

基于高效液相指纹图谱检测参苓白术散中人参皂苷的含量测定

王雪梅 李艳娇 宋燕青

(吉林大学第一医院药学部, 长春, 130000)

摘要 目的:通过高效液相指纹图的检测方法测试不同批次参苓白术散中人参皂苷的含量。方法:进样量为 10 μL , 采用 250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm 的色谱柱(Thermo ODS-HYPERSIL 柱), 选择流动相的条件是在 A 流动相乙腈和 B 流动相水中以 1 mL/min 的流速开展实验, 检测波长为 203 nm, 柱温为 30 $^{\circ}\text{C}$, 根据高效液相(HPLC)(Agilent-1100 高效液相色谱仪)指纹图谱的梯度洗脱程序进行试验, 并在 Agilent-1100 色谱工作站上进行指纹图谱分析。分别对 HPLC 方法学的严谨性进行检测, 包括专属性试验、精密度试验、稳定性试验、重复性试验、线性回归试验、加样回收率试验等逐步建立方法的科学性; 而后进一步采用 HPLC 对参苓白术散中人参皂苷的含量进行具体的检测和记录。结果:1) HPLC 的专属性试验结果显示人参皂苷 Rg1、Re 及 Rb1 均有良好的专属性。2) 人参皂苷 Rg1 的线性回归方程是 $Y = 352.68119X + 6.73850$; 人参皂苷 Re 的线性回归方程是 $Y = 292.61086X + 3.70323$; 人参皂苷的线性回归方程是 $Rb1Y = 254.20321X + 4.56471$; 其相关系数均 > 0.999 , 结果显示人参皂苷线性关系良好。3) 精密度试验结果显示人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 峰面积的 RSD 在 0.22% ~ 0.29%; 稳定性试验结果显示人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 峰面积的 RSD 在 0.06% ~ 1.83%; 重复性试验结果显示人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 总量的含量平均值为 9.86 mg, RSD 2.5% 表明 HPLC 的精密度、稳定性和重复性均良好。4) 结果显示人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 的加样回收率平均值和 RSD 分别为 95.7%、105.7%、100.4%、3.3%、4.8%、3.1%, 表明均 HPLC 测定参苓白术散加样回收率良好。5) 不同批次参苓白术散中人参皂苷总的含量存在较大差别。结论:高效液相指纹图谱检测参苓白术散的操作方法较为简便, 其专属性、灵敏度和重复性均较好, 而不同批次参苓白术散中人参皂苷总的含量存在较大差别, 对临床规范控制参苓白术散的质量有试验基础。

关键词 参苓白术散; 高效液相; 指纹图谱; 人参皂苷; 人参皂苷 Rg1; 人参皂苷 Re; 人参皂苷 Rb1; 含量测定

Determination of Ginsenosides in Shenling Baizhu Powder Based on HPLC Fingerprint

Wang Xuemei, Li Yanjiao, Song Chunyan

(Department of pharmacy, The First Hospital of Jilin University, Changchun 130000, China)

Abstract Objective: To establish a method for the determination of ginsenosides in Shenling Baizhu powder by high performance liquid chromatography fingerprint, so as to improve the quality control of Shenling Baizhu powder. **Methods:** Chromatographic conditions: Thermo ODS-HYPERSIL column (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 micron), mobile phase (flow rate: 1 mL/min): acetonitrile; water, injection volume: 10 μL , column temperature: 30 $^{\circ}\text{C}$, detection wavelength: 203 nm. The standard curve of ginsenoside reference substance series concentration, blank reference solution were prepared. Shenling Baizhu powder detection solution were carried out on the tested samples, and the liquid chromatogram was processed and analyzed by Agilent-1100 chromatographic workstation. specific test, precision test, stability test, repeatability test, linear regression test and sample recovery test were done according to the procedures, the chromatographic conditions of the high performance liquid chromatography were validated methodologically. Six batches of Shenling Baizhu Powder were processed and prepared for inspected solution. The content of ginsenosides in the samples were determined by the above-mentioned chromatographic conditions. **Results:** 1) HPLC specific test: ginsenoside Rg1, Re and Rb1 have good specificity. 2) Linear regression equation of ginsenoside Rg1 was $Y = 352.68119X + 6.73850$; ginsenoside Re linear regression equation was $Y = 292.61086X + 3.70323$; ginsenoside linear regression equation was $Rb1Y = 254.20321X + 4.56471$; the correlation coefficients all exceeded 0.999, and had good linear relationship. 3) Precision test: RSD of peak area of ginsenoside Rg1, ginsenoside Re and ginsenoside Rb1 ranged from 0.22% to 0.29%. Stability test showed that RSD of peak area of ginsenoside Rg1, ginsenoside Re and ginsenoside Rb1 ranged from 0.06% to 1.83%. 4) Repeatability test: ginsenoside Rg1, ginsenoside Re, ginsenoside Rb1 The average content of the total was 9.86 mg, RSD 2.5%, indicated that the precision,

基金项目: 国家自然科学基金项目(81274036)

作者简介: 王雪梅(1989.12—), 女, 硕士, 药师, 研究方向: 医院药学及中药复方药效物质基础及机制研究, E-mail: 13154391051@163.com

通信作者: 宋燕青(1981.05—), 女, 博士, 副主任药师, 研究方向: 医院药学及药事管理, E-mail: 13154391051@163.com

stability and repeatability of the method were good. 5) The average recovery and RSD of ginsenoside Rg1, ginsenoside Re and ginsenoside Rb1 respectively were 95.7%, 105.7%, 100.4%, 3.3%, 4.8% and 3.1%. 6) The content of ginsenosides in 6 batches of Shenling Baizhu powder: The total content of ginsenosides in different batches of Shenling Baizhu powder were quite different.

Conclusion: The method of high performance liquid chromatography fingerprint detection for Shenling Baizhu powder was simple, specific, sensitive and reproducible. The total content of ginsenosides were great differences among different batches of Shenling Baizhu powder, and provided an experimental basis for clinical standard control of the quality of Shenling Baizhu powder is needed.

Key Words Shenling Baizhu powder; High performance liquid chromatography; Fingerprint; Ginsenoside; Ginsenoside Rg1; Ginsenoside Re; ginsenoside Rb1; Content determination

中图分类号: R284.1 文献标识码: A doi: 10.3969/j.issn.1673-7202.2018.11.052

参苓白术散出自《太平惠民和剂局方》,是以四君子汤为基础的,处方由人参、茯苓、白术、山药、甘草、白扁豆、莲子等十味药组成,所有药物均以全原粉入药,主要起补脾胃、益肺气的功用^[1-3]。目前 2015 年版《中华人民共和国药典》(一部)中有收载参苓白术散这一以人参为君药的药方,但目前参苓白术散质量标准尚未收载人参或人参皂苷含量测定项^[4],而市面上参苓白术散的厂家较多,且原药材人参的质量差异也很大。因此人参皂苷作为人参中的重要成分,通过测定参苓白术散中人参皂苷的含量,可以作为控制参苓白术散质量的一个重要指标。目前常用的人参皂苷含量测定方法有可见-紫外分光光度法^[5-6]、薄层扫描法(TLCS)^[7]、高效液相色谱法(HPLC)^[8],其中 HPLC 的具有高效性、高灵敏度、较广的应用范围而为越来越多中药研究人员使用和认可,因此本研究以不同厂家不同批次的 15 批参苓白术散进行检测,建立参苓白术散中 3 种人参皂苷 Rg1、Re 及 Rb1 含量测定的方法。现具体报道如下。

1 仪器与试剂

1.1 仪器 Agilent-1100 高效液相色谱仪(Agilent 公司购买), Thermo ODS-HYPERSIL 色谱柱(广州太玮生物科技有限公司购买), FR10 小型超声波清洗器(功率 250 W, 频率 50 Hz; 杭州法兰特超声波科技有限公司)。

1.2 试剂 中国食品药品检定研究院人参皂苷 Rg1 对照品(批号: 110703-201027)、人参皂苷 Re 对照品(批号: 110754-200822)和人参皂苷 Rb1 对照品(批号: 110704-20092), 色谱纯和分析纯均购买于天津赛孚瑞科技有限公司。

1.3 分析样品 参苓白术散(哈药集团世一堂制药厂, 国药准字 Z23022087), 分别取 15 个不同批次, 依次编号为 001、002、003、004、005……015。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 进样量为 10 μL , 采用 250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm 的色谱柱(Thermo ODS-HYPERSIL

柱), 选择流动相的条件是在 A 流动相乙腈和 B 流动相水中以 1 mL/min 的流速开展实验, 检测波长为 203 nm, 柱温为 30 $^{\circ}\text{C}$, 根据高效液相(HPLC)(Agilent-1100 高效液相色谱仪)指纹图谱的梯度洗脱程序进行试验, 并在 Agilent-1100 色谱工作站上进行指纹图谱分析。

2.2 对照品溶液的制备 精密称取购于中国食品药品检定研究院人参皂苷 Rg1 对照品(批号: 110703-201027)、人参皂苷 Re 对照品(批号: 110754-200822)和人参皂苷 Rb1 对照品(批号: 110704-20092)置于容量瓶中, 甲醇溶解, 制成混合对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备 取 5 个不同生产批次分别编号为 001、002、003……015 的参苓白术散的内容物, 精密取 5 g 粉末, 采用四号筛过滤于滤纸筒中, 整筒药品经过含有三氯甲烷提取器加热回流 3 h, 弃去废液, 含有药渣滤纸筒移入 100 mL 锥形瓶中, 精密加入 50 mL 水饱和正丁醇, 密塞放置 12 h 以上, 后采用 FR10 小型超声波清洗器(功率 250 W, 频率 50 Hz; 杭州法兰特超声波科技有限公司)进行超声处理 30 min, 滤过, 弃初滤液仅取续滤液 25 mL, 蒸干取残渣并加甲醇溶解、定容并摇匀, 用 0.45 μm 滤膜滤过即得供试品溶液。阴性样品溶液则取不含人参的参苓白术散同上述方法进行制备。

2.4 专属性试验 分别取对照品溶液和供试品溶液进行 HPLC 检测, 记录色谱图并对专属性进行比较, 结果显示人参皂苷 Rg1、Re 及 Rb1 均有良好的专属性。

2.5 线性关系考察 根据 2.2 制备的人参皂苷对照品溶液, 分别精密加入加入甲醇制备 0 μL 、1 μL 、2 μL 、5 μL 、10 μL 等, 分别编号 1~4 并连续进样, 以峰面积为 Y 轴, 5 μL 进样浓度为 X 轴, 绘制标准曲线, 并根据人参皂苷对照品的回归方程计算各有效成分在各自浓度范围内的线性关系。提示人参皂苷的线性关系良好。见表 1。

表1 人参皂苷的回归方程

成份	回归方程	相关系数
人参皂苷 Rg1	Y = 352. 68119X + 6. 73850	0. 999
人参皂苷 Re	Y = 292. 61086X + 3. 70323	0. 999
人参皂苷 Rb1	Y = 254. 20321X + 4. 56471	0. 999

2.6 中间精密度试验 精密吸取上述人混合参皂苷对照品溶液 10 μL,连续进样 6 次,在上述 2.1 色谱条件下,记录峰面积,人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 峰面积的 RSD 在 0.22%~0.29%,结果表明 HPLC 仪器精密度良好。

2.7 供试品溶液稳定性试验 取同一参苓白术散供试品溶液,在上述 2.1 色谱条件下,分别于 0、4、11、20、30 h 等不同的时间点进行进样测定,结果显示人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 峰面积的 RSD 在 0.06%~1.83%;表明参苓白术散供试品溶液在 30 h 内基本稳定。

2.8 重复性试验 精密取 6 份参苓白术散供试品溶液,按上述 2.1 色谱条件进行测定,人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 总量的含量平均值为 9.86 mg,RSD 2.5%,表明参苓白术散供试品溶液的重复性良好。

2.9 回收率试验 精密称定,置具塞锥形瓶中,一式 6 份,以 3 份为一组,分别精密加入混合对照品溶液 0.4、0.5、0.6 mL,精密加入 70% 甲醇溶液 20 mL,称定质量,超声处理 30 min,放冷,再称定质量,分别用 70% 甲醇溶液补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,进样分析,记录峰面积,测定加样回收率,如表 2~4 结果显示人参皂苷的加样回收率良好。

表2 人参皂苷 Rg1 加样回收率

样品中含量 (mg)	加入量 (mg)	测得量 (mg)	回收率 (%)	平均值 (%)	RSD (%)
2.090	2.692	4.791	100.4	95.7	3.3
2.231	2.692	4.881	98.5		
2.237	2.692	4.812	95.7		
2.171	2.242	4.338	96.7		
2.237	2.242	4.384	95.8		
2.158	2.242	4.323	96.6		

表3 人参皂苷 Re 加样回收率

样品中含量 (mg)	加入量 (mg)	测得量 (mg)	回收率 (%)	平均值 (%)	RSD (%)
0.386	0.441	0.864	108.6	105.7	4.8
0.967	0.441	0.871	107.7		
0.383	0.441	0.857	107.7		
0.396	0.353	0.775	107.6		
0.386	0.353	0.774	110.2		
0.404	0.353	0.787	108.7		

表4 人参皂苷 Rb1 加样回收率

样品中含量 (mg)	加入量 (mg)	测得量 (mg)	回收率 (%)	平均值 (%)	RSD (%)
1.948	2.702	4.780	104.9	100.4	3.1
2.079	2.702	4.850	102.6		
2.085	2.702	4.775	99.6		
2.078	1.802	3.825	97.0		
2.027	1.802	3.836	100.5		
2.119	1.802	3.823	94.7		

2.10 样品测定结果

2.10.1 参苓白术散 HPLC 指纹图谱分析 根据国家药典委员会提出的中药指纹图谱相似度评价系统 2004A 进行相似度分析,采用 MATLAB 软件进行数据处理和统计。由图 1、图 2 得,通过 HPLC 指纹图谱分析,人参皂苷混合对照品分别于参苓白术散供试品溶液的色谱峰保留时间一致,且阴性对照溶液未对其造成干扰影响。

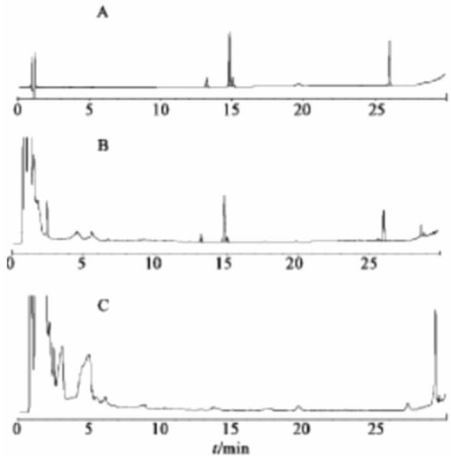


图1 参苓白术散高效液相指纹图谱

注:A. 人参皂苷混合对照品溶液,B. 参苓白术散供试品溶液,C 阴性供试品溶液

2.10.2 人参皂苷含量测定 不同批次参苓白术散中人参皂苷总的含量存在较大差别。见表 5。

表5 参苓白术散中人参皂苷的含量测定

批次	人参皂苷含量(mg)	批次	人参皂苷含量(mg)
001	9.8	009	6.9
002	8.7	010	5.1
003	5.3	011	7.9
004	5.4	012	8.7
005	10.2	013	7.1
006	9.7	014	8.0
007	10.8	015	6.8
008	10.3		

3 讨论

3.1 流动相的选择 在参苓白术散定量检测工作

中,人参的是参苓白术散中的君药,其主要检测成分是人参皂苷,目前检测人参皂苷的鉴别或定量分析方法都比较成熟^[9-11],而人参皂苷中常用检测的是 Rg1、Re、Rb1 等 3 种亚型,其中可见-紫外分光光度法只能检测总皂苷而对亚型的敏感性较低故予以排除,而在薄层扫描法(TLCS)操作环节繁琐,且由于 TLCS 相对较容易受外界条件影响;其中 HPLC 因其操作过程较为简便,且整个分离过程系统较为封闭,突出 HPLC 的高效性、高灵敏度和较广的应用范围,因此选用 HPLC 指纹图谱作为本研究的主要方法^[12-14]。本研究流动相的选择中 Rg1 和 Rb1 检测方法,在 C₁₈柱中,试验探索性研究曾比较甲醇-水和乙腈-水作为流动相的差异,Re 和 Rg1 在流动相 60% 甲醇或者 15% 乙腈均能够洗脱,且分离度较好;而 Rb1 的流动相在 80% 甲醇或者 40% 乙腈的情况下也能够洗脱出比例超过 1:1 分离度,但从总的结果分析中发现,当流动相是乙腈-水的时候,Rg1 无论从峰形的分离度、干扰度和总共所用的分析时间来说结果最好,能够分离出最低基线噪声且峰形最好。

3.2 HPLC 严谨性考察意义 线性回归方程在某一个浓度或峰高(面积)情况下进行样品分析是否是准确的,换句话说,在这个成线性范围内,待测参苓白术散样品溶液面积要与浓度成正比,因为在这个范围内浓度与面积成正比,分析结果才是准确的且符合紫外检测器的朗伯比尔定律^[12-14]。而加样回收率试验的研究一般包括绝对回收率试验和相对回收率试验,本研究参苓白术散所涉及的是相对回收率试验;有研究人员表示相对回收率主要一种是回收试验法,而另外一种为加样回收试验法^[17-18]。因为加样回收试验法,就是在已知浓度样品中加入药物,来和标准曲线比,标准曲线也是在基质中加药物,因此本研究 HPLC 的严谨性的考察选用加样回收试验法。

3.3 检测波长的确定 经二极管阵列检测器进行紫外光谱扫描,发现在不同波长的检测下,参苓白术散样品色谱图在 203 nm 处有最大吸收,人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 色谱峰的紫外光谱扫描结果与对照品一致,故本研究确定检测波长为 203 nm。

3.4 含量测定提取方法的选择 经查阅大量文献^[11,19-22]已选择高效液相色谱法对参苓白术散人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 的含量进行测定,目前的研究对参苓白术丸中人参皂苷 Rg1、人

参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 的含量报道仍较少。本研究试图通过对人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 的 HPLC 指纹图谱分析以及对总的人参皂苷的总含量测定对参苓白术散的质量做一个分析研究。在 HPLC 指纹图谱试验中采取回流提取、超声提取等多种方法,结果显示超声处理提取效率最高,故本研究采用超声处理的提取方式对参苓白术散中的人参皂苷进行提取。同时在提取溶剂的选择中,对 50% 甲醇、70% 甲醇、甲醇、乙醇等 4 种不同浓度的提取溶剂进行了考察,结果发现乙醇的提取效率最低,而甲醇提取溶剂仅当其浓度为 70% 进行提取时,研究可获得最高人参皂苷 Rg1、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rb1 的提取效率,故本研究选择用 70% 甲醇作为提取溶剂。

参考文献

- [1] 张雪. 参苓白术散加减配合中药保留灌肠治疗脾胃虚弱型溃疡型结肠炎疗效观察[J]. 辽宁中医药大学学报,2017,26(03):187-190.
- [2] 于莹,张功,黄海量,等. 参苓白术散治疗腹泻型肠易激综合征系统评价[J]. 山东中医药大学学报,2017,18(01):18-23.
- [3] 李丽. 参苓白术散联合附子理中丸治疗脾虚型腹泻临床研究[J]. 亚太传统医药,2017,13(6):142-143.
- [4] 赵薇,姜华,杨景明,等. 参苓白术散质量控制方法实验研究[J]. 亚太传统医药,2015,11(17):27-28.
- [5] 孙娟,王键,胡建鹏,等. 参苓白术散对脾虚湿困证溃疡性结肠炎大鼠结肠菌群的影响[J]. 云南中医学院学报,2013,34(4):1-4.
- [6] 刘彩君,朱芹. 参苓白术散高效液相色谱特征指纹图谱研究及 5 个指标性成分的含量测定[J]. 中国药业,2018,27(15):12-16.
- [7] 刘金平,陈明欣. 参苓白术散的薄层色谱鉴别[J]. 首都医药,2010,71(20):45.
- [8] 曲琰,贾天柱. HPLC 法测定梔制人参加人参皂苷 Rg1、Re、Rb1 和梔子苷的含量[J]. 中国药房,2016,27(24):3449-3451,3452.
- [9] 傅凌鸥,王晨,高森,等. HPLC 同时测定参苓白术胶囊中的 5 种有效成分[J]. 华西药学杂志,2016,31(1):97-100.
- [10] 邵维在,段治尚,万德生,等. 参苓白术颗粒质量标准研究[J]. 大理大学学报,2016,1(2):5-9.
- [11] 席珊珊,谢亚晶. HPLC 法测定参苓白术散的含量[J]. 黑龙江科技信息,2016,19(14):75.
- [12] 王巍,苏光悦,胡婉琦,等. 近 10 年人参皂苷对心血管疾病的药理作用研究进展[J]. 中草药,2016,47(20):3736-3741.
- [13] 李慧,许亮,温美佳,等. 不同产地人参皂苷成分含量 UPLC 法测定及质量评价[J]. 中华中医药杂志,2015,12(6):1963-1968.
- [14] 耿燕娜,张文鑫. 一测多评法同时测定复方丹参片中人参皂苷 Rg₁、Re、Rb₁ 和三七皂苷 R1 含量[J]. 中国实验方剂学杂志,2015,7(1):69-72.
- [15] 杨艳文,孟凡双,郇玉钢,等. 高效液相色谱法同时测定人参制剂中 20 种人参皂苷方法的建立[J]. 食品科学,2016,37(22):131-135.

(下接第 2883 页)

- α -viniferin regulates lipopolysaccharide-induced release of proinflammatory mediators in BV2 microglial cells [J]. *Cell Immunol*, 2014, 290(1):21-29.
- [5] Dilshara MG, Lee KT, Lee CM, et al. New compound, 5-O-isoferuloyl-2-deoxy-D-ribo- γ -lacton from *Clematis mandshurica*: Anti-inflammatory effects in lipopolysaccharide-stimulated BV2 microglial cells [J]. *Int Immunopharmacol*, 2015, 24(1):14-23.
- [6] Lee CW, Park SM, Zhao R, et al. Hederagenin, a major component of *Clematis mandshurica* Ruprecht root, attenuates inflammatory responses in RAW 264.7 cells and in mice [J]. *Int Immunopharmacol*, 2015, 29(2):528-537.
- [7] Dilshara MG, Lee KT, Jayasooriya RG, et al. Downregulation of NO and PGE2 in LPS-stimulated BV2 microglial cells by trans-isoferulic acid via suppression of PI3K/Akt-dependent NF- κ B and activation of Nrf2-mediated HO-1 [J]. *Int Immunopharmacol*, 2014, 18(1):203-211.
- [8] Li Y, Zheng JY, Liu JQ, et al. Succinate/NLRP3 Inflammasome Induces Synovial Fibroblast Activation; Therapeutical Effects of Clematichinenoside AR on Arthritis [J]. *Front Immunol*, 2016, 7:532.
- [9] 江滨, 贾向云, 丁靖坤, 等. 威灵仙和显脉旋复花挥发油成分的研究和比较 [J]. *中国中药杂志*, 1990, 15(8):40-42, 64.
- [10] 黄际薇, 张永明, 黄亚非. 喉咽灵口服液、野菊花和威灵仙挥发油化学成分比较 [J]. *中山大学学报: 自然科学版*, 2012, 51(4):68-72.
- [11] 傅瑶, 李颜, 霍炎, 等. 威灵仙挥发油的超临界萃取工艺优化及 GC-MS 分析 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2013, 19(7):41-45.
- [12] Fujiwara N, Kobayashi K. Macrophages in inflammation [J]. *Curr Drug Targets Inflamm Allergy*, 2005, 4(3):281-286.
- [13] Szliszka E, Skaba D, Czuba ZP, et al. Inhibition of inflammatory mediators by neobavaisoflavone in activated RAW264.7 macrophages. *Molecules*, 2011, 16(5):3701-372.
- [14] Song Y, Dou H, Gong W, et al. Bis-N-norgliovictin, a small-molecule compound from marine fungus, inhibits LPS-induced inflammation in macrophages and improves survival in sepsis [J]. *Eur J Pharmacol*, 2013, 705(1-3):49-60.
- [15] Cheng X, Gao D, Chen B, et al. Endotoxin-Binding Peptides Derived from Casein Glycomacropeptide Inhibit Lipopolysaccharide-Stimulated Inflammatory Responses via Blockade of NF- κ B activation in macrophages [J]. *Nutrients*, 2015, 7(5):3119-3137.
- [16] IPS F, KKA S, Samarakoon KW, et al. A fucoidan fraction purified from *Chnoospora minima*; a potential inhibitor of LPS-induced inflammatory responses [J]. *Int J Biol Macromol*, 2017, 104(Pt A):1185-1193.
- [17] Tewtrakul S, Tansakul P, Panichayupakaranant P. Effects of rhinacanthins from *Rhinacanthus nasutus* on nitric oxide, prostaglandin E2 and tumor necrosis factor- α releases using RAW264.7 macrophage cells [J]. *Phytomedicine*, 2009, 16(6-7):581-585.
- (2017-12-31 收稿 责任编辑: 杨觉雄)
- (上接第 2879 页)
- [16] 刘琦, 王利娟, 邹亚楠, 等. HPLC 法测定复方扶芳藤合剂中人参皂苷 Rb1 的含量 [J]. *山东化工*, 2015, 18(1):83-85.
- [17] 翁砚, 王晓非, 刘同帅, 等. HPLC 法测定人参皂苷 Rg3、Rh1 的含量 [J]. *长春中医药大学学报*, 2016, 32(2):256-258.
- [18] 杨艳文, 孟凡双, 邵玉钢, 等. 高效液相色谱法同时测定人参制剂中 20 种人参皂苷方法的建立 [J]. *食品科学*, 2016, 37(22):131-135.
- [19] 李慧, 许亮, 温美佳, 等. 不同产地人参皂苷成分含量 UPLC 法测定及质量评价 [J]. *中华中医药杂志*, 2015, 10(6):1963-1968.
- [20] Ning C, Gao X, Wang C, et al. Ginsenoside Rg1 protects against acetaminophen-induced liver injury via activating Nrf2 signaling pathway in vivo and in vitro [J]. *Regul Toxicol Pharmacol*, 2018, 98:58-68.
- [21] Yang K, Luo Y, Lu S, et al. Salvianolic Acid B and Ginsenoside Re Synergistically Protect Against Ox-LDL-Induced Endothelial Apoptosis Through the Antioxidative and Antiinflammatory Mechanisms [J]. *Front Pharmacol*, 2018, 9:662.
- [22] Li J, Li R, Li N, et al. Mechanism of antidiabetic and synergistic effects of ginseng polysaccharide and ginsenoside Rb1 on diabetic rat model [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2018, 158:451-460.
- (2018-08-06 收稿 责任编辑: 王明)