

基于相对质量常数的丹参饮片等级评价

倪凤燕^{1,2}, 吕慧芳^{1,2}, 毕霄鹤^{2,3}, 石佳², 赵桢熠², 刘艳², 刘安², 王跃生^{1,2*}

(1. 江西中医药大学, 南昌 330004; 2. 中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700;
3. 河北大学 药学院, 河北 保定 071002)

[摘要] 目的:建立传统性状评价和现代内在质量分析相结合的丹参饮片等级评价标准。方法:测定18批丹参饮片的外观性状参数(厚度、质量)和内在指标成分(丹参酮类与丹酚酸B)含量,计算相对质量常数,并假设所测样品的百分质量常数最大值为100%,数值 $\geq 80\%$ 列为一等, $\geq 50\%$ 且 $< 80\%$ 列为二等, $< 50\%$ 列为三等。结果:18批丹参饮片的相对质量常数范围349~884。依据百分质量常数,18批样品成功分为3个等级。一等丹参饮片的相对质量常数 ≥ 707 ,包括样品ds5, ds8, ds14,约占总样本数的17%;二等丹参饮片相对质量常数 ≥ 442 且 < 707 ,约占总样本数的61%;其余的饮片样品为三等,其相对质量常数均 < 442 。结论:以相对质量常数法对丹参饮片进行等级评价克服了单一方法的片面性,评价结果能够客观、合理、科学地划分丹参饮片等级,可为其他饮片的等级标准建立提供参考。

[关键词] 丹参; 质量常数; 饮片; 等级评价; 丹参酮类; 丹酚酸B; 外观性状

[中图分类号] R22;R943.1;R28;O657.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2021)05-0140-07

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20202246

[网络出版地址] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20200907.1553.002.html>

[网络出版日期] 2020-9-8 17:23

Grade Evaluation of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* Decoction Pieces Based on Relative Quality Constant

NI Feng-yan^{1,2}, LYU Hui-fang^{1,2}, BI Xiao-he^{2,3}, SHI Jia², ZHAO An-yi²,
LIU Yan², LIU An², WANG Yue-sheng^{1,2*}

(1. Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China;
2. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences,
Beijing 100700, China; 3. School of Pharmacy, Hebei University, Baoding 071002, China)

[Abstract] **Objective:** To establish the grade evaluation standard of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* decoction pieces combining traditional character evaluation and modern intrinsic quality analysis. **Method:** The appearance character parameters (thickness and weight) and contents of internal index components (tanshinones and salvianolic acid B) of 18 batches of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* decoction pieces were determined, and the relative quality constant was calculated. The maximum value of the percentage quality constants of the tested samples was assumed to be 100%, the value $\geq 80\%$ was classified as the first-class, $\geq 50\%$ and $< 80\%$ as the second-class, $< 50\%$ as the third-class. **Result:** The relative quality constants of 18 batches of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* decoction pieces ranged from 349 to 884. According to the percentage quality constant, 18 batches of samples were successfully divided into three grades. The relative quality constant of the first-class product was ≥ 707 , including samples ds5, ds8 and ds14, accounting for about 17% of the total number of samples. The relative quality constant of the second-class product was ≥ 442 and $<$

[收稿日期] 20200627(009)

[基金项目] 国家“重大新药创制”科技重大专项(2019ZX09201005,2018ZX09735-002)

[第一作者] 倪凤燕,在读硕士,从事中药化学分析研究,E-mail:1092245066@qq.com

[通信作者] *王跃生,博士,研究员,从事中药化学分析和中药制药技术研究,E-mail:wylw915@163.com

707, accounting for about 61% of the total number of samples. the other samples were of the third-class, and their relative quality constants were all <442. **Conclusion:** The method of relative quality constant overcomes the one-sidedness of the single method in the grade evaluation of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* decoction pieces, and the evaluation results can objectively, reasonably and scientifically classify the grade of the decoction pieces, which can provide reference for the establishment of the grade standard of other decoction pieces.

[Key words] *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma*; quality constant; decoction pieces; grade evaluation; tanshinones; salvianolic acid B; appearance

丹参入药历史悠久,自汉代一直沿用至今,始载于《神农本草经》,列为上品,为唇形科植物丹参的干燥根和根茎。其味苦,性微寒,归心、肝经,功效活血祛瘀、通经止痛等,临床用于治疗胸痹心痛、热痹疼痛、痛经经闭等^[1];现代药理研究表明其具有抗血栓^[2]、抗肿瘤^[3]、降血脂^[4]等作用。目前,丹参在治疗心血管疾病方面有较好的疗效^[5],临床上以丹参为主的相关产品应用广泛,如复方丹参滴丸^[6]、丹参片^[7]、丹参配方颗粒^[8]等。

作为大宗中药材之一,丹参在商品流通和使用环节均很广泛。然而,目前市场上的丹参饮片基本为统货,其饮片外观性状不一,质量参差不齐。这对丹参的市场流通和应用造成了较大的困惑,对于该饮片的质量评价工作,许多研究者也进行了不同角度的探讨,传统上一般从性状着手,认为以“皮丹而肉紫”为佳^[9],这种传统评价方法直观明了,但主观性较强,且缺乏数据支撑,使其无法推广应用;基于现代分析手段对指标成分的研究也比较多,但由于中药成分的复杂性,单角度指标成分含量测定结果并不能有效评定饮片的质量等级。近年来,也有不少学者从外观性状和指标成分含量的角度研究二者的关联性,如,IZZO等^[10]发现丹参的临床疗效与其有效成分丹酚酸B和丹参酮II_A的含量呈正相关。王海等^[11]发现丹参表面颜色的色度值与丹参酮类成分含量呈正相关性;翁德会等^[12]研究发现丹参直径和质地与丹酚酸B含量呈正相关,这些研究虽将外观性状和指标成分进行了关联分析,但缺乏以一种方式将外在指标和内在指标有机结合进行饮片等级评价的方法。

基于以上研究现状和丹参饮片市场流通分级的需求,建立一种优质的丹参饮片分级评价标准体系具有重要意义。本课题组前期采用相对质量常数方法对姜厚朴^[13]、甘草^[14]等饮片进行了等级评价,结果发现该方法客观实用,具有市场推广价值。因此,本研究采用相对质量常数法对18批丹参饮片

进行等级评价,拟建立一种科学、合理、推广性强的丹参饮片质量等级评价标准,为规范丹参饮片市场、保障其临床疗效并实现丹参饮片的优质优价奠定基础。

1 材料

LC-20AT型高效液相色谱仪(日本岛津公司,包括DGC-20A型在线脱气系统,SIL-20A型自动进样系统,CTO-20A型柱温箱,SPD-M20A型二极管阵列检测),BS224S型1/10万电子分析天平和BS210S型电子天平(德国赛多利斯公司)。

丹参酮II_A和丹酚酸B对照品(江西佰草源生物科技有限公司,批号分别为040065-201905,040016-201811,纯度均≥98%),水为娃哈哈纯净水,乙腈为色谱纯,其他试剂为分析纯。18批丹参饮片样品购自中药饮片企业或药材市场,均经中国中医科学院中药研究所孙伟副研究员鉴定为唇形科植物丹参*Salvia miltiorrhiza*的干燥根和根茎,相关信息见表1和图1。

2 方法

2.1 指标成分的含量测定 按照2020年版《中华人民共和国药典》(下文简称《中国药典》)(一部)“丹参”项下的含量测定方法^[1]。采用Thermo C₁₈色谱柱(4.6 mm×150 mm, 5 μm),丹参酮类成分的含量测定选择流动相乙腈(A)-0.02%磷酸溶液(B)梯度洗脱(0~6 min, 61%A; 6~20 min, 61%~90%A; 20~20.5 min, 90%~61%A; 20.5~25 min, 61%A),柱温20℃,流速1 mL·min⁻¹,检测波长设定270 nm。理论板数按丹参酮峰II_A峰计算应不低于6万。丹酚酸B的含量测定选择乙腈-0.1%磷酸溶液(22:78)为流动相,柱温20℃,流速1.2 mL·min⁻¹,检测波长设定286 nm。理论板数按丹酚酸B峰计算应不低于6 000。同时,按规定制备对照品溶液与供试品溶液进行样品检测。

2.2 饮片形态检测 收集的18批丹参饮片,外观形态观察均为类圆形片。在传统鉴别及本课题组

表1 18批丹参饮片的样品信息

Table 1 Sample information of 18 batches of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* decoction pieces

编号	来源	产地	批号
ds1	安国市昌达中药材饮片有限公司	山东	18061702
ds2	安徽广和中药股份有限公司	山东	200617
ds3	北京华邈药业有限公司	山东	DD0121
ds4	榆林市广济堂中药开发有限责任公司	山东	20160016
ds5	北京三和药业有限公司	河北	80270401
ds6	南通三越中药饮片有限公司	山东	200423
ds7	北京人卫中药饮片厂	河北	18121301
ds8	北京四方药业集团有限公司	山东	18070101
ds9	江西樟树天齐堂中药饮片有限公司	山东	1603002
ds10	江西樟树天齐堂中药饮片有限公司	山东	1603003
ds11	江西樟树天齐堂中药饮片有限公司	山东	1603004
ds12	北京华邈药业有限公司	山东	SA8272
ds13	江西樟树天齐堂中药饮片有限公司	山东	1603005
ds14	安徽省亳州市中药材市场	安徽	-
ds15	安徽省亳州市中药材市场	安徽	-
ds16	安徽省亳州市中药材市场	-	-
ds17	江苏华洪药业科技有限公司	山东	200604
ds18	上海康桥中药饮片有限公司	四川	200507

注:规格均为统货。

前期建立的等级评价方法中^[15-16],对于类圆形饮片,一般重点考察饮片的质量和厚度,两者从不同角度反映了药材的生产情况及炮制工艺优劣。为了减少误差,每批样品随机选取3组,每组100个样品,记录丹参饮片的厚度和质量,计算每组样品的平均厚度(\bar{h})和平均质量(\bar{m})。

2.3 饮片质量常数 质量常数(A)是衡量中药饮片质量优劣的综合评价指标,已被成功运用于较多中药饮片的等级评价工作中。其定义为单位中药饮片指标成分质量(M)与厚度 h 的平方比,即 $A=M/h^2$,其数值越大,等级越高。丹参为根茎类饮片,可视为类圆形厚片,从切制方向上看,属于顶刀片,其公式可按圆柱形模型进行简化^[15-16],即 $A=M/h^2=(m \times c)/h^2=(\rho \times S \times h \times c)/h^2=(\rho \times \pi \times r^2 \times c)/h$,式中 m 为饮片质量, c 为指标成分含量, h 为饮片厚度, ρ 为密度, S 为横截面积, r 为饮片半径。由该公式可知,质量常数与丹参饮片的大小、指标成分含量成正比,与饮片的厚薄成反比。因此,饮片越大,指标成分含量越高,在规定规格范围内片形越薄的饮片,其质量常数越大。质量常数越大,其规格越高。在传统性状等级的评价方法中,饮片大小是最为关键的评价

指标。一般而言,片形越大,其等级也越高。在基于成分含量的评价方法中,成分的含量越高,其等级越高。因而,质量常数评价方法与传统性状评价方法和基于成分的评价方法总体指导思想相一致。

为了解决多指标成分含量差异大而影响某个指标成分在质量常数总和中占比大的问题,本课题组在质量常数基础上建立了相对质量常数(A'),其计算公式为 $A'=A/c'$,式中 c' 为2020年版《中国药典》对指标成分的最低含量限度。另外, $A'_i=A'_1+A'_2+\dots+A'_n(n \geq 1)$,式中 A'_n 为每个独立指标的相对质量常数。对于不同的饮片,其质量常数或相对质量常数完全不同,假设A饮片一等品质量常数为100,B饮片一等品质量常数为5,容易产生B饮片不如A饮片的误导,实际上二者为不同种类饮片,与质量常数无任何关联,品质上这2种饮片也无高低之分,为了避免这种误导,同时为了更加清楚地表示同种饮片之间的等级差异和趋势,建立了百分质量常数,即以当前样品中相对质量常数的最大值为100%,其他饮片相对质量常数与最大饮片的比值(百分比)为百分质量常数($A\%$),即 $A\%=A'_i/A'_{\max} \times 100\%$,式中 A'_{\max} 为最大相对质量常数。将所测得的丹参饮片形态参数与丹参酮类总量和丹酚酸B含量参照上述公式计算 A 、 A'_i 和 $A\%$,按分析所得数据划分丹参饮片的商品规格等级。

3 结果与分析

3.1 丹参饮片的指标成分测定 按2.1项下方法对所收集的18批丹参饮片指标成分进行含量测定,色谱图见图2,指标成分含量见表2。2020年版《中国药典》(一部)规定,按干燥品计,含丹参酮II_A,隐丹参酮和丹参酮I的总量不得少于0.25%,丹酚酸B不得少于3.0%。结果发现18批丹参饮片样品中内在指标成分均符合相关规定。计算丹参酮类成分和丹酚酸B的平均质量分数分别为0.55%和5.32%,RSD依次为44.4%和20.7%,说明18批丹参饮片中指标成分含量差异存在较大差异,后续会对临床疗效有所影响,提示将这2个指标计入丹参饮片的等级评价体系中非常有必要。

3.2 丹参饮片的外观形态参数测定 测得各批丹参饮片的外观形态参数见表2。结果发现该饮片 \bar{m} 在0.15~0.19 g,中位数0.16 g; \bar{h} 在0.29~0.39 cm,中位数0.32 cm;两者的RSD分别为6.9%和9.6%,相比指标成分含量的差异,饮片外观形态参数的差异较小,肉眼不易判别,因此,以测定数据方式计入等级评价中能克服此不足,且更为客观。

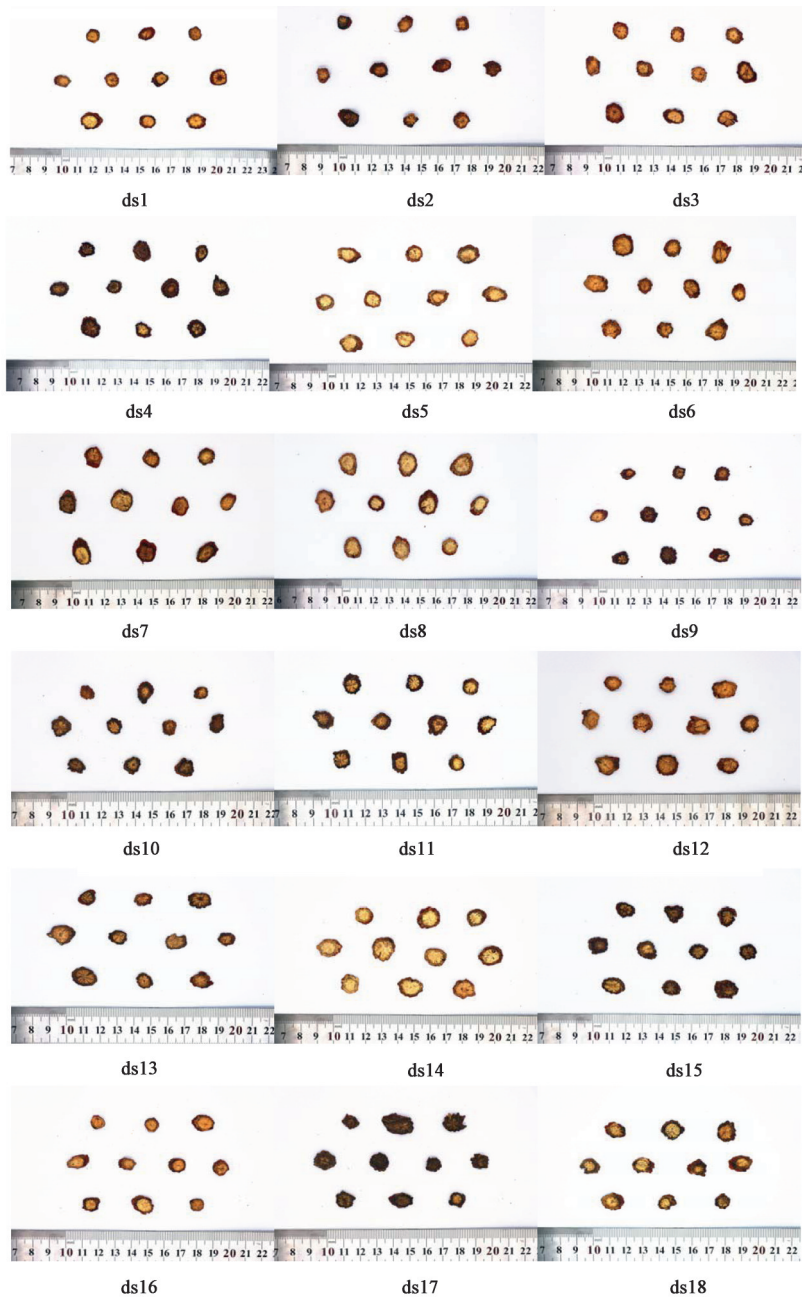
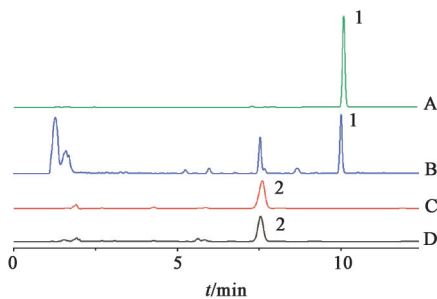


图1 18批丹参饮片样品的外观形态

Fig. 1 Appearance of 18 batches of Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma decoction pieces



A, C. 对照品; B, D. 供试品; 1. 丹参酮II_A; 2. 丹酚酸B

图2 丹参饮片的HPLC

Fig. 2 HPLC chromatograms of Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma decoction pieces

3.3 丹参饮片的等级划分 根据2.3项下公式分别计算丹参饮片的 A , A' 和 $A\%$,见表2。结合市场划分现状,将 $A\% \geq 80\%$ 的饮片定为一等, $\geq 50\%$ 且 $< 80\%$ 的饮片定为二等,其余的定为三等。由表2可知,在所收集的18批丹参饮片中,一等饮片的相对质量常数 ≥ 707 ;二等饮片的相对质量常数 ≥ 442 且 < 707 ;三等饮片的相对质量常数 < 442 。为了更直观地分析18批丹参饮片等级之间的差异,将 $A\%$ 进行趋势分析,见图3。结果发现样品ds14, ds8, ds5样品的 $A\%$ 均 $> 80\%$,为一等,约占样品数量的17%;样品ds17,

表2 丹参饮片相关指标及参数的测定($n=3$)

Table 2 Determination of related indexes and parameters of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* decoction pieces($n=3$)

样品	形态参数		质量分数/%		质量常数(A)		相对质量常数(A')			百分质量常数($A\%$)
	\bar{h}/cm	\bar{m}/g	丹酚酸B	丹参酮类成分	丹酚酸B	丹参酮类成分	丹酚酸B	丹参酮类	合计	
ds1	0.30	0.15	5.22	0.52	8.75	0.87	292	348	640	72
ds2	0.36	0.17	4.32	0.43	5.60	0.56	187	223	409	46
ds3	0.36	0.18	5.44	0.70	7.48	0.96	249	385	635	72
ds4	0.36	0.16	4.54	0.35	5.54	0.43	185	171	356	40
ds5	0.30	0.15	6.95	0.68	11.48	1.12	383	449	832	94
ds6	0.34	0.17	5.23	0.68	7.63	0.99	254	397	651	74
ds7	0.37	0.16	6.38	0.94	7.40	1.09	247	436	683	77
ds8	0.31	0.15	6.64	0.75	10.76	1.22	359	486	845	96
ds9	0.29	0.15	4.86	0.26	8.44	0.45	281	180	462	52
ds10	0.31	0.16	3.52	0.36	5.66	0.58	189	231	420	48
ds11	0.30	0.16	5.10	0.27	9.06	0.48	302	192	494	56
ds12	0.39	0.19	5.46	0.92	6.60	1.11	220	444	664	75
ds13	0.29	0.15	4.38	0.31	7.68	0.54	256	217	473	54
ds14	0.30	0.15	8.06	0.66	13.37	1.09	446	438	884	100
ds15	0.31	0.16	5.26	0.25	8.72	0.41	291	166	456	52
ds16	0.35	0.15	4.80	0.87	6.00	1.09	200	435	635	72
ds17	0.33	0.16	4.21	0.25	6.11	0.36	204	145	349	39
ds18	0.33	0.16	5.31	0.63	7.72	0.92	257	366	623	71

ds10, ds4, ds2的 $A\%$ 均 $<50\%$,为三等,约占样品总数的22%;其余样品的 $A\%$ 处于 $50\% \sim 80\%$,列为二等。其中,购自江西樟树天齐堂中药饮片有限公司样品 ds9~ds11, ds13均为统货,虽然样品 ds10的 $A\%$ 略低于其他样品,被划分为三等,但实际差距并不大。同样,北京华邈药业有限公司的样品 ds3和 ds12则同时划分为二等,说明同公司不同批次统货质量相对一致。因此,在实际应用推广中,可从市场大数据考察结果出发,按照实际要求或规定,对等级划分范围重新定义,最终建立合理、统一的评价标准,但采用质量常数评定的实际意义未变。

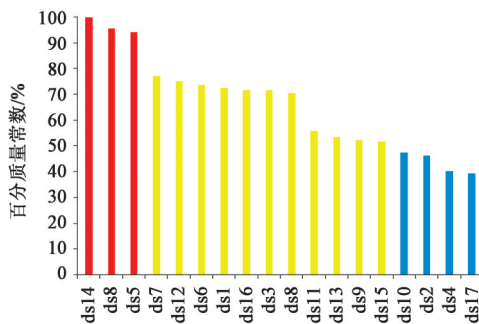


图3 18批丹参饮片的百分质量常数分布
Fig. 3 Distribution of percentage quality constants of 18 batches of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* decoction pieces

为了表达丹参饮片等级与外在形态、内在含量的关系,将饮片等级与各项指标的统计结果进行汇总,具体情况见表3。其中,外观指标用大小来表示,即单位饮片厚度的质量(m/h),间接反映的是饮片直径;内在含量以丹酚酸B和丹参酮类为指标成分。结果发现不同等级丹参饮片的内在含量、大小和厚度存在明显差异,具有明显的区分度;一等饮片样品的丹酚酸B和丹参酮类平均含量明显高于其他等级的饮片样品,且单位饮片厚度的质量大、饮片薄。

表3 丹参饮片的等级划分指标

Table 3 Classification indexes of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* decoction pieces

等级	\bar{h}/cm	平均大小 $/\text{g} \cdot \text{cm}^{-1}$	平均质量分数/%	
			丹参酮类成分	丹酚酸B
一等	0.30	0.50	0.70	7.22
二等	0.33	0.49	0.58	5.22
三等	0.34	0.47	0.35	4.15

4 讨论

4.1 性状指标的选取 对于丹参药材品质的传统

评价,如《本草品汇精要》《本草乘雅半偈》等皆“以根粗壮者佳”,即丹参饮片的直径越大,质量越好。另外,《中药材商品规格等级(226种)》中丹参主要按照根的直径进行等级划分,即直径越大等级越高。一般来说,工业提示丹参的切片最佳炮制工艺为切薄片。在一定范围内,饮片越薄除了彰显切制工艺的高超外,还有较好的溶出度,有利于有效成分的溶出。结合这两点,本研究选用大小和厚度数值来反映丹参饮片的品质,该方法操作简便、易于推广。

4.2 内在指标成分的选取 质量常数评价方法中指标成分的选择原则上应该与样品的药理活性相关,一般情况下,指标成分首选样品法定质量标准中所选的成分。这主要是因为样品法定质量标准具有法定效应,被行业内广泛认可,一般具有较好的代表性,其也是药材评价最常用的指标。对于没有法定标准的药材,可以选择研究较多,认可度较高的指标成分。基于上述原因,本研究选取国家标准规定的丹参酮类和丹酚酸B为指标成分,具体原因体现在3个方面:①这2个指标属于2020年版《中国药典》的法定指标。②这2个指标都属于丹参的功效成分,具有重要的药理作用,其中丹参酮类具有抗炎、抗菌、抗心肌缺血、抗动脉粥样硬化等药理作用^[17],是治疗冠心病的有效成分之一;丹酚酸B有抗炎、抗肿瘤、抗心血管疾病以及保护肝脏等药理作用^[18],且丹酚酸B在丹参饮片中含量占比较大,会直接影响其临床疗效^[19]。③丹参皮呈红色,与丹参酮类成分的含量相关。例如,王芸^[20]发现丹参酮类化合物多分布在周皮结构;王清蓉等^[21]发现丹参酮类成分的分布与周皮细胞颜色分布之间呈正相关性,这与传统评价的“皮丹者佳”相符,说明选用丹参酮类成分总量既能对应传统性状中外观颜色指标,又能反映内在含量。综上分析,本研究选用与丹参颜色相关联的丹参酮类成分以及直接影响其临床疗效的丹酚酸B作为指标成分具有合理性和客观性。

4.3 等级评价的整体分析 通过对18批丹参饮片的厚度、大小及内在指标成分含量测定可知,饮片厚度越小,相对质量常数越大,等级越高,这符合绝大多数中药传统炮制原则中“片薄者佳”的说法;而大小(m/h)值越大,丹酚酸B含量越高,相对质量常数也越大,等级越高,其与饮片的直径具有相关性,佐证了丹参的直径与丹酚酸类成分含量呈正相关的说法^[22];结合图1,3结果可知,在相对质量常数的

综合比较下,可以区分出3个不同等级的丹参饮片。丹参酮类含量最高的样品ds7和ds12,其饮片皮部形态呈较明显的红色,验证了丹参酮类成分与皮部颜色色度值成正比的观点^[23],但受其切制厚度影响,最终归类为二等,说明该评价方法是由内在指标成分含量、外观性状与切制工艺等共同决定。本文将丹参统货划分了3个等级,明确了统货其实也可分出等级,解决了统货不分等级导致临床用药效果存在差异性的问题。同时,质量常数评价方法给出了量化的等级划分依据,解决了不同厂家之间样品等级划分不一致的问题,建立了统一的标准,具有较强的实用价值。本研究的3个等级范围是根据所收集的18批丹参饮片设定的,将来可通过测定更多的不同规格丹参饮片来不断修改和完善等级范围,让等级划分标准更加充实和可靠。

5 展望

基于相对质量常数对中药饮片进行分级是本课题组提出的中药饮片等级评价方法^[24-26],该方法可以很好的弥补单一评价丹参饮片质量的不足,具有较强的实用性和广阔的应用前景。通过分级范围设定程度可明确该饮片质量差异情况,简易且直观,说明中药质量常数具有饮片等级评价和饮片质量差异评价的综合作用。目前该方法正处于完善阶段,已经完成200余种饮片的等级评价,所得的数据将构建成数据库,形成一个以质量常数为核心的中药商品规格等级数据库,未来对未知等级的丹参药材或饮片,只需把质量常数输入,便可知道该药材或饮片的规格等级,具有很强的实用价值,能更快更好地服务于中药市场。质量常数评价方法能够满足丹参及其他药材饮片市场规格等级划分的要求,可为实现饮片优质优价提供依据,并为国家有关部门制定中药材及其饮片规格等级标准提供参考。

【参考文献】

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:77-79.
- [2] 田伟. 丹参酮Ⅱ_A磺酸钠注射液治疗冠心病心绞痛的临床疗效分析[J]. 现代诊断与治疗,2019,30(5):727-729.
- [3] 高波. 丹参的药理分析及临床应用研究[J]. 中国卫生标准管理,2016,7(9):119-120.
- [4] 王涵,杨娜,谭静,等. 丹参化学成分、药理作用及临床应用的研究进展[J]. 特产研究,2018,40(1):48-53.

- [5] 彭招华,袁倡明,韩民利. 丹参的药理作用研究概况[J]. 中药材,2001,24(9):690-693.
- [6] 高彦. 复方丹参滴丸治疗高龄冠心病患者介入支架植入术后心绞痛缓解的疗效观察[J]. 航空航天医学杂志,2019,30(8):972-973.
- [7] 杨敏杰,刘琳琳,杨艳,等. 雷氏丹参片治疗冠心病心绞痛52例临床疗效观察[J]. 中国医药指南,2015,13(23):195-196.
- [8] 刘红亮,王靖凯,邓锦波,等. 丹参配方颗粒对乙醇所致PC12细胞损伤的保护作用[J]. 中草药,2015,46(12):1800-1805.
- [9] 李时珍. 本草纲目[M]. 北京:人民卫生出版社,1975:322.
- [10] IZZO A A, CARLO G D, BORRELLI F, et al. Cardiovascular pharmacotherapy and herbal medicines: the risk of drug interaction [J]. Int J Cardiol,2003,98(1):1-14
- [11] 王海,严铸云,沈昱翔,等. 丹参药材的颜色特征与有效成分的相关性研究[J]. 中药新药与临床药理,2014,25(3):333-338.
- [12] 翁德会,许腊英,李佩,等. 丹参饮片的外观质量与分级研究[J]. 亚太传统医药,2016,12(13):40-42.
- [13] 张权,荆文光,邓哲,等. 基于相对质量常数的姜厚朴饮片等级评价[J]. 中国实验方剂学杂志,2019,25(22):115-120.
- [14] 邓哲,焦梦姣,章军,等. 相对质量常数用于甘草饮片等级评价研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(13):2492-2496.
- [15] 邓哲,石佳,沈立,等. 基于中药质量常数的炙甘草饮片等级评价研究[J]. 中国中药杂志,2019,44(9):1739-1743.
- [16] 邓哲,章军,焦梦姣,等. 以质量常数为核心的黄芩饮片等级评价研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(9):1673-1678.
- [17] 郭龙,薛紫鲸,张丹,等. 丹参酮类成分治疗心脑血管疾病药理活性研究进展[J]. 亚太传统医药,2019,15(2):190-192.
- [18] 刘慧颖,姜长涛,冯娟,等. 丹参酮类化合物研究进展[J]. 中国药理学通报,2016,32(12):1643-1647.
- [19] 刘耕陶,于德泉. 中草药现代研究:5卷[M]. 北京:中国协和医科大学出版社,2010:472
- [20] 王芸. 丹参形态、品质特征的高通量解析及其关联性分析[D]. 上海:第二军医大学,2019,21(5):835-843
- [21] 王清蓉,李晓艳,孙莹,等. 丹参根不同组织部位丹参酮类成分分布的拉曼光谱研究[J]. 光散射学报,2018,30(4):351-356.
- [22] 方文韬,邓爱平,康利平,等. 丹参药材商品规格等级标准及质量评价[J]. 中国现代中药,2020,22(2):188-201.
- [23] 王海,严铸云,沈昱翔,等. 丹参药材的颜色特征与有效成分的相关性研究[J]. 中药新药与临床药理,2014,25(3):333-338.
- [24] 钱秀玉,聂黎行,戴忠,等. 中药质量等级评价研究进展[J]. 药物分析杂志,2019,39(10):1724-1737.
- [25] 石佳,沈立,邓哲,等. 基于质量常数法的合欢皮饮片等级评价[J]. 中国实验方剂学杂志,2019,25(20):109-113.
- [26] 吕慧芳,倪凤燕,毕霄鹤,等. 基于中药质量常数的首乌藤饮片等级评价[J]. 中国实验方剂学杂志,2020,26(4):133-138.

[责任编辑 刘德文]