

一测多评法在中药多组分质量控制中的应用现状与思考

秦昆明¹, 杨冰^{2,3}, 胡静³, 金俊杰⁴, 史大华¹, 蔡宝昌^{2,3,4*}

1. 淮海工学院药学院, 江苏 连云港 222005
2. 江苏南中医健康产业研究院有限公司, 江苏 南京 210082
3. 南京中医药大学药学院, 江苏 南京 210023
4. 南京海昌中药集团有限公司, 江苏 南京 210061

摘要: 一测多评分析方法可通过一种对照品实现对多种成分的同时测定, 被认为是适合中药特点的多指标质量控制与评价模式。目前已经用于中药材、中药饮片及中药制剂的成分测定。简要阐述了一测多评法的原理, 系统总结了一测多评法在中药材、中药饮片及中药制剂质量控制中的应用, 并对一测多评法存在的问题进行了分析。最后提出建立以活性成分作为指标性成分的一标多测质量控制方法, 是符合中药多组分特点的质量控制模式, 可以有效用于中药质量控制, 具有很好的应用前景。

关键词: 一测多评法; 中药材; 中药饮片; 中药制剂; 多组分质量控制

中图分类号: R282.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2018)03-0725-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.03.031

Application status and thinking of quantitative analysis of multi-components by single marker in quality control of multi-components traditional Chinese medicine

QIN Kun-ming¹, YANG Bing^{2,3}, HU Jing³, JIN Jun-jie⁴, SHI Da-hua¹, CAI Bao-chang^{2,3,4}

1. School of Pharmacy, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222005, China
2. Jiangsu Nanzhongyi Health Industry Institute Co. Ltd., Nanjing 210082, China
3. College of Pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China
4. Nanjing Haichang Chinese Medicine Corporation, Nanjing 210061, China

Abstract: Quantitative analysis of multi-components by single marker (QAMS) can be used to achieve the simultaneous determination of multiple components through a reference substance, which is considered suitable for the characteristics of Chinese materia medica (CMM). QAMS has been used for quality control of Chinese herbal medicines, Chinese herbal pieces, and CMM preparations. This paper briefly introduces the principle of QAMS method, and systematically summarizes the application of QAMS method in quality control of Chinese crude drugs, Chinese herbal pieces, and CMM preparation. Finally, it is proposed that active ingredients as an indicator component in QAMS is consistent with the multi-components characteristics of CMM, and it can be effectively used for quality control of CMM and has a good application prospect.

Key words: quantitative analysis of multi-components by single marker; Chinese crude drugs; Chinese herbal pieces; Chinese materia medica preparations; multi-components quality control

中医药是中华民族智慧的结晶, 在预防与治疗疾病方面发挥了重要的作用。中药的质量直接影响中医临床辨证施治的效果, 所以有效控制中药的质量, 是保证中医临床疗效的前提。中药具有多成分、

多靶点作用的特点, 仅仅测定单一成分难以准确评价中药的质量, 因此多指标、多成分的质量控制模式由此产生。但由于中药化学成分含量较低, 很多成分不稳定, 使得中药化学对照品制备困难且价格

收稿日期: 2017-09-17

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(81603297); 国家自然科学基金面上项目(81573603); 江苏省重点研发计划-社会发展项目(BE2016626); 江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(KYZZ16_0413); 江苏省333高层次人才工程项目

作者简介: 秦昆明(1985—), 男, 江苏连云港人, 药理学博士, 副研究员, 研究方向为中药药效物质及质量标准。

Tel: 13770599892 E-mail: qinkm123@126.com

*通信作者 蔡宝昌, 男, 教授, 博士生导师, 从事中药炮制机制及质量标准研究。Tel: (025)68193567 E-mail: bccai@126.com

昂贵^[1], 从而造成多指标、多成分的中药质量控制模式面临巨大挑战。

2006 年, 由中国中医科学院王智民等^[2]率先提出了一测多评 (quantitative analysis of multi-components by single-marker, QAMS) 的多指标质量控制方法, 该方法是利用一种相对易得、廉价的内参物对照品, 实现对多个成分的同时测定, 最终达到控制中药整体质量的目的。QAMS 具有检测成本低、分析效率高优点, 故一经提出, 就在国内外引起巨大的反响, 并被认为是适合中药特点的多指标质量控制与评价模式, 目前已经在三七^[3]、补骨脂^[4]、桔梗^[5]、葛根^[6]、鱼腥草^[7]、毛茛^[8]等众多中药的质量控制中得到应用。

1 QAMS 的基本原理

QAMS 是内标法、外标法以及校正因子法等分析方法的扩展与延伸。在一定的线性范围内, 待测成分的量 (浓度或质量) 与检测器的响应值呈正比例关系。在多成分测定时, 选取某一种稳定、易得、廉价的对照品作为内参物, 建立内参物与其他待测成分间的相对校正因子 (f), 通过此 f 计算其他成分的量, 而无需所有成分的对照品。相关公式如下:

$$f_{kx} = f_k / f_x = A_k W_x / A_x W_k \quad (1)$$

$$W_x = f_{kx} \times A_x \times W_k / A_k \quad (2)$$

f_{kx} 为内参物对照品与其他待测成分的 f , f_k 与 f_x 分别为内参物对照品、其他待测成分的绝对校正因子, A_k 与 A_x 分别为内参物对照品、其他待测成分的峰面积, W_k 与 W_x 分别为内参物对照品、其他待测成分的浓度 (或质量)

QAMS 的基本原理与校正因子法的原理极为相似, 在建立方法学时, 首先选取内参物, 依据公式 (1), 计算出内参物与各待测成分之间的 f , 再将计算得到的 f 作为常数, 依据公式 (2), 求出待测成分的量。

2 QAMS 在中药多组分质量控制中的应用

自《中国药典》2010 年版黄连项下首次采用 QAMS 以盐酸小檗碱为内参物测定小檗碱、表小檗碱、黄连碱和巴马汀 4 种生物碱的含量以来, QAMS 在国内外迅速发展。《中国药典》2015 年版将该方法的应用扩展至提取物及中药制剂的多指标质量控制, 新增丹参药材、生姜药材、咳特灵片、咳特灵胶囊、银杏叶片、银杏叶提取物、银杏叶胶囊及银杏叶滴丸中典型成分的含量测定。国内外很多研究者将目光聚焦于 QAMS 在中药材、中药饮片以及中药制剂质量控制中的应用, 而且 QAMS 的应用范围

也由同类成分的测定, 扩展到不同类成分的测定。

2.1 中药材及中药饮片中同类成分的测定

目前, QAMS 的应用多集中在中药材及中药饮片中多种同类成分的含量测定中 (表 1)。一方面, 同类成分具有相近的紫外吸收, 故在检测波长的选择上只需选择最大吸收波长即可。另一方面, 大量的研究已经证实 QAMS 可用于中药复杂体系中同类成分 (结构母核相似, 仅取代基不同) 的质量评价, 在同类成分的测定中已经被普遍接受。

2.2 中药材及中药饮片中不同类成分的测定

自 QAMS 提出以来, 国内外很多学者针对该质控模式进行了深入研究和探索, 逐步拓展了 QAMS 的应用范围和适用领域。QAMS 不仅可以用于同类化学成分, 还可用于紫外吸收相近的不同类化学成分的定量分析, 如 QAMS 应用于忍冬花^[26]、天麻^[27]、温郁金^[28]、野菊花^[29]、乌药^[30]等中药中不同类成分的含量测定 (表 2)。并且在检测波长问题上提出了根据各待测成分的最大吸收波长, 在梯度洗脱过程中实现可变波长检测的方法。

2.3 中药制剂中多成分的同时测定

近年来, 有文献报道 QAMS 应用于中药制剂中多成分的测定。自邹桂欣等^[40]首次将 QAMS 应用于中药制剂以来, QAMS 应用于中药制剂质量控制的研究迅速增加, 如 QAMS 应用于醒脑静注射液^[41]、丹参制剂^[42]、独一味滴丸^[43]等中药制剂中多成分的测定 (表 3)。目前, QAMS 已经成为中药制剂中最具发展潜力的质量控制方法。

3 QAMS 在中药质量控制中存在的主要问题

尽管 QAMS 已经在中药材、中药饮片以及中药制剂的质量控制中得到应用, 但该方法在色谱峰定位以及校正因子 (相对校正因子) 的计算上仍存在一定的问題, 尤其在同类成分的适用性上, 部分学者仍对其存在一定的质疑。因此, 待测成分色谱峰的定位以及相对校正因子的适用性等问题仍限制着 QAMS 的进一步推广与应用。

3.1 色谱峰的定位方法

在 QAMS 中, 只有内参物而无其他成分的对照品, 无法直接确认其他的待测成分, 因此, 待测成分的快速准确定位是实现多种成分同时测定的关键。目前在 QAMS 的色谱峰定位中, 除了保留时间差法与相对保留值法外, 还有部分研究人员采用两点校正法、光谱法结合色谱法以及线性回归等方法对待测成分的色谱峰进行定位 (表 4)。

表 1 QAMS 在中药材及中药饮片同类成分测定中的应用

Table 1 Application of QAMS in determination of similar components in Chinese crude drugs and Chinese herbal pieces

成分类型	中药名称	测定成分群	内参物	文献
酚酸类	丹参	丹参素钠、原儿茶醛、迷迭香酸、紫草酸、丹酚酸 B	丹参素钠	9
	锁阳	儿茶素、没食子酸、原儿茶酸	儿茶素	10
苯丙素类	秦皮	秦皮甲素、秦皮素、秦皮乙素、秦皮苷	秦皮甲素	11
	肿节风	异嗟皮啶、迷迭香酸、绿原酸、咖啡酸、新绿原酸、隐绿原酸	异嗟皮啶	12
黄酮类	田基黄	槲皮苷、槲皮素、异槲皮素、田基黄苷	槲皮苷	13
	淫羊藿	淫羊藿苷、朝藿定 A、朝藿定 B、朝藿定 C、宝藿苷 I	淫羊藿苷	14
	木蝴蝶	黄芩苷、黄芩苷元、黄芩苷元-7-O-龙胆二糖苷、白杨素-7-O-龙胆二糖苷、黄芩苷元-7-O-葡萄糖苷、白杨素-7-O-葡萄糖醛酸、白杨素	黄芩苷	15
生物碱类	延胡索	原阿片碱、黄连碱、黄藤素、去氢延胡索甲素、D-四氢药根碱、延胡索乙素、延胡索甲素	延胡索乙素	16
	黄连	盐酸小檗碱、盐酸药根碱、盐酸非洲防己碱、盐酸表小檗碱、盐酸黄连碱、盐酸巴马汀	盐酸小檗碱	17
	附子	乌头碱、次乌头碱、新乌头碱、苯甲酰乌头原碱、苯甲酰次乌头原碱、苯甲酰新乌头原碱	乌头碱	18
皂苷类	人参	人参皂苷 Rb ₁ 、Rb ₂ 、Rb ₃ 、Re、Rd、Rg ₁ 、Rf、Rc、Rg ₂ 、Rg ₃ 、Rh ₁ 、Rh ₂ 、R ₁ 、CK、F ₁ 、Rh ₂	人参皂苷 Rb ₁	19
	黄芪	黄芪甲苷 I、黄芪甲苷 II、黄芪甲苷 III、黄芪甲苷 IV	黄芪甲苷 I	20
	知母	知母皂苷 BI、知母皂苷 B、知母皂苷 AIII、知母皂苷 BII、知母皂苷 C	知母皂苷 BI	21
醌类	大黄	大黄素、大黄酸、大黄酚、大黄素甲醚、芦荟大黄素、番泻苷 A、番泻苷 B	大黄素	22
	丹参	丹参酮 II _A 、丹参酮 I、隐丹参酮	丹参酮 II _A	23
环烯醚萜类	栀子	栀子苷、山栀子苷、羟异栀子苷、京尼平-1-β-D-龙胆二糖苷	栀子苷	24
苷类	酒萸肉	马钱苷、莫诺苷、獐牙菜苷、马鞭草苷、山茱萸新苷	马钱苷	25

表 2 QAMS 在中药材及中药饮片不同类成分测定中的应用

Table 2 Application of QAMS in determination of different components in Chinese crude drugs and Chinese herbal pieces

成分类型	中药名称	测定成分群	内参物	文献
酚酸类、环烯醚萜类、木脂素类	杜仲	绿原酸、京尼平苷酸、京尼平苷、松脂素二葡萄糖苷	绿原酸	31
酚类、萜类	白芍	芍药内酯苷、1,2,3,4,6-五没食子酰基葡萄糖、苯甲酰芍药苷、丹皮酚	芍药苷	32
酚酸类、黄酮类、萜类	款冬花	新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、异绿原酸 B、异绿原酸 A、异绿原酸 C、款冬酮	绿原酸	33
酚酸类、黄酮类	鱼腥草	新绿原酸、绿原酸、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷、槲皮苷	绿原酸	34
黄酮类、三萜类	甘草	甘草酸、甘草苷、甘草素、异甘草素、甘草次酸、甘草查耳酮 A	甘草酸	35
苷类、酚类	天麻	天麻素、对羟基苯甲醇、对羟基苯甲醛、巴利森苷	天麻素	36
酚酸类、环烯醚萜类、木脂素类	杜仲	松脂醇二葡萄糖苷、绿原酸、京尼平苷酸	绿原酸	37
酚酸类、苯酞类	川芎	阿魏酸、洋川芎内酯 I、洋川芎内酯 H、洋川芎内酯 A、阿魏酸松柏酯、藁本内酯	藁本内酯	38
黄酮类、苷类	透骨香	儿茶素、滇白珠树苷、白珠树苷 A	儿茶素	39

表 3 QAMS 在中药制剂多成分同时测定中的应用

Table 3 Application of QAMS in simultaneous determination of multiple components in CMM preparations

中药复方制剂	测定成分群	内参物	文献
芪白平肺颗粒	人参皂苷 Rb ₁ 、人参皂苷 Re、人参皂苷 Rg ₁ 、人参皂苷 Rf、人参皂苷 Rc、人参皂苷 Rb ₂ 、黄芪甲苷、人参皂苷 Rd	人参皂苷 Rb ₁	44
舒血宁注射液	白果内酯、银杏内酯 A、银杏内酯 B、银杏内酯 C	白果内酯	45
咽立爽口含滴丸	龙脑、薄荷酮、樟脑、薄荷脑	龙脑	46
咳喘宁片	吗啡、磷酸可待因、盐酸伪麻黄碱、盐酸麻黄碱、盐酸罂粟碱	吗啡	47
丹参注射液	阿魏酸、原儿茶醛、原儿茶酸、香草酸、迷迭香酸、丹酚酸 B、丹参素钠	原儿茶醛	48
双清咽喉片	没食子酸、异绿原酸 B、柠檬酸、新绿原酸、异绿原酸 A、绿原酸、隐绿原酸、甘草酸、异绿原酸 C、蒿酮	没食子酸	49

表 4 QAMS 过程中不同色谱峰的定位方法与应用

Table 4 Location method and application of different chromatographic peaks in QAMS process

色谱峰定位方法	中药名称	测定成分群	内参物	文献
相对保留值法	薄荷	橙皮苷、香叶木苷、香蜂草苷、蒙花苷	橙皮苷	50
	当归	阿魏酸、洋川芎内酯 A、Z-藁本内酯	阿魏酸	51
	红景天	红景天苷、酪醇、没食子酸	红景天苷	52
	五味子	五味子醇甲、戈米辛 J、五味子醇乙、戈米辛 G、五味子酯甲、五味子甲素、五味子乙素、五味子丙素	五味子醇甲	53
	白首乌	4-羟基苯乙酮、白首乌二苯酮、2,4-二羟基苯乙酮	4-羟基苯乙酮	54
	冬虫夏草	腺苷、尿苷、鸟苷	腺苷	55
	黄柏	木兰花碱、黄柏碱、药根碱、巴马汀、小檗碱	小檗碱	56
保留时间差法	丹参注射液	阿魏酸、原儿茶醛、原儿茶酸、香草酸、迷迭香酸、丹酚酸 B、丹参素钠	原儿茶醛	48
	黄芩	黄芩苷、汉黄芩素、汉黄芩苷、黄芩素	黄芩苷	57
	丹参	丹参素钠、原儿茶醛、迷迭香酸、紫草酸、丹酚酸 B	丹参素钠	9
两点校正法	双清咽喉片	没食子酸、异绿原酸 B、柠檬酸、新绿原酸、异绿原酸 A、绿原酸、隐绿原酸、甘草酸、异绿原酸 C、蒿酮	没食子酸	49
光谱法结合色谱法	麦贞花颗粒	芦丁、羟基红花黄色素 A、特女贞苷	芦丁	58
线性回归法	双黄连口服液	绿原酸、新绿原酸、隐绿原酸、咖啡酸、连翘酯苷 A、野黄芩苷、异绿原酸 B、异绿原酸 A、异绿原酸 C、黄芩苷、连翘苷、汉黄芩苷	绿原酸	59

何兵等^[49]在采用 QAMS 测定双清咽喉片中 10 种成分时发现,保留时间差法与相对保留值法均不适用色谱峰的定位,最后采用两点校正法,取得较好效果。吴笛等^[60]在测定复方丹参片中的 4 种丹参酮成分的含量时,发现不同色谱柱上的隐丹参酮及丹参酮 I 出峰顺序不一致,采用保留时间差法与相对保留值法不能对色谱峰进行准确定位,还需要根据峰形及各个成分的紫外最大吸收波长来确定峰的位置。

保留时间差法与相对保留值法虽常用,但较适宜

于待测成分的化学性质相近的情况下,以及相同填料或色谱行为极为相似的色谱柱。对于不同类型化合物,因化学性质相差较大,紫外吸收特征差别也较大,采用色谱法定位误差相对较大,故可辅助待测成分的紫外吸收特征,采用光谱法结合色谱法进行定位。在各种方法均不适用的情况下,若待测成分的对照品相对易得,也可采用对照品进行色谱峰定位,此方法虽用到对照品,但对照品的用量很少。

3.2 f 的计算

f 的计算方法是影响 QAMS 检测结果的重要因

素。目前 QAMS 常用的计算校正因子的方法为多点校正法,但此方法对待测成分的浓度有一定的要求,即待测成分的浓度既不能太低又不能太高,浓度太低会导致线性不准确,浓度太高会使线性方程的截距较大,二者均会导致使 f 偏差增大。因此,多点校正法并不适用于所有待测成分,只适用于浓度在一定范围内的成分。另外,在使用多点校正法时,一两个特殊点的偏差会影响整体的平均值,最终导致计算值的偏差。

为了弥补多点校正法存在的不足,何兵等^[59]提出斜率校正法和定量因子校正法。采用斜率校正法计算相对校正因子时,即使几个点有一定偏差,对整个标准曲线的斜率影响不大,此外该法无需逐个浓度计算相对校正因子的平均值,计算较快捷、高效。刘蕊等^[31]采用斜率校正法同时测定杜仲中 4 个成分的含量,结果显示采用斜率校正法具有较高的准确性。定量因子校正法是在斜率校正法的基础上建立的,该法的计算结果与斜率校正法基本一致。定量校正因子主要适用于同一试验室、同一仪器、同一色谱条件下大量样品短期内的复检。除了 f 的计算外,不同实验室、不同色谱仪器、不同色谱柱甚至不同流动相组成、pH 值、体积流量、柱温、检测波长等均会引起 f 的波动,从而影响测定的准确性。因此,在采用 QAMS 时,务必对各种条件进行限定,以保证测定结果具有良好的重现性。

4 展望

中药是通过多成分、多靶标来发挥其治疗作用的。中药中的多种活性成分是其发挥疗效的物质基础,因此,多成分的质控模式成为中药质量控制研究的重点^[61-62]。目前,采用 QAMS 控制中药多组分质量已经取得较大进展,有效提高了中药质控水平,降低了质控成本。在下一步的研究中,应该在采用 QAMS 进行中药多组分质控研究的基础上,研究探索中药药效物质基础,探索建立与药效相关的中药多组分 QAMS 质控方法,这将有助于建立更加符合中药特点的质量评价体系,进而全面评价中药及相关产品的整体质量。同时,随着 QAMS 相关研究报道的逐渐增多,有必要研究建立常用中药 QAMS 共享数据库,这将有助于促进 QAMS 在中药多成分测定中的应用和提高其测定结果的可信度。总之,随着研究的不断拓展,QAMS 会越来越广泛地应用于中药质量控制,为中药药效物质基础研究及新药研发发挥更大的作用。

参考文献

- [1] Hou J J, Wu W Y, Liang J, *et al.* A single, multi-faceted, enhanced strategy to quantify the chromatographically diverse constituents in the roots of *Euphorbia kansui* [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2014, 88(6): 321-330.
- [2] 王智民, 高慧敏, 付雪涛, 等. “一测多评”法中药质量评价模式方法学研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(23): 1925-1928.
- [3] Wang C Q, Jia X H, Zhu S, *et al.* A systematic study on the influencing parameters and improvement of quantitative analysis of multi-component with single marker method using notoginseng as research subject [J]. *Talanta*, 2015, 134(1): 587-595.
- [4] Yan C P, Wu Y, Weng Z B, *et al.* Development of an HPLC method for absolute quantification and QAMS of flavonoids components in *Psoralea corylifolia* L. [J]. *J Anal Methods Chem*, 2015, 23(10): 1-7.
- [5] Peng Y, Zhang F, Tao H, *et al.* Simultaneous determination of multiple platycosides with a single reference standard in *Platycodi Radix* by high-performance liquid chromatography coupled with evaporative light scattering detection [J]. *J Sep Sci*, 2015, 38(21): 3712-3719.
- [6] 吴文杰, 邓阳, 谭桂林, 等. 一测多评法测定葛根药材中 5 种异黄酮类成分 [J]. 中草药, 2017, 48(4): 777-781.
- [7] Dai W, Hu L, Ji L, *et al.* A comprehensive method for quality evaluation of *Houttuyniae Herba* by a single standard to determine multi-components, fingerprint and HPTLC method [J]. *Anal Sci*, 2015, 31(6): 535-541.
- [8] 郭青玲, 周福军, 单淇, 等. 一测多评法测定毛郁金中 5 种成分 [J]. 药物评价研究, 2017, 40(9): 1274-1278.
- [9] 杨菲, 王智民, 张启伟, 等. “一测多评法”测定丹参酚酸类成分的含量 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(17): 2372-2379.
- [10] 杨瀚春, 王荣, 何家田, 等. 一测多评法测定锁阳中 3 种有效成分 [J]. 医药导报, 2014, 33(7): 952-955.
- [11] 冯伟红, 王智民, 张启伟, 等. “一测多评法”对秦皮药材与饮片中香豆素类成分的含量测定 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(13): 1782-1789.
- [12] 冯伟红, 吴铁荣, 许妍, 等. “一测多评法”同步测定肿节风药材中 6 种成分 [J]. 中药材, 2011, 34(11): 1730-1734.
- [13] 彭维, 王永刚, 苏薇薇. HPLC 同时测定田基黄中 4 个黄酮类成分含量 [J]. 中药材, 2011, 34(8): 1229-1231.
- [14] Li Y B, Kipletting T E, Jin J, *et al.* Quantitative determination of multiple components in *Herba Epimedii*

- using a single reference standard: A comparison of two methods [J]. *Anal Methods*, 2013, 5(15): 3741-3746.
- [15] Cao Y, Yan R, Yang L, *et al.* Quality evaluation of *Semen Oroxyli* based on the determination of multiple components with a single reference standard [J]. *J Chromatogr Sci*, 2013, 51(5): 477-484.
- [16] 陈俊, 许浚, 张静雅, 等. 基于一测多评法对延胡索中生物碱类成分的质量控制研究 [J]. *中草药*, 2016, 47(3): 493-498.
- [17] 卿大双, 罗维早, 孙建彬, 等. 一测多评法测定黄连及其炮制品中 6 种生物碱 [J]. *中草药*, 2016, 47(2): 324-329.
- [18] Yang H, Yin H, Wang Z, *et al.* Multi-composition analysis in *Radix Aconiti Lateralis* by single marker quantitation [J]. *Acta Chromatogr*, 2014, 26(4): 727-737.
- [19] Stavrianidi A, Stekolshchikova E, Porotova A, *et al.* Combination of HPLC-MS and QAMS as a new analytical approach for determination of saponins in *ginseng* containing products [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2017, 132(1): 87-92.
- [20] Xian Y, Xue Z, Yang S P, *et al.* Simultaneous quantitative analysis of multi-compounds by a single marker in *Radix Astragali* by using serum HPLC-MS feature [J]. *Pakistan J Pharm Sci*, 2016, 29(4): 1243-1249.
- [21] 孙玲, 王宁, 刘金权. 一测多评法测定知母中皂苷类成分的含量 [J]. *中药材*, 2015, 38(5): 997-1000.
- [22] Gao X Y, Yong J, Lu J Q, *et al.* One single standard substance for the determination of multiple anthraquinone derivatives in rhubarb using high-performance liquid chromatography-diode array detection [J]. *J Chromatogr A*, 2009, 1216(11): 2118-2123.
- [23] Hou J J, Wu W Y, Da J, *et al.* Ruggedness and robustness of conversion factors in method of simultaneous determination of multi-components with single reference standard [J]. *J Chromatogr A*, 2011, 1218(33): 5618-5627.
- [24] 李艳芳, 范建伟, 刘武占, 等. 一测多评法测定栀子中 4 个环烯醚萜苷类成分的含量 [J]. *中药材*, 2014, 37(5): 822-825.
- [25] 王晓燕, 霍甜甜, 王翀, 等. 一测多评法测定酒萸肉中 5 种环烯醚萜苷类成分的含量 [J]. *中药材*, 2016, 39(7): 1587-1591.
- [26] Gao W, Wang R, Li D, *et al.* Comparison of five *Lonicera* flowers by simultaneous determination of multi-components with single reference standard method and principal component analysis [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2016, 117(1): 345-351.
- [27] Ma X D, Fan Y X, Jin C C, *et al.* Specific targeted quantification combined with non-targeted metabolite profiling for quality evaluation of *Gastrodia elata*, tubers from different geographical origins and cultivars [J]. *J Chromatogr A*, 2016, 1450(6): 53-63.
- [28] Zhu J J, An Y W, Hu G, *et al.* Simultaneous determination of multiple sesquiterpenes in *Curcuma wenyujin* herbal medicines and related products with one single reference standard [J]. *Molecules*, 2013, 18(2): 2110-2121.
- [29] He J, Wu X, Kuang Y, *et al.* Quality assessment of *Chrysanthemum indicum*, flower by simultaneous quantification of six major ingredients using a single reference standard combined with HPLC fingerprint analysis [J]. *Asian J Pharm Sci*, 2015, 11(2): 265-272.
- [30] Wang L L, Zhang Y B, Sun X Y, *et al.* Simultaneous quantitative analysis of main components in *Linderae Reflexae Radix* with one single marker [J]. *J Liq Chrom Relat Tech*, 2016, 39(8): 422-427.
- [31] 刘蕊, 刘韶, 彭应枝, 等. 斜率校正“一测多评法”同时测定杜仲中京尼平苷酸、绿原酸、京尼平苷和松脂素二葡萄糖苷的含量 [J]. *中国医院药学杂志*, 2016, 36(7): 521-526.
- [32] 张文生, 张秋霞, 金林, 等. 一测多评法测定白芍中 5 种成分含量 [J]. *中药材*, 2016, 39(8): 1810-1813.
- [33] 何兵, 刘艳, 杨世艳, 等. 一测多评同时测定款冬花中 10 个成分的含量 [J]. *药物分析杂志*, 2013, 33(9): 1518-1524.
- [34] 何兵, 刘艳, 李春红, 等. 一测多评法同时测定鱼腥草不同部位中 6 种活性成分的量 [J]. *中草药*, 2013, 44(15): 2160-2164.
- [35] 刘香南, 李明珠, 尚晓娜, 等. “一测多评”法测定甘草中 6 种有效成分含量 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2013, 19(24): 56-59.
- [36] 刘智, 王爱民, 许祖超, 等. 一测多评技术在天麻药材质量评价中的应用 [J]. *中国药房*, 2012, 23(47): 4469-4471.
- [37] 林芳, 王云红, 万丽, 等. 一测多评法结合指纹图谱对杜仲质量控制的研究 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2012, 18(13): 79-82.
- [38] He Y, Li Q, Bi K. Simultaneous determination of six active components by a single standard to determine multi-components combined with fingerprint analysis for the quality control of *Rhizoma Chuanxiong* [J]. *J Sep Sci*, 2015, 38(7): 1090-1099.
- [39] 陈青凤, 刘佳, 乔里, 等. 一测多评法测定透骨香中儿茶素、白珠树苷、滇白珠苷 A 的含量 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2013, 19(18): 126-130.
- [40] 邹桂欣, 尤献民, 张颖, 等. 一测多评法在冠脉康胶囊多种成分检测中的应用研究 [J]. *中国中药杂志*,

- 2008, 33(15): 1828-1831.
- [41] Pan W, Yang L, Feng W, *et al.* Determination of five sesquiterpenoids in Xingnaojing injection by quantitative analysis of multiple components with a single marker [J]. *J Sep Sci*, 2015, 38(19): 3313-3323.
- [42] Xiong W, Yan R Q, Liu Y N, *et al.* Establishment and validation of quantitative analysis of multi-components by single-marker for quality assessment of compound danshen preparations [J]. *Acta Chromatogr*, 2014, 26(4): 695-710.
- [43] Chen J, Wang Y, Sun G, *et al.* Multi-components determination by single reference standard and HPLC fingerprint analysis for *Lamiophlomis rotata* Pill. [J]. *Nat Prod Res*, 2015, 30(13): 1-4.
- [44] 靳瑞婷, 杨素德, 付娟, 等. 一测多评法测定芪白平肺颗粒中 8 种皂苷类成分 [J]. 中草药, 2015, 46(24): 3682-3690.
- [45] 穆箫吟, 刘莉. 一测多评法同时测定舒血宁注射液中 4 种内酯含量 [J]. 中国生化药物杂志, 2016, 36(1): 169-173.
- [46] 游正琴, 罗奕, 吴琳琳, 等. 一测多评法测定咽立爽口含滴丸中的 4 种成分 [J]. 中成药, 2016, 38(5): 1180-1183.
- [47] 刘永利, 李冬梅, 冯丽, 等. “一测多评”法测定哮喘宁片中 5 种生物碱类成分的含量 [J]. 中药新药与临床药理, 2012, 23(4): 464-468.
- [48] 李安平, 杨锡, 丁永辉, 等. 一测多评 HPLC 法测定丹参注射液中 7 个水溶性成分含量 [J]. 药物分析杂志, 2012, 32(9): 1534-1540.
- [49] 何兵, 刘艳, 杨世艳, 等. HPLC 一测多评法同时测定双青咽喉片中 10 种成分 [J]. 中草药, 2013, 44(8): 974-981.
- [50] 徐晶晶, 徐超, 刘斌. 一测多评法测定薄荷药材中 4 种黄酮苷的含量 [J]. 中国药学杂志, 2014, 49(3): 234-239.
- [51] Lou Y, Cai H, Liu X, *et al.* Multi-component analysis in sun-dried and sulfur-fumigated *Angelicae Sinensis Radix* by single marker quantitation and chemometric discrimination [J]. *Pharmacogn Mag*, 2014, 10(1): 189-197.
- [52] Du Y, Li Q, Liu J, *et al.* Combinative method using multi-components quantitation by single reference standard and HPLC fingerprint for comprehensive evaluation of *Rhodiola crenulata* H. Ohba [J]. *Anal Methods*, 2014, 6(15): 5891-5898.
- [53] 汪丽君, 刘淑敏, 毛春芹, 等. 一测多评法同时测定五味子中 8 个木脂素类成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2015, 35(7): 1191-1197.
- [54] 吴红雁, 陈磊, 卞庆亚, 等. 一测多评法测定白首乌中苯乙酮成分的含量 [J]. 中药材, 2015, 38(11): 2339-2341.
- [55] 钱正明, 孙敏甜, 艾中, 等. 一测多评法测定冬虫夏草中 3 种核苷的含量 [J]. 中国药理学杂志, 2015, 50(15): 1297-1300.
- [56] 吴珊珊, 胡昌江, 吕非非, 等. 一测多评法测定黄柏中 5 种生物碱 [J]. 中成药, 2014, 36(1): 130-134.
- [57] 朱晶晶, 王智民, 张启伟, 等. “一测多评法”同时测定黄芩药材中 4 种黄酮类成分的含量 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(24): 3229-3234.
- [58] 刘志辉, 顾玮, 常星洁, 等. “一测多评”法测定麦贞花颗粒中不同类型成分的含量 [J]. 中成药, 2012, 34(12): 2342-2346.
- [59] 何兵, 杨世艳, 张燕. 一测多评中待测成分校正和定位的新方法研究 [J]. 药学学报, 2012, 47(12): 1653-1659.
- [60] 吴笛, 臧忠良, 王德勤, 等. 一测多评法测定复方丹参片中 4 种丹参酮类成分的含量 [J]. 中国药理学杂志, 2012, 47(18): 1509-1513.
- [61] Kong M, Liu H H, Xu J, *et al.* Quantitative evaluation of *Radix Paeoniae Alba* sulfur-fumigated with different durations and purchased from herbal markets: simultaneous determination of twelve components belonging to three chemical types by improved high performance liquid chromatography [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2014, 98(10): 424-433.
- [62] Li S P, Zhao J, Yang B. Strategies for quality control of Chinese medicines [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2011, 55(4): 802-809.