

# 基于多指标权重分析和正交设计法优选复方必清颗粒的提取工艺

常占瑛<sup>1</sup>, 古丽巴哈尔·卡吾力<sup>1</sup>, 王梅<sup>1</sup>, 高晓黎<sup>1</sup>, 刘桂花<sup>2\*</sup> (1.新疆医科大学药学院, 乌鲁木齐 830011; 2.新疆维吾尔自治区药物研究所, 乌鲁木齐 830004)

**摘要:** 目的 确定指标权重, 优选复方必清颗粒提取工艺, 为其工业化生产提供参考。方法 以薯蓣皂苷元、秋水仙碱、槲皮素含量和出膏率为评价指标, 采用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)、CRITIC法及AHP-CRITIC混合加权法确定各指标权重系数, 结合正交试验结果优化复方必清颗粒提取工艺参数。结果 AHP-CRITIC混合加权法较AHP法和CRITIC法科学、合理、稳定, 按照其确定的权重系数进行综合评价, 确定复方必清颗粒的最佳提取工艺条件: 加8倍量70%乙醇, 提取2次, 每次1.0 h。结论 AHP-CRITIC混合加权法确定的权重系数客观、真实, 可以反映复方必清颗粒配伍信息, 优选得到的工艺稳定可行, 重复性好, 可用于工业化生产。

**关键词:** 复方必清颗粒; 多指标; 正交设计; 权重分析; 层次分析法; CRITIC法; AHP-CRITIC混合加权法; 提取工艺  
中图分类号: R284.1 文献标志码: B 文章编号: 1007-7693(2019)01-0064-05

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2019.01.013

引用本文: 常占瑛, 古丽巴哈尔·卡吾力, 王梅, 等. 基于多指标权重分析和正交设计法优选复方必清颗粒的提取工艺[J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(1): 64-68.

## Exploration on Extraction Process of Compound Biqing Granules Based on Orthogonal Design and Multi-index Weight Analysis

CHANG Zhanying<sup>1</sup>, GULIBAHAR Kawuli<sup>1</sup>, WANG Mei<sup>1</sup>, GAO Xiaoli<sup>1</sup>, LIU Guihua<sup>2\*</sup> (1.College of Pharmacy of Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China; 2.Xinjiang Institute of Meteria Medica, Urumqi 830004, China)

**ABSTRACT: OBJECTIVE** To provide a reference for the industrial production of the extraction process of Compound Biqing granules by exploring the optional extraction process parameters based on determining the index weight. **METHODS** With the extraction capacity of diosgenin, colchicine, quercetin and ratio of extraction as comprehensive evaluation indexes, the weighting coefficient in four synthetic evaluation indexes was determined by analytic hierarchy process(AHP), criteria importance through intercriteria correlation(CRITIC) method, and mixed weighted AHP-CRITIC. And ethanol-extracting process was optimized by orthogonal test. **RESULTS** Mixed weighted AHP-CRITIC was more scientific, reasonable, and stable than AHP and CRITIC. The optimal process parameters were confirmed to be decocting for twice with 1.0 h in each by eight times the amount of 70% ethanol, according to the weight coefficient determined by comprehensive evaluation. **CONCLUSION** The weight coefficient determined by mixed weighted AHP-CRITIC is objective, real and can reflect the compound compatibility information. The optimized technology is stable, feasible, and suitable for standardized production of Compound Biqing granules.

**KEYWORDS:** Compound Biqing granules; indexes; orthogonal design; weight analysis; AHP; CRITIC; AHP-CRITIC; extraction process

复方必清颗粒是由菝葜、秋水仙、天山堇菜、诃子肉、地锦草、白花丹、西青果和玫瑰花 8 味药材组成的复方制剂, 处方来源于新疆维吾尔自治区, 为维药经典方, 具有清血, 消炎止痛的功效。用于子宫内膜炎、宫颈糜烂、附件炎等妇科疾病, 具有较大研究价值。菝葜<sup>[1]</sup>是方中君药, 以其为主药的多种复方临床用于治疗各种妇科炎症, 疗效显著。现代药理学研究表明, 菝葜中含有多种皂苷, 其中薯蓣皂苷元为主要有效成分。地锦草<sup>[2]</sup>具有清热解毒、利湿退黄、凉血止血的功效,

药理研究证实其化学成分中的槲皮素、山柰素等黄酮类化合物是地锦草抗菌、止血、抗氧化的主要有效成分。秋水仙<sup>[3]</sup>主要有效成分为秋水仙碱, 具有解毒散结、抗炎、消肿止痛的功效, 是抗炎镇痛抗风湿的主要活性成分。鉴于出膏率常作为中药复方提取效果的评价指标, 故本研究将上述 3 种有效成分含量与出膏率作为检测指标。

中药提取工艺研究中, 对多指标的合理综合评价, 直接影响提取工艺参数的确定。而综合评价中, 确定各个评价因素的权重系数又是科学、

基金项目: 新疆维吾尔自治区重大科技专项(201130105-3)

作者简介: 常占瑛, 男, 硕士, 实验师 Tel: (0991)4362442  
E-mail: lisena\_lgh@163.com

E-mail: 181126594@qq.com

\*通信作者: 刘桂花, 女, 硕士, 副研究

合理地作出评价的基础, 本实验采用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)<sup>[4]</sup>、CRITIC(criteria importance through intercriteria correlation)法<sup>[5-6]</sup>及AHP-CRITIC 混合加权法对正交试验结果进行综合评定, 并根据评定结果筛选最佳权重系数, 进而采用 SPSS 19.0 软件对最佳权重系数所评估分数进行方差分析, 确定复方必清颗粒的最佳提取工艺参数, 旨在为复方必清颗粒的后续研究开发提供参考。

## 1 仪器与材料

LC-20A 型高效液相色谱仪(日本岛津); SPD-20A 紫外检测器、LC-20AB 溶剂输送泵、SIL-20A 自动进样器、CTO-20A 柱温箱、LC-Solution 数据工作站; BS110S 型电子天平(北京赛多利斯天平有限公司); JM-B2003 电子天平(余姚市铭铭称重校验设备有限公司); WP-UP-IV-10 型 Water Purifier 实验室专用超纯水机(四川沃特尔科技发展有限公司); FW-177 型摇摆式粉碎机(上海隆拓仪器设备有限公司); KQ-100DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); KDM 型调温电热套(山东省郓城永兴仪器厂)。

本实验中所用的药材均由新疆麦迪森维药有限公司饮片厂提供, 经新疆医科大学药学院天药生药教研室帕力达教授鉴定, 均符合中国药典 2015 年版和 1999 年版《中华人民共和国卫生部药品标准·维吾尔药分册》相关项下规定, 对照品薯蓣皂苷元(批号: 111539-200001; 纯度: 100%)、槲皮素(批号: 100081-200907; 纯度: 98.1%)、秋水仙碱(批号: 101176-201202; 纯度: 93.6%)均购自中国食品药品检定研究院。乙腈(色谱纯, 美国霍尼韦尔); 甲醇(分析纯, 天津市福晨化学试剂厂); 水为超纯水。

## 2 方法与结果

### 2.1 薯蓣皂苷元、秋水仙碱和槲皮素的定量测定

**2.1.1 对照品溶液的制备** 分别精密称取薯蓣皂苷元、秋水仙碱和槲皮素对照品适量, 加甲醇制成浓度分别为 411.2, 304.4, 110.6  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  的混合对照品储备液。精密移取混合对照品储备液适量, 加甲醇稀释成系列浓度的混合对照品溶液, 备用。

**2.1.2 吸液率的考察** 精密称取 0.4 倍处方量的药材, 菝葜、秋水仙、天山堇菜、诃子肉、地锦草、白花丹、西青果和玫瑰花 8 味药材共 84 g, 加入 1 000 mL 70% 乙醇, 浸泡 12 h, 测定药材的吸液率。

**2.1.3 供试品溶液的制备** 按照处方, 精密称取 0.3 倍量的药材, 加 10 倍量 70% 乙醇回流提取 2 次, 每次 1.5 h, 滤过, 合并滤液, 加 70% 乙醇定容至 2 000 mL, 取适量, 用 0.45  $\mu\text{m}$  微孔滤膜滤过, 取续滤液, 即得。

**2.1.4 阴性样品溶液的制备** 分别称取缺菝葜、缺秋水仙、缺地锦草阴性 0.3 倍处方量药材 3 份, 加 10 倍量 70% 乙醇回流提取 2 次, 每次 1.5 h, 滤过, 合并滤液, 加 70% 乙醇定容至 2 000 mL, 取适量, 用 0.45  $\mu\text{m}$  微孔滤膜滤过, 取续滤液, 即得。

**2.1.5 色谱条件**<sup>[7]</sup> Shim-pack VP-ODS 色谱柱 (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5  $\mu\text{m}$ )。流动相为乙腈(A)-0.4% 磷酸(B), 梯度洗脱: 0~10 min, 20%A; 10~36 min, 25%A; 36~50 min, 25% $\rightarrow$ 90%A, 50~80 min, 90%A。双波长检测: 350 nm(检测秋水仙碱和槲皮素), 203 nm(检测薯蓣皂苷元); 体积流量 1 mL $\cdot\text{min}^{-1}$ ; 柱温为 30  $^{\circ}\text{C}$ ; 进样量 10  $\mu\text{L}$ 。运行时间为 80 min。

**2.1.6 线性关系考察** 分别精密吸取混合对照品系列浓度的溶液, 按“2.1.5”项下色谱条件进样检测分析, 以各对照品浓度为横坐标(X), 各自峰面积为纵坐标(Y), 分别进行线性回归, 结果见表 1。

表 1 回归方程及线性范围

Tab. 1 Regression equations and linear range of reference substances

成分	回归方程	r	线性范围/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$
薯蓣皂苷元	$Y=1.39\times 10^4 X-446.7$	0.999 5	20.56~102.8
秋水仙碱	$Y=2.53\times 10^4 X-757.5$	0.999 7	15.22~76.10
槲皮素	$Y=3.35\times 10^4 X-243.0$	0.999 8	11.06~55.3

**2.1.7 仪器精密度试验** 取混合对照品储备液 1.0 mL, 甲醇定容至 10 mL 量瓶, 按“2.1.5”项下色谱条件连续进样 6 次, 测定各成分色谱峰峰面积。结果薯蓣皂苷元、秋水仙碱和槲皮素峰面积的 RSD 分别为 1.58%, 1.12%, 1.48%, 表明仪器精密度良好。

**2.1.8 稳定性试验** 取供试品溶液, 分别于制备后 0, 2, 4, 8, 12, 24 h 进样分析, 测定各成分峰面积, 结果薯蓣皂苷元、秋水仙碱和槲皮素峰面积的 RSD 分别为 1.87%, 0.99%, 1.36%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

**2.1.9 重复性试验** 按“2.1.3”项下方法制备供试品溶液 6 份, 按“2.1.5”项下色谱条件测定。计算求得薯蓣皂苷元、秋水仙碱及槲皮素的平均含量( $n=6$ )分别为 0.502 8, 0.905 6, 1.237 4  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ,

RSD 分别为 1.38%, 1.87%, 1.73%, 表明该方法重复性良好。

**2.1.10 加样回收率试验** 精密吸取 50 mL 已知含量的供试品溶液, 共 9 份, 平均分为 3 组, 分别按样品中各成分含有量与相应对照品加入量的比例约为 1:0.8, 1:1, 1:1.2, 精密加入混合对照品薯蓣皂苷元(0.319 2 mg·mL<sup>-1</sup>)、秋水仙碱(0.584 8 mg·mL<sup>-1</sup>)、槲皮素(0.741 2 mg·mL<sup>-1</sup>)2.0, 2.5, 3.0 mL, 加 70%乙醇定容至 100 mL, 用 0.45 μm 微孔滤膜滤过, 按“2.1.5”项下色谱条件测定, 并计算加样回收率。结果见表 2。

表 2 加样回收率试验的结果

Tab. 2 Results of recovery tests

化合物	样品中含量/mg	加入量/mg	实测值/mg	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
薯蓣皂苷元	0.803 3	0.638 4	1.427 8	97.822 7	99.73	1.95
	0.803 3	0.638 4	1.463 4	103.399 1		
	0.803 3	0.638 4	1.435 1	98.966 2		
	0.803 3	0.798 0	1.596 4	99.386 0		
	0.803 3	0.798 0	1.581 3	97.493 7		
	0.803 3	0.798 0	1.594 4	99.135 3		
	0.803 3	0.957 6	1.762 6	100.177 5		
	0.803 3	0.957 6	1.782 4	102.245 2		
	0.803 3	0.957 6	1.751 1	98.976 6		
	秋水仙碱	1.433 3	1.169 6	2.590 1		
1.433 3		1.169 6	2.604 2	100.111 1		
1.433 3		1.169 6	2.572 5	97.400 8		
1.433 3		1.462 0	2.896 5	100.082 1		
1.433 3		1.462 0	2.875 2	98.625 2		
1.433 3		1.462 0	2.867 5	98.098 5		
1.433 3		1.754 4	3.217 9	101.721 4		
1.433 3		1.754 4	3.184 3	99.806 2		
1.433 3		1.754 4	3.163 4	98.614 9		
槲皮素		1.953 0	1.482 4	3.480 7	103.055 9	100.27
	1.953 0	1.482 4	3.413 5	98.522 7		
	1.953 0	1.482 4	3.452 8	101.173 8		
	1.953 0	1.853 0	3.808 6	100.140 3		
	1.953 0	1.853 0	3.830 9	101.343 8		
	1.953 0	1.853 0	3.792 1	99.249 9		
	1.953 0	2.223 6	4.199 5	101.029 9		
	1.953 0	2.223 6	4.099 5	96.532 6		
1.953 0	2.223 6	4.206 5	101.344 7			

## 2.2 出膏率测定

精密吸取供试品溶液 50 mL, 置已恒重的蒸发皿中, 蒸干, 于 105 °C 干燥 3 h, 取出, 置干燥器中冷却 30 min, 精密称定重量, 根据公式(出膏率=干膏质量×40/药材质量×100%)计算出膏率。

## 2.3 处方吸液率考察结果及正交试验设计

**2.3.1 吸液率考察结果** 精密称取 0.4 倍处方量的药材, 共 84 g, 加入 1 000 mL 70%乙醇, 结果 12 h 后, 药材的吸液率约为药材质量的 2.3 倍[吸

液率=(药材湿重-药材干重)/药材干重×100%]。

**2.3.2 正交试验设计** 由于吸液率约为药材质量的 2.3 倍, 因此首次提取前应该多加 2.3 倍量的溶媒。根据药物性质、结合生产实际及预实验, 确定提取次数为 2 次, 以乙醇浓度(A), 提取时间(B), 加醇倍量(C)为考察因素, 安排 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交试验, 因素水平表见表 3。

表 3 正交因素水平

Tab. 3 Factors and levels

水平	因素		
	A 乙醇浓度/%	B 提取时间/h	C 加醇倍量/倍
1	60	1.0	8
2	70	1.5	10
3	80	2.0	12

## 2.4 含量测定及出膏率计算

精密吸取供试品溶液, 按照色谱条件进样分析, 测定各成分在药液中的含量(mg·g<sup>-1</sup>)和出膏率, 正交试验安排与结果见表 4。

表 4 正交试验安排与结果

Tab. 4 Design and results of orthogonal test

试验号	A	B	C	D(空白)	薯蓣皂苷元/mg·g <sup>-1</sup>	秋水仙碱/mg·g <sup>-1</sup>	槲皮素/mg·g <sup>-1</sup>	出膏率/%
1	1	1	1	1	0.419 5	0.821 5	0.957 8	25.07
2	1	2	2	2	0.429 4	0.834 4	0.961 2	25.21
3	1	3	3	3	0.447 8	0.838 5	0.969 9	25.33
4	2	1	2	3	0.519 8	0.892 2	1.247 7	23.55
5	2	2	3	1	0.524 4	0.954 7	1.250 5	24.12
6	2	3	1	2	0.525 8	0.967 5	1.262 9	24.55
7	3	1	3	2	0.455 8	0.789 5	1.010 5	24.58
8	3	2	1	3	0.424 9	0.800 5	1.028 7	23.98
9	3	3	2	1	0.478 7	0.812 5	1.039 8	23.74

## 2.5 指标权重的确立

**2.5.1 AHP 法确定权重** 根据复方必清颗粒药味君臣佐使配伍规律、各成分药效强弱、以及各成分含量的多少, 将这 3 种指标成分及出膏率作为权重指标予以量化, 即将 4 项指标分成 4 个层次, 并确定各指标的优先顺序: 薯蓣皂苷元>秋水仙碱>槲皮素>出膏率, 以此构成成对比较的判断优先矩阵, 并获得各项指标的相对评分, 指标成对比较的判断优先矩阵见表 5。

表 5 指标成对比较的判断优先矩阵

Tab. 5 Priority matrix for comparison on index pairs

权重指标	薯蓣皂苷元	秋水仙碱	槲皮素	出膏率
薯蓣皂苷元	1	2	3	5
秋水仙碱	1/2	1	2	3
槲皮素	1/3	1/2	1	2
出膏率	1/5	1/3	1/2	1

根据表 5 评分结果, AHP 法计算得到薯蓣皂苷元、秋水仙碱、槲皮素和出膏率 4 项指标权重系数分别为 0.483 2, 0.271 7, 0.156 9, 0.088 2, 一致性比例因子(CR=CI/RI)(CR: 随机一致性比率, CI: 一致性指标, RI: 平均随机一致性指标)=0.004 8/0.9=0.005 4<0.10, 即指标优先比较判断矩阵具有满意的一致性, 权重系数有效<sup>[8-9]</sup>。

**2.5.2 CRITIC 法确定权重** 中药复方在提取过程中配伍的变化及成分间的相互作用致使各指标性成分对复方总体提取效果的贡献不同, 主观确定其权重系数有失偏颇。CRITIC 法的基本思路是确定指标的客观权重以评价指标间的对比强度及冲突性作为基础, 对比强度以标准差的形式来表现, 即标准差的大小表明在同一指标内, 各方法取值差距的大小。而各指标间的冲突性是以指标之间的相关性为基础。该法既考虑了指标变异大小对权重的影响, 又考虑了各指标间的冲突性。本研究欲采用 CRITIC 法确定各指标间权重, 通过与 AHP 法和 AHP-CRITIC 法的分析比较, 说明各权重确定方法间的一致性和差异性。将表 3 中试验数据经线性插值处理<sup>[10]</sup>[指标成分值=(实测值-最小值)/(最大值-最小值)×100], 消除单位量纲后, 计算各指标对比强度( $s_i$ )、冲突性( $\delta_i$ )、综合权重( $c_i$ )、权重( $\omega_i$ ), 结果见表 6。根据表 6 可知, CRITIC 法计算得到薯蓣皂苷元、秋水仙碱、槲皮素和出膏率 4 项指标权重系数分别为 0.202 1, 0.149 5, 0.212 6, 0.435 8。

表 6 相关计算数据

Tab. 6 Relevant calculation data

考察指标	薯蓣皂苷元	秋水仙碱	槲皮素	出膏率
$s_i$	41.480 6	37.072 4	43.495 3	36.659 7
$\delta_i$	1.764 7	1.460 8	1.770 9	4.306 5
$c_i$	73.200 0	54.155 0	77.024 9	157.875 8
$\omega_i$	0.202 1	0.149 5	0.212 6	0.435 8

**2.5.3 AHP-CRITIC 混合加权法确定权重** 根据复方必清颗粒功能主治及君臣佐使的分析, AHP 法量化了评价指标两两间比较判断的优先信息, 得到了以主观信息为基础的权重系数, 基本体现了复方必清颗粒各指标的主次顺序及君臣佐使的顺序; 同时采用 CRITIC 法求得相应指标的客观权重系数, 这不仅考虑到了各样本数据的变异性及指标间的相关性对赋权的影响, 而且避免了主观赋权存在的偏颇。但评价权重既要注重客观, 又要不失主观, 故而将二者结合起来, 计算综合权重( $\omega_{综合ij}=\omega_{AHPij}\omega_{CRITICij}/\sum\omega_{AHPij}\omega_{CRITICij}$ ), 以期评价结果更加客观、真实。按上述公式计算得到薯蓣

皂苷元、秋水仙碱、槲皮素和出膏率 4 项指标权重系数分别为 0.464 8, 0.193 4, 0.158 8, 0.183 0。

## 2.6 综合评价结果的比较

分别采用经 AHP 法、CRITIC 法及 AHP-CRITIC 混合加权法分析得到的权重系数对实验结果进行综合评分, 综合评分结果见表 7。直观分析, 3 种评分方法结果差异较小, 通过相关系数分析, AHP 法与 CRITIC 法之间的相关系数为 0.983 1, AHP 法与混合加权法之间的相关系数为 0.999 8, CRITIC 法与混合加权法之间的相关系数为 0.984 3, 三者相关性显著( $P<0.05$ )说明 3 种权重法得到的评分结果具有一致性。但是从权重系数分析, AHP 法与 CRITIC 法之间的相关系数为 -0.606 6, 二者呈负相关, 相关性不显著( $P>0.05$ ), 所反映的信息不具叠加性。相比之下, AHP-CRITIC 混合加权法从主观客观 2 个方面加以考虑, 所体现的信息量也就更为全面, 因此综合评分结果更为科学、合理、更接近实际情况。

表 7 3 种赋权法综合评分结果

Tab. 7 Synthetical scores of three methods applying weighted coefficient

试验号	AHP	CRITIC	AHP-CRITIC
1	82.25	88.07	83.66
2	83.61	88.95	84.94
3	85.57	90.08	86.84
4	96.53	95.29	96.49
5	98.94	97.46	98.59
6	99.73	98.66	99.44
7	85.17	89.02	86.54
8	82.66	87.28	83.82
9	87.99	89.30	88.78

## 2.7 提取工艺的确定

采用 AHP-CRITIC 混合加权法得到的权重系数, 对实验结果进行综合评分, 利用 SPSS 19.0 对正交试验结果进行分析, 直观分析结果见表 8, 方差分析结果见表 9。由直观分析可知, 各因素对提取效率的影响为  $A>B>C$ , 方差分析表明, A 因素对试验结果具有显著性影响( $P<0.05$ ), B、C 无显著性影响, 考虑大工业生产的成本, 得最佳工艺参数  $A_2B_1C_1$ , 即 8 倍量 70%乙醇加热回流提取 2 次, 每次 1.0 h。

表 8 直观分析表

Tab. 8 Intuitive analysis

考察指标	A	B	C	D(空白)
$K_1$	255.44	266.69	266.92	271.03
$K_2$	294.51	267.35	270.21	270.91
$K_3$	259.14	275.06	271.97	267.15
R	39.07	8.38	5.05	3.88

表9 方差分析表

Tab. 9 Analyses of variance

方差来源	离差平方和	自由度	方差	F 值	显著性
A	930.51	2	465.25	95.47	$P < 0.05$
B	43.36	2	21.68	4.45	
C	13.15	2	6.57	1.35	
D(误差)	9.75	2	4.87		

注:  $F_{0.05}(2,2)=19.00$ ;  $F_{0.01}(2,2)=99.00$ 。Note:  $F_{0.05}(2,2)=19.00$ ;  $F_{0.01}(2,2)=99.00$ 。

## 2.8 验证试验

称取处方量药材 3 份, 按优选出的最佳工艺条件进行提取, 测定薯蓣皂苷元、秋水仙碱、槲皮素含量和出膏率, 结果见表 10。由表 10 可知, 3 批样品各指标性成分含量的 RSD 均  $< 2.0\%$ , 组间无显著性差异, 表明该工艺稳定可行, 重复性良好, 可用于复方必清颗粒的工业化提取。

表 10 验证试验结果

Tab. 10 Verification test results

批次	薯蓣皂苷元/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	秋水仙碱/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	槲皮素/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	出膏率/ %
1	0.510 4	0.948 5	1.242 9	23.48
2	0.528 1	0.934 4	1.230 8	24.14
3	0.518 9	0.919 8	1.257 7	23.97
RSD/%	1.71	1.54	1.08	1.44

## 3 讨论

维吾尔医药是中国传统医药的重要组成部分, 维吾尔药的使用有着一定的临床经验, 复方制剂具有多成分、多靶点、协同作用的特点, 也逐渐形成了生物活性物质为其主成分群的理念, 对于复方制剂采用多指标成分的评价相对于单一指标成分而言, 更能反映复方的整体性、复杂性和有效性。因此, 本研究将复方必清颗粒中药效确切、主要成分薯蓣皂苷元、秋水仙碱、槲皮素及出膏率共同作为检测指标进行评定, 并采用正交设计试验, 以多指标综合加权评分法优化复方的提取工艺, 使实验次数减少, 可保证实验结果的稳定性和可靠性。

权重系数的选择: 复方制剂提取工艺研究时, 不论是指标的筛选还是权重系数的确定都比较困难。主观权重系数往往凭借个人对分析对象各个因素重要程度以及依照经验主观确定系数, 主观性较强, 易受学者知识深度和广度的影响, 难免带有片面性而忽略了实际样本数据的信息。客观权重系数是指经过对实际发生的资料进行整理, 计算和分析, 从而得出的权重系数, 例如熵权法,

标准离差法和 CRITIC 法。CRITIC 法能体现客观数据信息, 却往往忽视指标间的轻重关系。中药复方配伍存在“君臣佐使”, AHP-CRITIC 混合加权法既融合了不同类型赋权方法的优点, 又能保持权重稳定性, 更能区分样本数据, 实验结果稳定可靠。本实验通过 SPSS 19.0 方差分析, 筛选出了合理、科学的提取工艺参数, 为以后工业化大生产提供了理论数据支持, 具有较大实际指导应用价值。

## REFERENCES

- [1] LU Y N, CHEN D S, FU L, et al. Study on the pharmacological action of the extracts from *Smilax china*. L. on promoting blood circulation to remove blood stasis [J]. J China Pharm Univ(中国药科大学学报), 2001, 32(6): 448-450.
- [2] LI Z J, DAW U T, XIAO W, et al. AIBAI- Silafu2, 3 Antifungi of *Euphorbia humifusa* extract and its effect on ultrastructure of dermatophytes [J]. Chin Tradit Herb Drugs(中草药), 2009, 40(5): 758-763.
- [3] LIU Y, LI Z C, CHEN J B. Therapeutic efficacy of small doses of colchicine combined with glucocorticoid for acute gouty arthritis [J]. Med J Chin PLA(解放军医学杂志), 2015, 40(8): 652-655.
- [4] REN A N, LU A Q, TIAN Y Z, et al. AHP application to study of weighted coefficient on multicriteria optimization of extraction technology about Chinese traditional compound drugs [J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2008, 33(4): 372-375.
- [5] XIA P F, MA X, WANG J, et al. Evaluating the quality of *Gentiana officinalis* H. Smith with fuzzy matter-element model based on variation coefficient weight [J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2018, 35(4): 461-466.
- [6] YANG M, ZHOU X, XIE R F, et al. Application of analytic hierarchy process (AHP) combined with CRITIC to studying weighted coefficient of multiple criteria for optimization of extraction technology of Compound Zishenqing granules [J]. Pharm Care Res(药学服务与研究), 2009, 9(1): 36-40.
- [7] LIU G H, XUE G P, XING J G, et al. Study on extraction process of Compound Surunjian Dripping Pill [J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2013, 30(4): 399-403.
- [8] LU W J, CHENG X M, TENG L, et al. Optimization of extraction process of total flavonoids from *Anchusa italica* Retz. by multi-index comprehensive score method [J]. Shanghai J Tradit Chin Med(上海中医药杂志), 2016, 50(12): 89-93.
- [9] LI L, CHENG H Y, ZHU Y Y, et al. Optimal extraction of Zhizi Baipi Decoction by multi-index comprehensive scoring [J]. Chin Tradit Pat Med(中成药), 2015, 37(2): 306-310.
- [10] HE J, GAO E S, LOU C H. Study on weight and standardization methods in comprehensive evaluation [J]. China Public Health(中国公共卫生), 2001, 17(11): 1048-1050.

收稿日期: 2018-04-30

(本文责编: 曹粤锋)