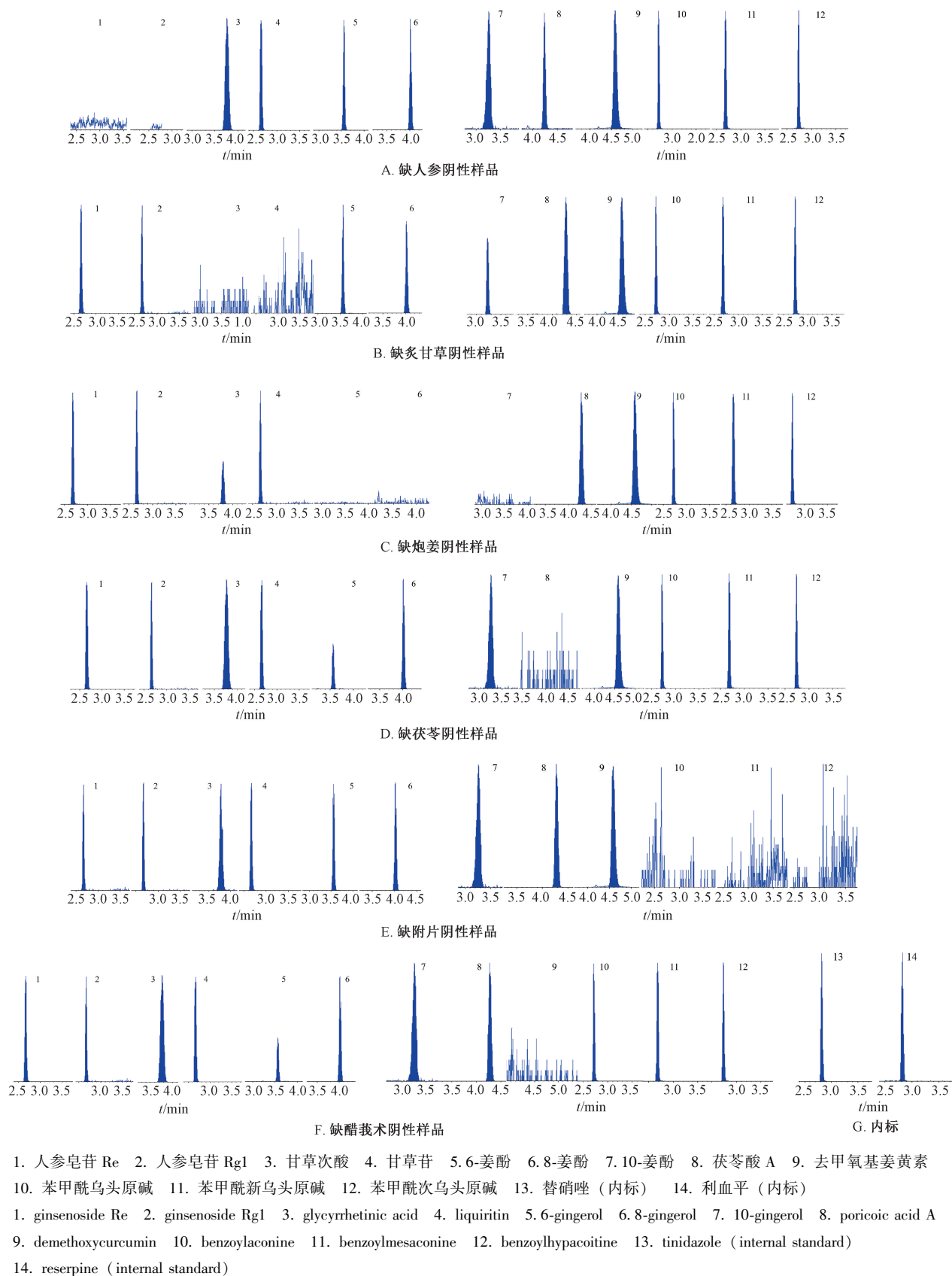


图2 各成分提取离子流色谱图 (阴性样品)

Fig. 2 Extraction ion current chromatograms of various constituents (negative samples)

表3 各成分线性关系

Tab. 3 Linear relationships of various constituents

| 成分       | 回归方程                      | r       | 线性范围/(ng·mL <sup>-1</sup> ) |
|----------|---------------------------|---------|-----------------------------|
| 人参皂苷 Re  | $Y=0.000\ 373X-0.014\ 9$  | 0.999 9 | 25.875~828.0                |
| 人参皂苷 Rg1 | $Y=0.000\ 509X-0.002\ 7$  | 0.995 6 | 6.4~204.8                   |
| 甘草次酸     | $Y=0.003\ 6X-0.005\ 87$   | 0.999 2 | 8.0~256.0                   |
| 甘草苷      | $Y=0.531\ 2X+0.265$       | 0.998 6 | 64.0~2 048.0                |
| 6-姜酚     | $Y=0.004\ 15X-0.044\ 9$   | 0.994 4 | 8.0~256.0                   |
| 8-姜酚     | $Y=0.006\ 83X-0.050\ 9$   | 0.999 3 | 8.0~256.0                   |
| 10-姜酚    | $Y=0.001\ 27X-0.003\ 16$  | 0.998 9 | 4.0~128.0                   |
| 茯苓酸 A    | $Y=0.136\ 4X-0.050\ 4$    | 0.999 9 | 32.0~1 024.0                |
| 去甲氧基姜黄素  | $Y=0.142X-1.57$           | 0.999 2 | 6.875~220.0                 |
| 苯甲酰乌头原碱  | $Y=0.002\ 12X+0.015\ 4$   | 0.999 1 | 9.0~288.0                   |
| 苯甲酰新乌头原碱 | $Y=0.001\ 156X+0.007\ 32$ | 0.999 1 | 18.0~576.0                  |
| 苯甲酰次乌头原碱 | $Y=0.006\ 38X+0.1$        | 0.999 1 | 9.0~288.0                   |

2.7.4 稳定性试验 取“2.1”项下供试品溶液适量,于0、4、8、12、18、24 h在“2.5”“2.6”项条件下进样测定,测得人参皂苷 Re、人参皂苷 Rg1、甘草次酸、甘草苷、6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、茯苓酸 A、去甲氧基姜黄素、苯甲酰乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱峰面积 RSD 分别为 3.30%、1.30%、2.21%、2.65%、3.40%、3.05%、3.67%、1.85%、3.67%、3.04%、1.07%、3.13%,表明溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.7.5 重复性试验 取“2.1”项下供试品溶液 6 份,在“2.5”“2.6”项条件下进样测定,测得人参皂苷 Re、人参皂苷 Rg1、甘草次酸、甘草苷、6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、茯苓酸 A、去甲氧基姜黄素、苯甲酰乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱含量 RSD 分别为 2.60%、4.13%、2.49%、1.20%、4.00%、2.61%、3.85%、0.83%、3.01%、3.16%、1.35%、2.64%,表明该方法重复性良好。

2.7.6 加样回收率试验 取各成分含量已知的本品粉末适量,按“2.1”项下方法平行制备 6 份供试品溶液,加入适量对照品,在“2.5”“2.6”项条件下进样测定,计算回收率。结果,人参皂苷 Re、人参皂苷 Rg1、甘草次酸、甘草苷、6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、茯苓酸 A、去甲氧基姜黄素、苯甲酰乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱平均加样回收率 (RSD) 分别为 101.34% (2.57%)、101.25% (4.63%)、99.10% (2.94%)、100.50% (2.97%)、100.46% (3.20%)、100.14% (2.40%)、97.53% (3.57%)、100.40% (2.23%)、97.10% (2.59%)、96.91% (4.03%)、98.93% (3.19%)、98.92% (3.00%)。

2.8 样品含量测定 取 4 批样品,按“2.1”项下方法制备供试品溶液,在“2.5”“2.6”项条件下进样测定,计算含量,结果见表 4。

表4 各成分含量测定结果 (μg/g, n=3)

Tab. 4 Results for content determination of various constituents (μg/g, n=3)

| 成分       | 批号    |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|
|          | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 人参皂苷 Re  | 10.88 | 10.66 | 11.02 | 10.78 |
| 人参皂苷 Rg1 | 1.58  | 1.80  | 1.81  | 1.76  |
| 甘草次酸     | 2.15  | 2.21  | 2.17  | 2.00  |
| 甘草苷      | 76.16 | 75.76 | 74.91 | 73.35 |
| 6-姜酚     | 2.53  | 2.79  | 2.74  | 2.52  |
| 8-姜酚     | 1.12  | 1.12  | 1.09  | 1.12  |
| 10-姜酚    | 0.46  | 0.47  | 0.44  | 0.45  |
| 茯苓酸 A    | 42.99 | 44.59 | 42.63 | 41.28 |
| 去甲氧基姜黄素  | 1.04  | 1.17  | 1.20  | 1.23  |
| 苯甲酰乌头原碱  | 1.47  | 1.61  | 1.46  | 1.42  |
| 苯甲酰新乌头原碱 | 15.58 | 16.19 | 15.94 | 15.42 |
| 苯甲酰次乌头原碱 | 1.89  | 1.81  | 1.82  | 1.93  |

### 3 讨论

在色谱条件优化过程中,本实验首先比较了甲酸、甲酸铵作为流动相时的效果,发现前者在负离子模式下对姜酚类成分响应强度及峰形优于后者。然后,考察了甲酸体积分数 (0.05%、0.1%、0.15%、0.2%) 对各成分色谱峰的影响,发现以 0.1% 甲酸洗脱时峰形最优,响应强度最高。

在质谱条件优化过程中,本实验发现 6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚在正离子模式下易形成不稳定的加钠离子,故选择负离子模式进行检测。另外,以甲醇或 50% 甲醇为溶剂时会影响苯甲酰乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱溶出,故选择 50% 乙腈作为溶剂。

## 4 结 论

本实验所用的LC-MS/MS法可同时测定温阳救心丸中人参皂苷 Re、人参皂苷 Rg1、甘草次酸、甘草苷、6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚、茯苓酸 A、去甲氧基姜黄素、苯甲酰乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱的含量,该方法简便易行,准确度、稳定性、重复性符合要求,可为该制剂今后开发成院内制剂提供质量控制方面的依据。

## 参 考 文 献:

[ 1 ] 张存艳,魏蔼玲,刘红梅,等. 附子药对化学成分与药理作用的研究进展[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(9): 5421-5425.

[ 2 ] 蔡明慧,王玉明,刘京. 基于UPLC-Q-TOF-MS技术和网络药理学探讨配伍甘草降低附子心脏毒性的作用机制[J]. 天津中医药大学学报, 2024, 43(10): 881-891.

[ 3 ] 舒莹莹,李海针,刘红宁,等. UPLC-Q-TOF-MS结合网络药理学探究参附汤治疗慢性心力衰竭的作用机制[J]. 中国医院药学杂志, 2023, 43(6): 644-650.

[ 4 ] 任疏桐,郝苗,刘越,等. 人脐带间充质干细胞共培养联合人参皂苷 Rg1 对心力衰竭细胞模型的影响[J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(31): 6625-6633.

[ 5 ] 郭施勉,楚英杰. 人参皂苷 Rg1 对冠心病大鼠心肌细胞凋亡的影响及机制研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(23): 4054-4059.

[ 6 ] 闫威名. 人参皂苷 Rg1 通过调控铁死亡相关因子 HMGBl 改善心肌梗死的机制研究[D]. 大连: 大连医科大学, 2023.

[ 7 ] 崔艺萌,王玉珏,崔金刚,等. 肉桂酸对早期心肌肥大的干预作用及促进脂肪酸转运的机制研究[J]. 中华中医药杂志, 2024, 39(5): 2181-2187.

[ 8 ] 魏科东,吴婉婉,丁芮,等. 基于网络药理学与实验验证探讨肉桂酸治疗慢性心力衰竭的作用机制[J]. 安徽中医药大学学报, 2024, 43(3): 65-73.

[ 9 ] 时潇丽,方冰倩,刘伟,等. LC-MS/MS法同时测定鹿角片中12种核苷的含量[J]. 中成药, 2024, 46(11): 3552-3557.

[ 10 ] 欧阳冰琛,赵权,王晶,等. LC-MS/MS法同时测定复方鳖甲软肝片中9种成分[J]. 中成药, 2022, 44(12): 3787-3791.

[ 11 ] 彭秘,刘匡一,涂传智. UPLC-MS/MS法同时测定乳宁颗粒中8种成分的含量[J]. 中成药, 2025, 47(5): 1600-1603.

[ 12 ] 王倩,高霞,冯健,等. UPLC-MS/MS法同时测定加味藿香正气软胶囊中16种成分的含量[J]. 中成药, 2025, 47(5): 1431-1436.

[ 13 ] 郑振秋,孙鹏飞,卞常芝,等. UPLC-MS/MS法同时测定排石颗粒中10种成分的含量[J]. 中成药, 2025, 47(4): 1263-1266.

[ 14 ] 张峰,梁艳,张蒙蒙,等. UPLC-MS/MS法同时测定小儿肺咳颗粒中14种活性成分的含量[J]. 中成药, 2025, 47(3): 716-721.

[ 15 ] 曹洪杰,夏方亮,王建强,等. UPLC-MS/MS法同时测定仙灵葆胶囊中12种成分的含量[J]. 中成药, 2025, 47(3): 897-900.

[ 16 ] 陈腾飞,黄鹤,高云航,等. LC-MS/MS同时测定慢性脑缺血模型大鼠血浆中扎冲十三味丸的6种成分及其毒代动力学研究[J]. 中国中药杂志, 2024, 49(21): 5932-5943.

[ 17 ] 李娜,林龙飞,寿晓玲. LC-MS/MS分析人参茎叶提取液中人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re 降解产物[J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(2): 197-201.

[ 18 ] 杨崇仪,吴凡,张红宇,等. LC-MS/MS法测定血塞通注射液五种皂苷成分的含量[J]. 中国民族民间医药, 2019, 28(13): 34-43.

[ 19 ] 缪萍,裘福荣,曾金,等. LC-MS/MS同时测定四逆汤中11个有效成分[J]. 中成药, 2014, 36(7): 1430-1434.

[ 20 ] Tsugawa H, Nakabayashi R, Mori T, et al. A cheminformatics approach to characterize metabolomes in stable-isotope-labeled organisms[J]. *Nat Methods*, 2019, 16(4): 295-298.

[ 21 ] 陈海清,何信发. UPLC-MS/MS法同时测定熟附片中6种生物碱类成分含量[J]. 药品评价, 2023, 20(8): 966-969.