

· 质量分析研究 ·

高效液相色谱法同时测定丹膝颗粒中 8 种成分的含量

何艳¹, 胡小祥², 陈新明², 罗蔚苗² (1. 湘南学院药学院, 湖南 郴州 423000; 2. 郴州市食品药品检验检测中心, 湖南 郴州 423000)

摘要: **目的** 建立高效液相色谱(HPLC)法同时测定丹膝颗粒中天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 的含量。**方法** 以 70% 甲醇提取供试样品; 采用 Agilent ZORBAX SB-C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相为乙腈-0.2% 磷酸水溶液, 梯度洗脱; 流速: 1.0 mL·min⁻¹; 柱温: 30 ℃, 检测波长为 220、238、280 nm。**结果** 天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 质量浓度分别在 2.105~21.05 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 4$)、10.54~105.4 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 3$)、23.52~235.2 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 8$)、3.409~34.09 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 7$)、0.683 4~6.834 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 9$)、1.013~10.13 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 7$)、1.394~13.94 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 8$)和 1.491~14.91 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 8$)范围内与峰面积呈良好的线性关系; 平均回收率($n=6$)分别为 98.56%(RSD=2.74%)、98.99%(RSD=1.16%)、100.34%(RSD=2.09%)、97.86%(RSD=1.41%)、94.66%(RSD=2.05%)、99.49%(RSD=2.61%)、95.89%(RSD=1.24%)和 101.07%(RSD=2.97%)。**结论** 该方法准确度高、重复性好, 可为丹膝颗粒的质量控制提供参考。

关键词: 丹膝颗粒; 高效液相色谱; 含量测定; 质量控制

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1003-9783(2021)02-0263-05

doi: 10.19378/j.issn.1003-9783.2021.017

Simultaneous Determination of Eight Components in *Dan Xi* Granules by HPLC

HE Yan¹, HU Xiaoxiang², CHEN Xinming², LUO Weimiao² (1. School of Pharmacy, Xiangnan University, Chenzhou 423000 Hunan, China; 2. Chenzhou Institute Center for Food and Drug Control, Chenzhou 423000 Hunan, China)

Abstract: **Objective** To establish an HPLC method for simultaneous determination of gastrodin, geniposide, salvianolic acid B, icariin, aurantio-obtusin, tanshinone I, cryptotanshinone and tanshinone IIA in *Dan Xi* granules. **Methods** The analysis of 70% methanol extract of this drug was performed on Agilent ZORBAX SB-C₁₈ column(250 mm×4.6 mm, 5 μm) by gradient elution with acetonitrile-0.2% phosphoric acid solution at a flow rate of 1.0 mL·min⁻¹. The column temperature was 30 ℃ and the detection wavelength was set at 220 nm, 238 nm, 280 nm. **Results** Good linear relationships were found for gastrodin, geniposide, salvianolic acid B, icariin, aurantio-obtusin, tanshinone I, cryptotanshinone and tanshinone IIA in the ranges of 2.105–21.05 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 4$), 10.54–105.4 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 3$), 23.52–235.2 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 8$), 3.409–34.09 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 7$), 0.683 4–6.834 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 9$), 1.013–10.13 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 7$), 1.394–13.94 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 8$) and 1.491–14.91 μg·mL⁻¹($r=0.999\ 8$), respectively. The average recoveries ($n=6$) were 98.56% (RSD=2.74%), 98.99% (RSD=1.16%), 100.34% (RSD=2.09%), 97.86% (RSD=1.41%), 94.66% (RSD=2.05%), 99.49% (RSD=2.61%), 95.89% (RSD=1.24%) and 101.07% (RSD=2.97%), respectively. **Conclusion** The method is accurate and reproducible, and can provide reference for the quality control of *Dan Xi* granules.

Keywords: *Dan Xi* granules; HPLC; content determination; quality control

收稿日期: 2020-05-20

作者简介: 何艳, 女, 硕士, 实验师, 研究方向: 中药质量分析与资源调查。Email: 526378710@qq.com。通信作者: 胡小祥, 男, 硕士, 主管技师, 研究方向: 中药检测与质量分析。Email: hxx3318@126.com。

基金项目: 湖南省“双一流”药学应用特色学科基金项目(湘教通[2018]469号)。

丹膝颗粒由丹参、牛膝、天麻、牡丹皮、赤芍、川芎、生地黄、淫羊藿、桑寄生、栀子、决明子、火麻仁 12 味药材组成, 具有养阴平肝、熄风通络、清热除烦之功效, 主治中风病中经络恢复期瘀血阻络兼肾虚证, 证见半身不遂、头晕目眩、腰膝酸软等^[1]。方中丹参活血祛瘀、除烦安神, 主要活性成分为丹酚酸 B、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A^[2]; 天麻平肝潜阳、祛风通络, 主要活性成分为天麻素^[3]; 栀子清热泻火, 主要活性成分为栀子苷^[4]; 淫羊藿补肾阳、强筋骨, 主要活性成分为淫羊藿苷^[5]; 决明子养阴润燥、通腑泻热, 主要活性成分为橙黄决明素^[6]。丹膝颗粒为 2015 年版《中国药典》收录的中药制剂, 含量测定项下以丹酚酸 B 和天麻素为定量检测指标成分^[1], 但质控指标单一, 不利于整体质量控制, 而相关的报道^[7-12]都以该制剂中 1~3 个成分进行定量。中药复方制剂发挥疗效往往是多成分协同作用的结果, 为保证产品质量和疗效的稳定性, 多指标成分测定已成为中药质量评价的发展趋势^[13-14]。因此, 本实验在参考中药质量标志物确定原则^[15]的基础上, 采用高效液相色谱(HPLC)法同时测定丹膝颗粒中天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 的含量, 以期为该制剂质量标准的提高和完善提供科学依据。

1 仪器与试药

1.1 仪器 Agilent 1260 液相系统, 配有 G1311B 四元泵, G1329B 自动进样器, G1316A 柱温箱, G1315D DAD 检测器(美国 Agilent Technologies 公司); Mettler XSE-205 十万分之一电子天平(瑞士梅特勒公司); KQ-300DE 超声清洗器(昆山超声仪器有限公司); Milli-Q 超纯水处理系统(美国 Millipore 公司)。

1.2 试药 对照品天麻素(批号: 1110807-201306, 纯度: 96.8%)、栀子苷(批号: 110749-201617, 纯度: 98.4%)、丹酚酸 B(批号: 111562-201716, 纯度: 94.1%)、淫羊藿苷(批号: 110737-201516, 纯度: 99.3%)、橙黄决明素(批号: 110756-201512, 纯度: 98.7%)、丹参酮 I(批号: 110867-201607, 纯度: 100.0%)、隐丹参酮(批号: 110852-201807, 纯度: 99.0%)、和丹参酮 II A(批号: 110766-201520, 纯度: 98.9%), 中国食品药品检定研究院; 乙腈(色谱纯, 德国 Merck 公司); 磷酸、甲醇(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 实验用水

为超纯水; 丹膝颗粒(九芝堂股份有限公司, 批号: 20180705、20181206、20190402)。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 色谱柱: Agilent ZORBAX SB-C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈(A)-0.2% 磷酸水溶液(B), 梯度洗脱(0~5 min, 3%A; 5~12 min, 3%→15%A; 12~22 min, 15%→20%A; 22~35 min, 20%→35%A; 35~45 min, 35%→45%A; 45~50 min, 45%→75%A; 50~60 min, 75%→80%A; 60~61 min, 80%→3%A; 61~65 min, 3%A); 流速: 1.0 mL·min⁻¹; 柱温: 35 ℃; 检测波长为: 0~10 min 为 220 nm, 10~25 min 为 240 nm, 25~65 min 为 280 nm; 进样体积: 10 μL。

2.2 溶液的制备

2.2.1 混合对照品溶液 精密称取天麻素对照品 9.06 mg、栀子苷对照品 13.39 mg、丹酚酸 B 对照品 15.62 mg、淫羊藿苷对照品 11.31 mg、橙黄决明素对照品 4.31 mg、丹参酮 I 对照品 6.33 mg、隐丹参酮对照品 4.40 mg、丹参酮 II A 对照品 6.28 mg, 分别置 25 mL 容量瓶中, 加 70% 甲醇溶解并稀释至刻度, 摇匀, 制成各对照品储备液。分别吸取上述各对照品储备溶液 1.5、5、10、2、1、1、2、1.5 mL 置 25 mL 容量瓶中, 加 70% 甲醇定容, 摇匀, 即得含天麻素 21.05 μg·mL⁻¹、栀子苷 105.4 μg·mL⁻¹、丹酚酸 B 235.2 μg·mL⁻¹、淫羊藿苷 34.09 μg·mL⁻¹、橙黄决明素 6.834 μg·mL⁻¹、丹参酮 I 10.13 μg·mL⁻¹、隐丹参酮 13.94 μg·mL⁻¹、丹参酮 II A 14.91 μg·mL⁻¹ 的混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液 取丹膝颗粒样品适量, 研细, 取粉末约 1 g, 精密称定, 置锥形瓶中, 精密加入 70% 甲醇 50 mL, 称定质量; 超声处理(功率 300 W, 频率 40 kHz)40 min, 放冷, 再称定质量, 用 70% 甲醇补足缺失的质量; 摇匀, 滤过, 滤液过 0.45 μm 滤膜, 即得供试品溶液。

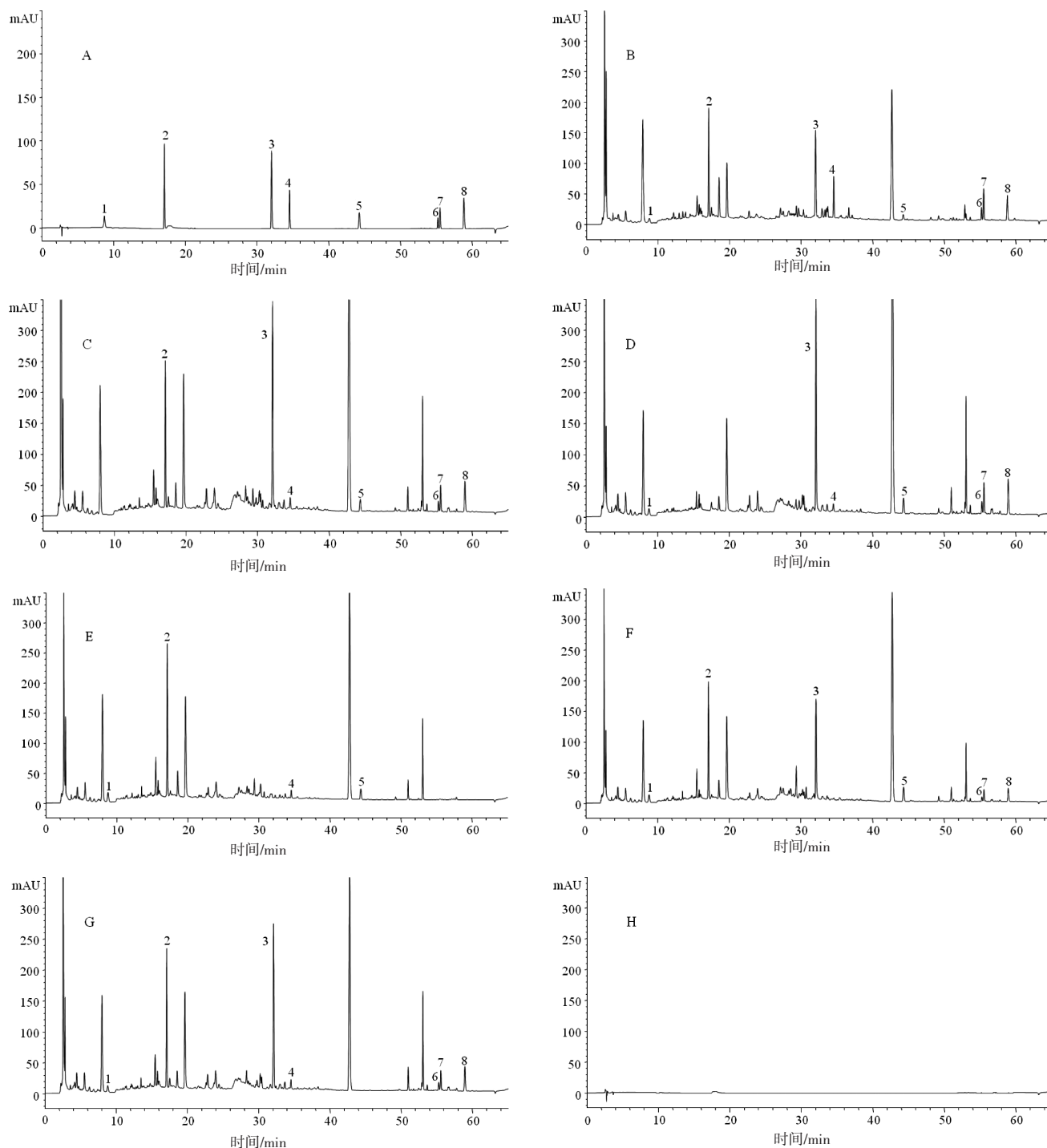
2.2.3 阴性样品溶液 按丹膝颗粒处方工艺及“2.2.2”项下方法分别制成缺天麻、栀子、丹参、淫羊藿、决明子的阴性样品溶液。

2.3 专属性试验 分别精密吸取混合对照品溶液、供试品溶液、阴性样品溶液各 10 μL, 注入高效液相色谱仪, 按“2.1”项下色谱条件进行分析, 丹膝颗粒 HPLC 色谱图见图 1。结果表明, 阴性样品溶液色谱图在与混合对照品溶液色谱图相同的保留时间位置上无色谱峰出现, 阴性样品无干扰, 供试品中 8 个

目标峰达到较为理想的分离效果, 分离度均大于 1.5, 表明该方法专属性好。

2.4 线性关系考察 分别精密吸取混合对照品溶液 1、2、4、6、8、10 mL 各置 10 mL 容量瓶中, 加 70% 甲醇定容, 分别精密吸取 10 μ L 注入高效液相色谱仪中, 按“2.1”项下色谱条件测定峰面积。以进

样浓度(X , $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)为横坐标, 峰面积(Y)为纵坐标进行线性回归, 得各回归方程。天麻素: $Y=20.23X-2.593$, $r=0.999\ 4$; 栀子苷: $Y=14.60X+3.415$, $r=0.999\ 3$; 丹酚酸 B: $Y=7.639X-4.695$, $r=0.999\ 8$; 淫羊藿苷: $Y=22.99X+0.188\ 5$, $r=0.999\ 7$; 橙黄决明素: $Y=70.92X-0.201\ 3$, $r=0.999\ 9$; 丹参酮 I: $Y=$



注: A. 对照品; B. 供试品; C. 缺天麻阴性; D. 缺栀子阴性; E. 缺丹参阴性; F. 缺淫羊藿阴性; G. 缺决明子阴性; H. 试剂空白。1. 天麻素; 2. 栀子苷; 3. 丹酚酸 B; 4. 淫羊藿苷; 5. 橙黄决明素; 6. 丹参酮 I; 7. 隐丹参酮; 8. 丹参酮 II A

图 1 丹膝颗粒高效液相色谱(HPLC)图

Figure 1 The HPLC chromatograms of *Dan Xi* granules

33.34X-0.076 1, $r=0.999\ 7$; 隐丹参酮: $Y=44.18X-0.477\ 2$, $r=0.999\ 8$; 丹参酮 II A: $Y=57.39X-0.119\ 4$, $r=0.999\ 8$ 。结果表明天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 的浓度分别在 $2.105 \sim 21.05\ \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $10.54 \sim 105.4\ \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $23.52 \sim 235.2\ \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $3.409 \sim 34.09\ \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $0.6834 \sim 6.834\ \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $1.013 \sim 10.13\ \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $1.394 \sim 13.94\ \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 和 $1.491 \sim 14.91\ \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内与峰面积呈良好的线性关系。

2.5 精密度试验 精密吸取混合对照品溶液 5 mL 置 10 mL 容量瓶中, 加 70% 甲醇稀释至刻度。精密吸取 10 μL , 注入高效液相色谱仪中, 按“2.1”项下色谱条件, 连续进样 6 次, 测定各指标成分的峰面积。结果天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 色谱峰峰面积的 RSD ($n=6$) 分别为 0.36%、0.44%、0.18%、0.23%、0.21%、0.92%、0.45% 和 0.35%, 表明仪器的精密度良好。

2.6 稳定性试验 取同一份供试品溶液(批号: 20190402), 分别在 0、4、10、16、24、30 h 依次进样 10 μL , 测定峰面积, 供试品中天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 峰面积的 RSD 分别为 2.62%、1.54%、1.46%、1.80%、1.07%、0.57%、0.68% 和 0.91%, 表明供试品溶液在 30 h 内稳定性良好。

2.7 重复性试验 取同一批号(批号: 20190402)样品 6 份, 按“2.2.2”项下的方法制备供试品溶液, 进样 10 μL , 测定峰面积。结果天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 含量的平均值分别为 0.269 1、4.559、8.614、1.072、0.082 81、0.232 1、0.421 3、0.335 9 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD ($n=6$) 分别为 2.35%、1.52%、0.47%、1.23%、1.51%、1.91%、1.51%、1.28%, 说明方法的重复性良好。

2.8 加样回收率试验 取已知含量的同一批次(批号: 20190402)丹膝颗粒样品, 研细, 取粉末约 0.5 g, 精密称取, 共 6 份。按样品中含天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 量的 100% 分别加入对照品。按“2.2.2”项下方法制备供试品液, 进样 10 μL , 记录峰面积, 计算加样回收率。结果见表 1。

2.9 样品含量测定 取丹膝颗粒样品, 每批精密称取 3 份样品, 分别按“2.2.2”项下制备供试品溶液, 精密吸取各供试品溶液 10 μL , 按“2.1”项下的色谱

表 1 丹膝颗粒 8 种成分加样回收率试验结果($n=6$)

Table 1 Results of recovery tests for eight constituents($n=6$)

成分	样品量 /g	样品 含量/mg	加入量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%	平均回 收率/%	RSD /%
天麻素	0.504 1	0.135 7	0.140 1	0.270 4	96.14	98.56	2.74
	0.502 7	0.135 3	0.140 1	0.277 3	101.36		
	0.501 8	0.135 0	0.140 1	0.271 3	97.28		
	0.504 9	0.135 9	0.140 1	0.269 7	95.50		
	0.500 6	0.134 7	0.140 1	0.273 6	99.14		
	0.507 2	0.136 5	0.140 1	0.279 3	101.93		
栀子苷	0.504 1	2.298	2.193	4.460	98.56	98.99	1.16
	0.502 7	2.292	2.193	4.503	100.82		
	0.501 8	2.288	2.193	4.463	99.18		
	0.504 9	2.302	2.193	4.461	98.45		
	0.500 6	2.282	2.193	4.464	99.50		
	0.507 2	2.312	2.193	4.448	97.41		
丹酚酸 B	0.504 1	4.342	4.435	8.865	101.98	100.34	2.09
	0.502 7	4.330	4.435	8.712	98.80		
	0.501 8	4.323	4.435	8.665	97.90		
	0.504 9	4.349	4.435	8.930	103.29		
	0.500 6	4.312	4.435	8.792	101.01		
	0.507 2	4.369	4.435	8.761	99.03		
淫羊藿苷	0.504 1	2.298	2.193	4.460	98.31	97.86	1.41
	0.502 7	2.292	2.193	4.503	95.76		
	0.501 8	2.288	2.193	4.463	99.45		
	0.504 9	2.302	2.193	4.461	98.15		
	0.500 6	2.282	2.193	4.464	98.80		
	0.507 2	2.312	2.193	4.448	96.67		
橙黄决明素	0.504 1	0.041 74	0.042 71	0.082 90	96.37	94.66	2.05
	0.502 7	0.041 63	0.042 71	0.081 85	94.17		
	0.501 8	0.041 55	0.042 71	0.081 45	93.42		
	0.504 9	0.041 81	0.042 71	0.083 55	97.73		
	0.500 6	0.041 55	0.042 71	0.081 35	93.18		
	0.507 2	0.042 00	0.042 71	0.081 75	93.07		
丹参酮 I	0.504 1	0.117 0	0.118 4	0.230 3	95.69	99.49	2.61
	0.502 7	0.116 7	0.118 4	0.237 6	102.11		
	0.501 8	0.116 5	0.118 4	0.235 4	100.42		
	0.504 9	0.117 2	0.118 4	0.233 3	98.06		
	0.500 6	0.116 2	0.118 4	0.237 4	102.36		
	0.507 2	0.117 7	0.118 4	0.234 1	98.31		
隐丹参酮	0.504 1	0.212 4	0.232 8	0.433 2	94.85	95.89	1.24
	0.502 7	0.211 8	0.232 8	0.433 9	95.40		
	0.501 8	0.211 4	0.232 8	0.431 6	94.59		
	0.504 9	0.212 7	0.232 8	0.436 1	95.96		
	0.500 6	0.210 9	0.232 8	0.438 2	97.64		
	0.507 2	0.213 7	0.232 8	0.439 3	96.91		
丹参酮 II A	0.504 1	0.169 3	0.175 6	0.351 4	103.70	101.07	2.97
	0.502 7	0.168 9	0.175 6	0.344 7	100.11		
	0.501 8	0.168 6	0.175 6	0.338 4	96.70		
	0.504 9	0.169 6	0.175 6	0.351 1	103.36		
	0.500 6	0.168 2	0.175 6	0.350 5	103.82		
	0.507 2	0.170 4	0.175 6	0.343 8	98.75		

条件进行测定,记录峰面积,计算天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 的含量。结果见表 2。

表 2 丹膝颗粒样品中 8 种成分含量测定结果($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, $n=3$)

Table 2 Determination results of eight constituents in samples

($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, $n=3$)

批号	天麻素	栀子苷	丹酚酸 B	淫羊藿苷	橙黄决明素	丹参酮 I	隐丹参酮	丹参酮 II A
20180705	0.267 6	3.840	8.071	1.109	0.077 70	0.204 9	0.427 1	0.363 7
20181206	0.242 1	4.744	8.089	0.923 2	0.093 67	0.332 2	0.473 2	0.379 2
20190402	0.271 8	4.457	8.348	1.029	0.082 96	0.224 3	0.414 9	0.337 3

3 讨论

3.1 提取条件的选择 本研究比较了 50%甲醇、70%甲醇、甲醇、50%乙醇、70%乙醇、乙醇对丹膝颗粒的提取效果。结果发现以 70%甲醇作为提取溶剂时,丹膝颗粒 8 个目标成分提取率为最高,峰形较好,故最终选择 70%甲醇作为提取溶剂。供试品溶液制备过程中,考察了加热回流提取和超声提取两种方法。结果表明超声提取方法对丹膝颗粒 8 个目标成分的提取率高于加热回流提取,故选择超声提取方法。并考察了不同超声提取时间(20、30、40、50 min),发现超声提取 40 min 与 50 min 时,丹膝颗粒各目标成分峰面积相近,因此,选择超声提取时间为 40 min。

3.2 色谱条件的选择 本实验采用 DAD 检测器对丹膝颗粒 8 种混合对照品在 200~400 nm 波长范围内进行扫描,并采集光谱图。结果显示天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 分别在 220、238、286、270、284、270、264、270 nm 处有最大吸收值,结合各目标峰紫外吸收光谱图、保留时间以及减少波长切换次数,本实验选择 220 nm 作为丹膝颗粒中天麻素的检测波长,238 nm 作为栀子苷的检测波长,280 nm 作为丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 的检测波长。

本研究考察了不同色谱柱[Agilent ZORBAX SB-C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm)、Waters Atlantis T3 (250 mm×4.6 mm, 5 μm)、Thermo Hypersil Gold-C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm)],不同的梯度洗脱体系(乙腈-0.1%磷酸溶液、乙腈-0.2%磷酸溶液、甲

醇-0.1%磷酸溶液、甲醇-0.2%磷酸溶液作为流动相^[2,11])对丹膝颗粒 8 种目标成分测定的影响,结果显示采用 Agilent ZORBAX SB-C₁₈ 色谱柱、以乙腈-0.2%磷酸溶液作为流动相时,供试品中待测 8 个成分分离效果为最好,色谱峰对称性良好。

本研究采用 HPLC 法同时测定丹膝颗粒中天麻素、栀子苷、丹酚酸 B、淫羊藿苷、橙黄决明素、丹参酮 I、隐丹参酮和丹参酮 II A 的含量,该方法简便易行、专属性强,可为全面有效控制地丹膝颗粒的质量提供参考。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社, 2015: 683.
- [2] 孙锦, 林力, 彭勃, 等. 不同浓度乙醇提取丹参中 12 种成分比较研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2019, 26(9): 89-93.
- [3] 石效荣, 刘义升, 邢树礼, 等. HPLC 法同时测定天麻醒脑胶囊中 9 种成分[J]. 中成药, 2020, 42(1): 33-36.
- [4] 唐德智, 严秀荣. HPLC 法测定清热暗疮丸中绿原酸、栀子苷、穿心莲内酯和脱水穿心莲内酯含量[J]. 中药新药与临床药理, 2017, 28(2): 223-227.
- [5] 许婷, 黄萌萌, 李瑞云, 等. 多基原淫羊藿不同部位质量评价研究[J]. 中草药, 2020, 51(1): 190-196.
- [6] 尉捷, 张蕊, 赵晨宇, 等. 基于主成分分析和聚类分析评价决明子质量[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(12): 5695-5699.
- [7] 李翔, 刘皈阳, 马建丽, 等. HPLC 测定丹膝颗粒中丹酚酸 B 的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(22): 135-136.
- [8] 李翔, 刘皈阳, 马建丽, 等. HPLC 法测定丹膝颗粒中阿魏酸的含量[J]. 实用药物与临床, 2013, 16(9): 826-828.
- [9] 李翔, 刘皈阳, 马建丽, 等. HPLC 法测定丹膝颗粒中丹参酮 II A 的含量[J]. 实用药物与临床, 2013, 16(4): 314-315.
- [10] 王芳, 刘皈阳, 马建丽, 等. HPLC 法测定丹膝颗粒中芍药苷的含量[J]. 中国药事, 2013, 27(2): 199-201.
- [11] 李翔, 刘皈阳, 马建丽, 等. HPLC 法测定丹膝颗粒中栀子苷的含量[J]. 中国药师, 2013, 16(3): 468-469.
- [12] 李燕, 同晓霞. RP-HPLC 同时测定丹膝颗粒中丹酚酸 B、丹皮酚和丹参素含量[J]. 食品与药品, 2019, 21(4): 309-312.
- [13] 王加良, 张艳丽, 范景辉, 等. 一测多评法同时测定苏黄止咳胶囊中 7 种成分[J]. 中成药, 2019, 41(7): 1505-1510.
- [14] 赵慧, 张月红, 范耀耀, 等. 丹参饮缓释微丸 HPLC 指纹图谱的建立及其 4 种成分的含量测定[J]. 中药新药与临床药理, 2019, 30(5): 580-585.
- [15] 张铁军, 白钢, 刘昌孝, 等. 中药质量标志物的概念、核心理论与研究方法[J]. 药学报, 2019, 54(2): 187-196.

(编辑: 梁进权)