

# 一测多评法同时测定三七血伤宁散中5种皂苷类成分的含量

翟雅南<sup>1\*</sup>, 廖海琳<sup>1\*</sup>, 高美美<sup>1</sup>, 蒋凌风<sup>1#</sup>, 李建华<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>广西中医药大学科学实验中心, 广西 南宁

<sup>2</sup>桂林三金药业股份有限公司, 广西 桂林

收稿日期: 2022年10月28日; 录用日期: 2022年11月18日; 发布日期: 2022年11月29日

## 摘要

目的: 建立一测多评法(Quantitative analysis of multi-components by single-marker, QAMS)同时测定三七血伤宁散中人参皂苷Rg<sub>1</sub>、人参皂苷Rb<sub>1</sub>、人参皂苷Rd、重楼皂苷VII、重楼皂苷I, 5种成分的含量。方法: 采用Agilent5Tc-C18柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm); 流动相乙腈-水, 梯度洗脱; 体积流量1.1 mL/min; 柱温25℃; 检测波长210 nm, 以人参皂苷Rb<sub>1</sub>为内参物, 建立其他四种成分的相对校正因子; 通过一测多评法和外标法结果比较, 验证一测多评法的准确性与实用性。结果: 在一定线性范围内以人参皂苷Rb<sub>1</sub>为内参物, 建立人参皂苷Rg<sub>1</sub>、人参皂苷Rd、重楼皂苷VII、重楼皂苷I的相对校正因子分别为0.7210、0.9011、0.9023、0.7598。一测多评法与外标法含量测定结果无显著性差异。结论: 一测多评法可用于三七血伤宁散中五种不同成分的含量同时测定。

## 关键词

三七血伤宁散, 皂苷, 一测多评, 高效液相

## Simultaneous Determination of Five Saponins in Sanqi Xueshangning Powder by Quantitative analysis of Multi-Components with Single Marker Method

Yanan Zhai<sup>1\*</sup>, Hailin Liao<sup>1\*</sup>, Meimei Gao<sup>1</sup>, Lingfeng Jiang<sup>1#</sup>, Jianhua Li<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>Scientific Research Center, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

<sup>2</sup>Guilin Sanjin Pharmaceutical Co., Ltd., Guilin Guangxi

\*共一作者。

#通讯作者。

文章引用: 翟雅南, 廖海琳, 高美美, 蒋凌风, 李建华. 一测多评法同时测定三七血伤宁散中 5 种皂苷类成分的含量 [J]. 分析化学进展, 2022, 12(4): 370-377. DOI: 10.12677/aac.2022.124044

Received: Oct. 28<sup>th</sup>, 2022; accepted: Nov. 18<sup>th</sup>, 2022; published: Nov. 29<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

**Objective:** To establish a quantitative analysis of multi-components by single marker (QAMS) method for the simultaneous determination of five components (Ginsenoside Rg<sub>1</sub>, Ginsenoside Rb<sub>1</sub>, Ginsenoside Rd, Polyphyllin VII, Polyphyllin I) in Sanqi Xueshangning powder. **Methods:** The analysis was performed on an Agilent5Tc-C18 column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) at 25°C, with mobile phase composed of acetonitrile-water at a flow rate of 1.1 mL/min in gradient elution mode, and the detection wavelength was set at 210 nm. Using Ginsenoside Rb<sub>1</sub> as internal substance, the relative correlation factors (RCFs) of four Saponins were calculated. By comparing the results of the external standard method (ESM) and QAMS methods, the feasibility and accuracy of QAMS method were verified. **Results:** The relative correlation factors of ginsenoside Rg<sub>1</sub>, ginsenoside Rd, Polyphyllin VII and Polyphyllin I to ginsenoside Rb<sub>1</sub> were 0.7210, 0.9011, 0.9023, 0.7598, respectively. There was no significant difference between the QAMS and ESM in 20 batches of samples. **Conclusion:** The QAMS method is accurate and easy to operate, and can be used for the content simultaneous determination of Sanqi Xueshangning Powder.

## Keywords

Xueshangning Powder, Saponins, Quantitative Analysis of Multi-Components by Single-Marker Method, High Performance Liquid Chromatography

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

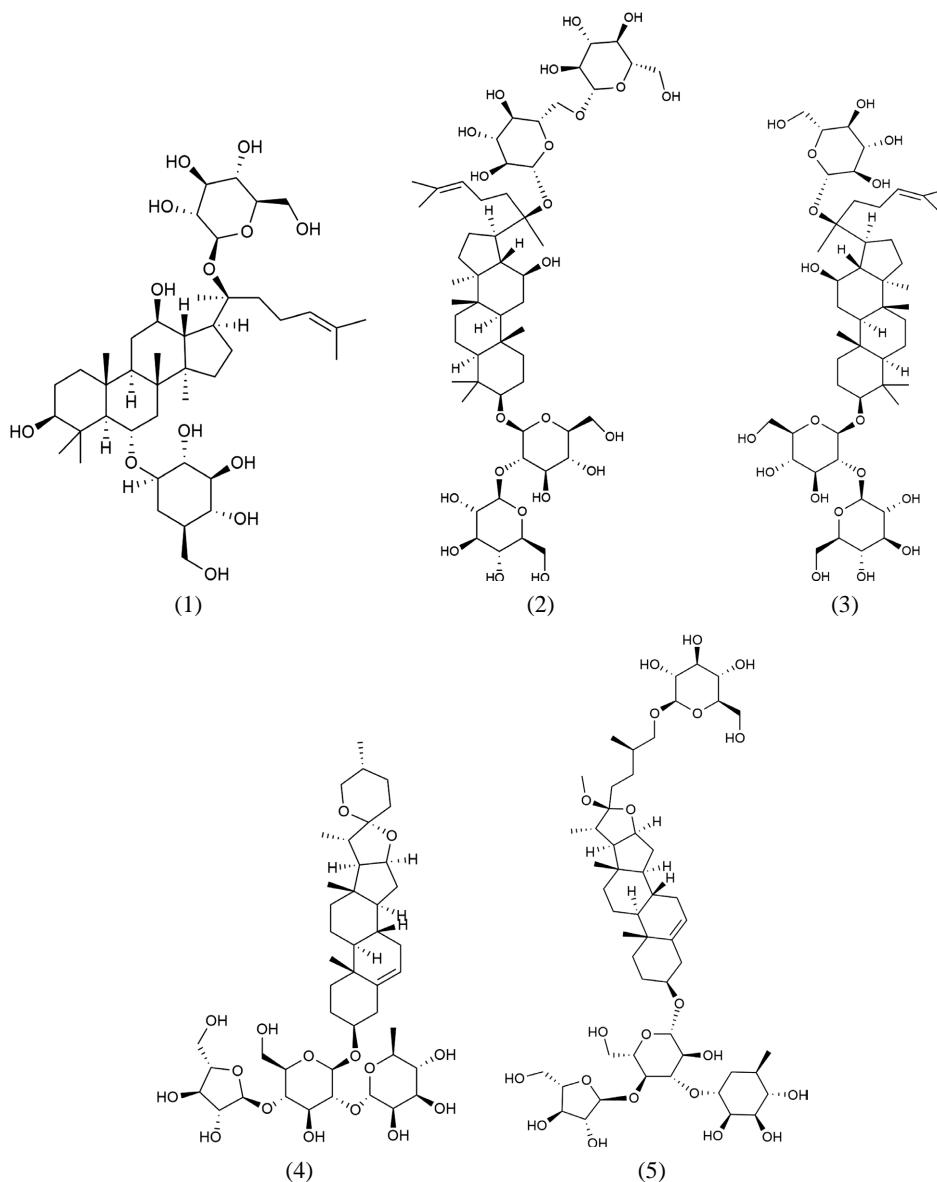
三七血伤宁散收载于《卫生部药品标准·中药成方制剂(第十七册)》(标准编号为 WS3-B-3133-98)属于桂林三金独家产品,由三七、重楼、制草乌、大叶紫珠等中药组成,具有止血镇痛,祛瘀生新之功效。用于瘀血阻滞、血不归经之各种血证及瘀血肿痛,如胃、十二指肠溃疡出血,支气管扩张出血,肺结核咳血,功能性子宫出血,外伤及痔疮出血,妇女月经不调,经痛,闭经及月经出血量过多,产后瘀血,胃痛,肋间疼痛等[1],主要与其含有的皂苷类活性成分有关,因此,对皂苷类成分进行质量控制,是衡量三七血伤宁散的质量关键,因对照品用量大,价格昂贵等,另外本品中涉及的药味多,现有质量标准还不完善,难以从整体上把握产品质量[2][3]。因此本实验拟建立一测多评法同时测定人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、人参皂苷 Rd、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 5 种成分(化学结构式见图 1)的含量,此方法结果准确,重复性、稳定性良好,可作为三七血伤宁散成分分析、质量控制的依据。

## 2. 材料

### 2.1. 仪器

Agilent 1260 高效液相色谱仪(美国安捷伦科技有限公司); Waters 2695-2996 型高效液相色谱仪(美国沃特世公司); XP404 型和 XP205 型电子分析天平(瑞士梅特勒-托利多公司); 数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司 KQ-8000E); MILLI-Q 超纯水仪(美国默克密理博公司); 色谱柱 Agilent5Tc-C18 (4.6 mm

× 250 mm, 5 μm)、WelchUltimateXB-C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm)及 Agilent5Tc-C18 (2) (4.6 mm × 250 mm, 5 μm)。



**Figure 1.** Chemical structure formula of five saponins. (1) Ginsenoside Rg<sub>1</sub>; (2) Ginsenoside Rb<sub>1</sub>; (3) Ginsenoside Rd; (4) Polyphyllin I; (5) Polyphyllin VIII

**图 1.** 五种皂苷类成分的化学结构式。(1) 人参皂苷 Rg<sub>1</sub>; (2) 人参皂苷 Rb<sub>1</sub>; (3) 人参皂苷 Rd; (4) 重楼皂苷 I; (5) 重楼皂苷 VII

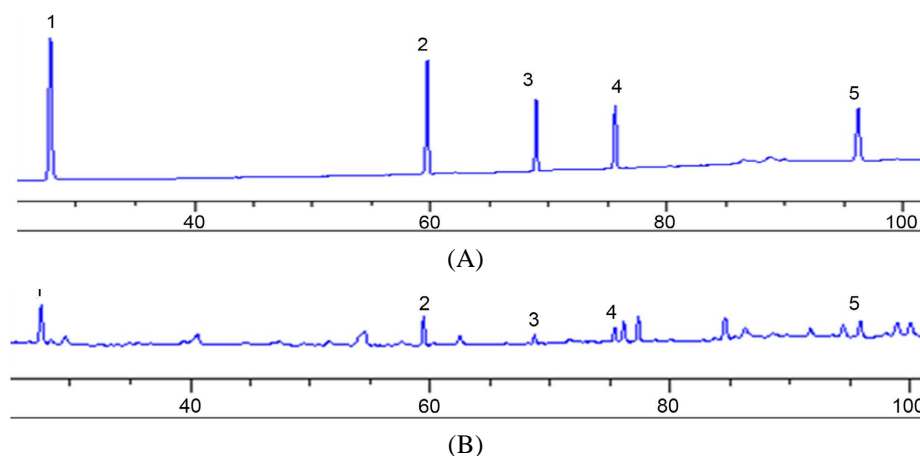
## 2.2. 试药

人参皂苷 Rd 对照品(批号: 111818-202104, 纯度 97.3%)、人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 对照品(批号: 110703-202034, 纯度 94%)、人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 对照品(批号: 110704-2016, 纯度 95%)、重楼皂苷 VII(批号: 111593-202105, 纯度 98.4%)、重楼皂苷 I (批号 111590-202105, 纯度 94.5%)均购自中国食品药品检定研究院。三七血伤宁散(桂林三金中药研究所, 批号 S1-S15); 乙腈(色谱级, 默克), 水为超纯水。

### 3. 方法与结果

#### 3.1. 色谱条件

色谱柱: Agilent5Tc-C18 柱 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈(A); 水溶液(B), 梯度洗脱(0~30 min, 19%~25% A; 30~60 min, 25%~35% A; 60~80 min, 35%~45% A; 80~100 min, 45%~52% A; 100~110 min, 45%~52%; 见表 1)流速: 1.1 ml/min; 检测波长: 210 nm; 柱温: 25℃; 进样量: 10 μl。在上述色谱条件下, 各组分离完全, 分离度均 >1.5, 阴性样品无干扰, 理论板数均大于 400,000。色谱图见图 2。



**Figure 2.** Chromatogram of mixed reference substance (A) and sample (B). (1. Ginsenoside Rg<sub>1</sub>; 2. Ginsenoside Rb<sub>1</sub>; 3. Ginsenoside Rd; 4. Polyphyllin VII; 5. Polyphyllin I)

**图 2.** 混合对照品。(A) 及待测样品;(B) 色谱图。(1. 人参皂苷 Rg<sub>1</sub>; 2. 人参皂苷 Rb<sub>1</sub>; 3. 人参皂苷 Rd; 4. 重楼皂苷 VII; 5. 重楼皂苷 I)

#### 3.2. 溶液的配置

##### 3.2.1. 混合对照品的配置

精密称量人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、人参皂苷 Rd、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 对照品适量, 置于 10mL 量瓶中, 用甲醇稀释定容至刻度线, 摇匀, 即得混合对照品溶液, 混合对照品中, 各成分浓度分别为人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 0.3899 mg/mL、人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 0.3333 mg/mL、人参皂苷 Rd 0.1733 mg/mL、重楼皂苷 VII 0.1823 mg/mL、重楼皂苷 I 0.1688 mg/mL。

##### 3.2.2. 供试品溶液的制备

取 1.0 g 三七血伤宁散样品, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 精密加入甲醇 20 mL, 称定质量, 超声处理 30 min, 放冷至室温, 用甲醇补重, 摇匀、过滤, 并用 0.45 μm 微孔滤膜过滤, 取续滤液即得。

##### 3.2.3. 阴性样品的制备

按三七血伤宁散的处方, 制备缺三七和重楼的阴性样品, 并按“3.2.2”项下方法制备阴性样品溶液, 即得。

#### 3.3. 方法学考察

##### 3.3.1. 线型关系考察

分别精密吸取混合对照品溶液 2、4、5、8、10 μL, 按“3.1”项下色谱条件进样测定, 记录色谱图, 以各组分峰面积(Y)对进样量(X)进行线性回归, 计算回归方程以及相关系数(R<sup>2</sup>)。结果(表 1)表明, 5 个成分在相应的质量浓度范围内线性关系良好。

**Table 1.** Linear equation, correlation coefficient and linearity of 5 components**表 1.** 5 种成分的回归方程、相关系数及线性范围

成分	回归方程	R <sup>2</sup>	线性范围/(mg/mL)
人参皂苷 R <sub>g1</sub>	$y = 43.466x + 1.3156$	0.9999	0.07798~0.3899
人参皂苷 R <sub>b1</sub>	$y = 27.140x - 0.6103$	0.9999	0.06666~0.3333
人参皂苷 R <sub>d</sub>	$y = 15.345x + 1.2613$	0.9992	0.03466~0.1733
重楼皂苷 VII	$y = 16.582x - 0.8176$	0.9999	0.03646~0.1823
重楼皂苷 I	$y = 18.340x - 2.2931$	0.9999	0.03376~0.1688

### 3.3.2. 精密度试验

取“3.1.1”项下对照品溶液,在“3.1”项色谱条件下进样测定 6 次,测得人参皂苷 R<sub>g1</sub>、人参皂苷 R<sub>b1</sub>、人参皂苷 R<sub>d</sub>、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 峰面积 RSD 分别为 0.68%、0.86%、0.79%、0.80%、1.02%,表明仪器精密度良好。

### 3.3.3. 稳定性试验

取同一供试品溶液,于 0、3、6、9、12、18 h 在“3.1”项色谱条件下进样测定,测得人参皂苷 R<sub>g1</sub>、人参皂苷 R<sub>b1</sub>、人参皂苷 R<sub>d</sub>、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 峰面积 RSD 分别为 0.50%、0.42%、1.80%、2.08%、1.57%。表明供试品溶液在 18 h 内稳定。

### 3.3.4. 重复性试验

取三七血伤宁散(批号 S1),按“3.2.2”项下,平行制备供试品溶液 6 份,进样,记录 5 个指标成分的峰面积。计算人参皂苷 R<sub>g1</sub>、人参皂苷 R<sub>b1</sub>、人参皂苷 R<sub>d</sub>、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 含量的 RSD 分别为 0.67%、0.73%、1.38%、0.94%、1.09%,表明该方法的重复性良好。

### 3.3.5. 加样回收实验

已测定的样品 6 份,取 0.5g 精密称定,分别精密加入各对照品溶液适量,按照“3.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“3.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积,计算加样回收率,结果人参皂苷 R<sub>g1</sub>、R<sub>b1</sub>、R<sub>d</sub>、重楼皂苷 VII、I,的平均加样回收率分别为 97.10%、98.92%、101.06%、96.24%、98.55%,RSD 值分别为 0.52%、0.79%、1.28%、0.51%、1.94%,表明方法的准确度高。

## 3.4. 相对校正因子的建立

采用多点校正法[4][5],取均值作为 QAMS 定量用。

$$f_{s/i} = f_s / f_i = A_s C_i / A_i C_s \quad (1)$$

$A_s$  为内参物对照品  $s$  的峰面积,  $C_s$  为内参物对照品  $s$  的质量浓度,  $A_i$  为待测成分对照品  $i$  的峰面积,  $C_i$  为待测成分对照品  $i$  的质量浓度。取“3.2.1”项下混合对照品溶液,在“3.1”项色谱条件下进样测定以人参皂苷 R<sub>b1</sub> 为内标,计算人参皂苷 R<sub>g1</sub>、人参皂苷 R<sub>d</sub>、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 的相对校正因子分别为 0.7210、0.9011、0.9023、0.7598,并且各成分相对校正因子的 RSD% < 0.7%。

## 3.5. 耐用性考察

### 3.5.1. 不同温度相对校正因子的影响

在相同条件下,采用 Agilent5Tc-C18 柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm)色谱柱和 Agilent1260 型高效液相色谱

谱仪, 考察不同温度(25、26、28、30°C)对人参皂苷  $R_{g_1}$ 、人参皂苷 Rd、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 的相对校正因子的影响, 结果显示各相对校正因子的  $RSD\% < 0.70\%$ , 表明柱温对各成分的相对校正因子无显著影响。

### 3.5.2. 流速对相对校正因子的影响

在相同条件下, 采用 Agilent5Tc-C18 柱(250 mm  $\times$  4.6 mm, 5  $\mu$ m)色谱柱和 Agilent 1260 型高效液相色谱仪, 考察不同温度(1.0、1.1、1.2 ml/min)对人参皂苷  $R_{g_1}$ 、人参皂苷 Rd、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 的相对校正因子的影响, 结果显示各成分相对校正因子的  $RSD\% < 0.35\%$ , 表明流速对各成分相对校正因子无显著影响。

### 3.5.3. 波长对相对校正因子的影响

在相同条件下, 采用 Agilent5Tc-C18 柱(250 mm  $\times$  4.6 mm, 5  $\mu$ m)色谱柱和 Agilent 1260 型高效液相色谱仪, 考察不同温度(203、206、210 nm)对人参皂苷  $R_{g_1}$ 、人参皂苷 Rd、重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 的相对校正因子的影响, 结果显示各成分相对校正因子的  $RSD\% < 1.80\%$ , 表明波长对各成分相对校正因子无显著性影响。

### 3.5.4. 不同仪器和色谱柱

分别考察 Waters 2695-2996 型和 Agilent 1260 型高效液相色谱系统以及 Agilent5Tc-C18、WelchUltimateXB-C18 及 Agilent5Tc-C18 (2) (规格均为 4.6 mm  $\times$  250 mm, 5  $\mu$ m)三种色谱柱对人参皂苷  $R_{g_1}$ 、人参皂苷 Rd、重楼皂苷VII、重楼皂苷I的相对校正因子的影响, 结果显示各成分相对校正因子的  $RSD\% < 1.25\%$ , 表明不同高效液相色谱仪及不同色谱柱对各成分相对校正因子无显著性影响。

## 3.6. 待测组分数谱峰的定位

采用相对保留时间作为定位标准, 取“3.2.1”项下对照品溶液, 在“3.1”项色谱条件下进样测定, 以人参皂苷  $R_{b_1}$  为基准峰, 结果显示各成分相对保留时间的  $RSD < 2.70\%$ , 表明在不同的色谱系统及色谱柱下有良好的重现性。

## 3.7. EMS 与 QAMS 法测定结果的比较

取 15 批三七血伤宁散, 按“3.2.2”项下方法制备供试品溶液; 分别精密吸取供试品溶液 10  $\mu$ L, 按“3.2”项下色谱条件进样, 测定峰面积。采用外标法(ESM)和 QAMS 法分别计算三七血伤宁散中人参皂苷  $R_{g_1}$ 、人参皂苷  $R_{b_1}$ 、人参皂苷 Rd、重楼皂苷VII、重楼皂苷I的含量, 结果见表 2。经计算得 15 批样品两种测定结果的相对偏差在 $\pm 3.00\%$ 以内, 表明两种方法无明显差异[6]。

Table 2. QAMS method compared with the external standard method

表 2. 一测多评法与外标法测定结果比较

编号	人参皂苷 $R_{b_1}$ /(mg/g)	人参皂苷 $R_{g_1}$ /(mg/g)		人参皂苷 Rd/(mg/g)		重楼皂苷 VII/(mg/g)		重楼皂苷 I/(mg/g)	
		外标法	QAMS	外标法	QAMS	外标法	QAMS	外标法	QAMS
S1	2.8936	3.8700	3.9234	0.7440	0.7609	2.7620	2.7802	1.2228	1.2062
S2	3.1103	3.8064	3.8282	0.8773	0.8850	2.3355	2.3291	1.6655	1.6450
S3	3.0934	3.8824	3.9044	0.8976	0.9049	1.8496	1.8409	1.7684	1.7493
S4	2.9989	3.9053	3.9287	0.8389	0.8478	2.6279	2.6241	1.2467	1.2212
S5	2.7591	3.7393	3.7664	0.7169	0.7293	1.5197	1.5114	2.0953	2.0833



## Continued

S6	2.9674	3.9036	3.9274	0.8140	0.8236	1.3834	1.3730	1.9649	1.9493
S7	2.8608	3.8841	3.9097	0.7372	0.7488	1.0272	1.0153	2.2717	2.2612
S8	3.1127	3.9636	3.9853	0.8163	0.8254	0.5325	0.5171	2.5472	2.5381
S9	2.9214	3.7817	3.8062	0.7756	0.7862	2.1310	2.1251	1.3697	1.3463
S10	3.4131	4.1332	4.1508	0.9925	0.9965	1.0756	1.0619	2.2165	2.2011
S11	3.2000	3.9336	3.9541	0.8795	0.8869	0.7897	0.7754	2.3470	2.3346
S12	3.5900	4.6843	4.6989	0.9857	0.9894	0.6424	0.6267	2.8411	2.8317
S13	3.3356	4.0996	4.1183	0.9405	0.9460	2.5114	2.5041	1.4763	1.4522
S14	3.6433	4.7426	4.7565	1.0263	1.0290	0.6138	0.5979	3.0872	3.0803
S15	2.8220	3.6827	3.7088	0.7621	0.7733	1.5615	1.5530	1.9392	1.9244

#### 4. 讨论

文献研究显示,三七中人参皂苷  $Rg_1$ 、人参皂苷  $Rb_1$ 、人参皂苷  $Rd$  可能是三七活血及发挥消肿定痛作用的物质基础[7] [8] [9], 另有研究根据谱-效关系筛选出人参皂苷  $Rg_1$  还具有止血活性[10]。这也正阐释了三七“活血不留瘀, 止血不伤正”的内涵。重楼中皂苷以重楼皂苷 VII、重楼皂苷 I 等为主[11], 小鼠实验显示重楼皂苷 I、VII 具有明显的镇痛作用[12] [13], 临床上重楼皂苷 I、VII 主要治疗功能性子宫出血等[14]。这些成分的药理活性与三七血伤宁散的功效有一定的相关性, 适合用于三七血伤宁散质量标准评价的指标性成分。在本实验研究的皂苷类成分中, 人参皂苷  $Rb_1$  含量高、出峰时间居中, 杂质干扰小, 而且  $Rb_1$  化学性质稳定, 相对来说价廉易得, 因此, 选择人参皂苷  $Rb_1$  作为内标参照物建立 QAMS 含量测定方法。

试验对供试品的制备方法进行了单因素考察, 考察了提取方式(超声、回流)、提取时间(30 min、45 min、60 min)、提取溶剂(甲醇、70% 甲醇、95% 乙醇)的影响, 确定以 20 ml 甲醇超声提取 30 min, 峰分离较好且杂质峰干扰较少。试验参考 2020 版《中国药典》三七总皂苷含量测定及文献[15] [16] [17] 有关皂苷的含量测定方法, 考察了乙腈-水、乙腈-0.01% 磷酸两种流动性体系对三七血伤宁散分离效果, 结果显示乙腈-0.01% 磷酸系统引入新的杂质, 乙腈-水系统的分离效果好, 获得的色谱图基线平稳, 因此选择乙腈-水系统。

本实验考察了液相、色谱柱、流速、柱温、波长对相对校正因子的影响, 结果显示这些因素的改变对相对校正因子的影响较小, 表明此方法具有较高的耐用性。并采用 QAMS 法与 ESM 法分别测定 15 批三七血伤宁散中 5 种成分, 结果表明 2 种方法测得结果没有显著差异, 并且由于复方制剂所含成分较多, 多成分同时测定已成为复方制剂质量评价的发展趋势, 本文首次建立了同时测定三七血伤宁散中 5 种皂苷类成分的方法, 该方法操作便捷, 结果准确, 为全面评价三七血伤宁散的整体质量提供了实验支持。

#### 基金项目

广西科技重大专项: 广西创新驱动发展专项资金项目(合同编号: 桂科 AA19254026)。

#### 参考文献

- [1] 丘明明. 高效液相色谱法测定三七血伤宁散中三七皂苷  $R_1$ 、人参皂苷  $Rg_1$  和  $Rb_1$  的含量[J]. 中南药学, 2010, 8(1): 27-30.

- [2] 文丽, 唐小涛, 李丽莉, 罗轶, 黄清泉, 张明丽. 一测多评法同时测定广西民族药野菠菜中 4 种成分的含量[J]. 中医药导报, 2022, 28(1): 67-70.
- [3] 杨雪晴, 徐伟, 肖春萍. 茅苍术中四种成分含量的一测多评法分析[J]. 时珍国医国药, 2022, 33(3): 581-583.
- [4] 王智民, 钱忠直, 张启伟, 朱晶晶, 高慧敏, 王峥涛. 一测多评法建立的技术指南[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(6): 657-658.
- [5] 谭诗涵, 伍红年, 雷雅婷, 张也, 王元清, 刘瑞连, 刘乐平, 严建业, 王炜. 一测多评法测定竹节参中 7 种皂苷类成分的含量[J]. 中草药, 2019, 50(17): 4164-4169.
- [6] 刘丽娜, 李海亮, 李耀磊, 金红宇, 管珂. 银杏叶片中 5 种银杏双黄酮类成分同时测定方法的建立[J]. 中国药房, 2022, 33(10): 1220-1224.
- [7] 李新, 徐旭, 许浚, 郭海彪, 李晓霞, 林娟, 张铁军, 刘旻. 基于活血作用的三七粉质量标志物研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2022, 24(1): 35-46.
- [8] 韩彦琪, 李新, 王德勤, 徐旭, 郭海彪, 许浚, 张铁军, 李楚源. 基于消肿定痛功效的三七粉质量标志物研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2022, 24(1): 55-62.
- [9] 李秋雨, 边丽华, 王晓玫, 姚子蔚, 李佳园, 万国慧, 魏晓嘉, 刘金凤, 于佳禾, 金重先, 王春国, 石晋丽. 不同商品规格三七止血功效的谱效关系研究[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(16): 4157-4166.
- [10] 李秋雨. 基于止血功效的不同商品规格三七质量评价研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2021.
- [11] 王文平. 重楼皂苷 I、II、VII 的毒性评价及重楼皂苷 I 的肝毒性机制探究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京中医药大学, 2021.
- [12] 肖杨, 周霞, 唐大轩, 张媛, 林娟, 陈铁柱. 重楼皂苷 VII、H 及总皂苷镇痛抗炎作用研究[J]. 四川中医, 2021, 39(6): 57-60.
- [13] 张媛, 唐大轩, 张莉, 刘亚欧, 陈铁柱. 重楼皂苷 I、VI 及总皂苷镇痛抗炎作用研究[J]. 四川中医, 2020, 38(5): 68-70.
- [14] 滕林师, 张鑫, 成颖, 周四元, 叶威良. 重楼皂苷的药理活性及药代动力学研究进展[J]. 西北药学杂志, 2019, 34(2): 280-283.
- [15] 姜志远, 刘世萍, 马妍妍, 李业雨. 一测多评法测定血塞通胶囊中 5 种皂苷类成分的含量[J]. 中医药信息, 2018, 35(4): 42-45.
- [16] 张初瑜, 陈素红, 吴素香. 一测多评法测定复方人参片中的 8 种皂苷类成分[J]. 中国现代应用药学, 2018, 35(5): 708-714.
- [17] 刘小妹, 程中琴, 施崇精, 王姗姗, 袁强华, 宋英. 一测多评法同时测定人参中人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rg<sub>1</sub>、Re、Rc、Rb<sub>2</sub>、Rd[J]. 中草药, 2018, 49(6): 1413-1417.