

中图分类号: R965; R285; R94 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2025)16-0044-06
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2025.16.008



不同丹参提取物对糖尿病模型大鼠炎症因子的影响*

王贵霞¹, 李振翻¹, 刘加强¹, 张桂萍¹, 甄国栋¹, 张静^{2,3}, 李艺辉³, 王雪卉³, 高星³, 李克明^{3,4,5△}

(1. 山东省临沂市中心医院, 山东 临沂 276400; 2. 山东省精神卫生中心, 山东 济南 250014; 3. 齐鲁理工学院, 山东 济南 250200; 4. 山东协和学院, 山东 济南 250109; 5. 山东省中医药研究院, 山东 济南 250014)

摘要:目的 建立不同丹参提取物的质量标准,并探讨各提取物对糖尿病模型大鼠炎症因子的影响。方法 采用薄层色谱(TLC)法对不同溶剂(水、50%乙醇、95%乙醇)提取物中丹参酮Ⅱ_A和丹酚酸B进行定性鉴别;以高效液相色谱(HPLC)法对提取物中丹酚酸B进行含量测定。色谱柱为 Diamonsil™-C₁₈柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm),流动相为甲醇-乙腈-甲酸-水(30:10:1:59, V/V/V/V),流速为1.0 mL/min,检测波长为286 nm,柱温为30℃,进样量为10 μL。将50只大鼠随机分为对照组、模型组、水提取物组、95%乙醇提取物组、50%乙醇提取物组,各10只。各组大鼠喂饲高脂肪高糖饮食1个月后腹腔注射1%链脲菌素(60 mg/kg)以复制糖尿病大鼠模型。建模成功后灌胃相应提取物(10 mL/kg)或生理盐水,每日1次,持续2个月。采用血糖测试纸测定大鼠空腹血糖(FBG)水平,酶联免疫吸附试验(ELISA)法检测血清白细胞介素(IL)-6、C反应蛋白(CRP)、细胞间黏附分子(ICAM)-1、白细胞分化抗原40配体(CD40L)水平,免疫组织化学法分析大鼠肿瘤坏死因子(TNF)-α表达情况。结果 50%乙醇、95%乙醇提取物中丹参酮Ⅱ_A和丹酚酸B的TLC图斑点清晰,分离度良好,水提取物中未检出丹参酮Ⅱ_A。丹酚酸B进样量在0.525~2.625 μg范围内与峰面积线性关系良好($r=0.9997, n=5$);精密性、稳定性、重复性试验结果的RSD均小于2.4%;平均加样回收率为98.39%,RSD为1.28%($n=6$)。样品中丹酚酸B含量依次为50%乙醇提取物(85.751 mg/g) > 水提取物(61.733 mg/g) > 90%乙醇提取物(43.335 mg/g)。与模型组比较,水提取物组、95%乙醇提取物组、50%乙醇提取物组大鼠FBG水平,血清中ICAM-1、CRP、CD40L、IL-6水平,腹主动脉组织中TNF-α表达水平均显著降低($P<0.05$)。结论 建立的不同提取物的质量标准操作简便,结果稳定可靠。丹参中的脂溶性和水溶性提取物可减轻糖尿病大鼠模型抗体炎性反应,其作用机制可能与丹参酮Ⅱ_A与丹酚酸B降低炎症因子水平有关,其中50%乙醇提取物降糖和抗炎效果最佳。

关键词: 丹参; 提取工艺; 糖尿病; 炎症因子

Effects of Different Salviae Miltiorrhizae Radix Et Rhizoma Extracts on Inflammatory Factors in Diabetic Model Rats

WANG Guixia¹, LI Zhenhe¹, LIU Jiaqiang¹, ZHANG Guiping¹, ZHEN Guodong¹, ZHANG Jing^{2,3}, LI Yihui³, WANG Xuehui³, GAO Xing³, LI Keming^{3,4,5}

(1. Linyi Central Hospital, Linyi, Shandong, China 276400; 2. Shandong Mental Health Center, Jinan, Shandong, China 250014; 3. Qilu Institute of Technology, Jinan, Shandong, China 250200; 4. Shandong Xiehe University, Jinan, Shandong, China 250109; 5. Shandong Academy of Chinese Medicine, Jinan, Shandong, China 250014)

Abstract: Objective To establish the quality standards of different Salviae Miltiorrhizae Radix Et Rhizoma extracts, and to investigate the effects of each extract on inflammatory factors in diabetic angiopathy model rats. **Methods** Qualitative identification of tanshinone II_A and salvianolic acid B in different solvent (water, 50% ethanol, 95% ethanol) extracts were performed by thin layer chromatography (TLC). The content of salvianolic acid B in the extracts were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The chromatography column was Diamonsil™-C₁₈ column (250 mm×4.6 mm, 5 μm), the mobile phase was methanol-acetonitrile-formic acid-water (30:10:1:59, V/V/V/V), the flow rate was 1.0 mL/min, the detection wavelength was 286 nm, the column temperature was 30℃, and the injection volume was 10 μL. A total of 50 rats were randomly divided into the control group, the model group, the water extract group, the 95% ethanol extract group and the 50% ethanol extract group, with 10 rats in each group. Diabetic model rats were replicated by intraperitoneal injection of 1% streptozotocin (60 mg/kg) after one month of high-fat and high-sugar diet. After successful modeling, the corresponding extract (10 mL/kg) or normal saline was intragastrically administered once a day for two months. The fasting blood glucose (FBG) level of rats was measured by blood glucose test paper. The levels of serum interleukin (IL)-6, C-reactive protein (CRP), intercellular adhesion molecule (ICAM)-1 and cluster of differentiation 40 ligand (CD40L) were detected by enzyme-linked immunosorbent assay

*基金项目: 山东省中医药科技发展计划项目[2011-155]。

第一作者: 王贵霞, 女, 硕士, 副主任医师, 研究方向为内科常见病的中西医结合治疗, (电子信箱)13665398175@163.com。

△通信作者: 李克明, 男, 硕士, 副研究员, 研究方向为中西医结合防治心脑血管疾病, (电子信箱)lkm007@126.com。

(ELISA). The expression of tumor necrosis factor (TNF) - α in rats was analyzed by immunohistochemistry. **Results** The TLC spots of tanshinone II_A and salvianolic acid B in 50% ethanol and 95% ethanol extracts were clear and well separated, and tanshinone II_A was not detected in the water extract. The linear range of salvianolic acid B was 0.525 - 2.625 μg ($r = 0.9997$, $n = 5$). The RSDs of precision, stability and repeatability test results were all lower than 2.4%. The average recovery was 98.39%, with RSD of 1.28% ($n = 6$). The content of salvianolic acid B in the samples was 50% ethanol extract (85.751 mg / g) > water extract (61.733 mg / g) > 90% ethanol extract (43.335 mg / g). Compared with the model group, the levels of FBG, ICAM - 1, CRP, CD40L, IL - 6 in serum and TNF - α in abdominal aortic tissue were significantly decreased in the water extract group, 95% ethanol extract group and 50% ethanol extract group ($P < 0.05$). **Conclusion** The establishment of quality standards for different extracts is simple and the results are stable and reliable. The fat - soluble and water - soluble extracts in *Salviae Miltiorrhizae Radix Et Rhizoma* can reduce the inflammatory response of diabetic model rats. The mechanism may be related to the reduction of inflammatory factors by tanshinone II_A and salvianolic acid B. Among them, 50% ethanol extract demonstrates the best hypoglycemic and anti - inflammatory effects.

Key words: *Salviae Miltiorrhizae Radix Et Rhizoma*; extraction process; diabetic; inflammatory factors

据国际糖尿病联合会(IDF)发布的第11版《IDF全球糖尿病地图》数据,2024年全球成年糖尿病患者(20~79岁)总数约5.89亿,占该年龄段总人口数的11.1%,且多为2型糖尿病(T2DM)^[1]。随着饮食结构的调整,糖尿病的发病在我国呈年轻化趋势^[2]。T2DM病因情况复杂,其中炎症因子水平与T2DM的发生密切相关^[3-4],作用机制为炎症因子通过干扰转导胰岛素信号,直接诱导胰岛素抵抗,并下调胰岛素基因转录,从而刺激巨噬细胞浸润和 β 细胞凋亡^[5-7]。丹参脂溶性成分(如丹参酮II_A和隐丹参酮)对血栓的抑制作用明显^[8-9],并且其水溶性成分(如丹参素、丹酚酸B等)可保护血管内皮,降低炎症因子及免疫反应水平^[10-14]。基于此,本研究中采用薄层色谱(TLC)法对不同提取物中的丹参酮II_A和丹酚酸B进行定性比较,对各样品中的丹酚酸B进行含量测定,并评估了不同丹参提取物对糖尿病模型大鼠炎症因子的影响。现报道如下。

1 材料与方法

1.1 仪器

Ultimate 3000型高效液相色谱仪(美国Dionex公司);YJCL8528型电子分析天平(上海勤酬实业有限公司,精度为0.01 mg);UV-2102型紫外分光光度计(上海尤尼柯有限公司);Tanon 5200型化学发光成像仪(上海天能科技有限公司);CX41型光学显微镜(日本Olympus公司);HistoStar型包埋机、HM340E型病理切片机(美国Thermo Fisher Scientific公司)。

1.2 试药

对照品丹酚酸B(批号为111562-201716,含量94.1%)、丹参酮II_A(批号为110735-202117,含量98.5%),均购自中国食品药品检定研究院;Silica gel 60硅胶薄层板(德国Merck公司);白细胞介素(IL)-6(批号为REFT-20064)、C反应蛋白(CRP,批号为REFT-20583)、细胞间黏附分子(ICAM)-1(批号为REFT-20762)、

白细胞分化抗原40配体(CD40L,批号为REFT-20801)酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒,均购自上海酶联生物科技有限公司;肿瘤坏死因子(TNF)- α (上海博尔森生物科技有限公司,批号为BES22253RP);乙腈和甲醇均为色谱纯,其余试剂均为分析纯,水为超纯水。丹参饮片(山东建联中药有限公司,批号为6971165528781)。

1.3 动物

SPF级Wistar大鼠50只,雄性,体质量为190~210 g,购自山东省实验动物中心,实验动物生产许可证号SCXK(鲁)20090001,饲养于山东省中医药研究院动物实验中心,实验动物使用许可证号SYXK(鲁)20050052。于SPF环境中,温度20~22 $^{\circ}\text{C}$,相对湿度45%~55%,光照/黑暗各12 h,自由饮食(标准饲料,11.5%的脂肪,20.8%的蛋白质和67.7%的碳水化合物,山东鲁抗医药股份有限公司)和饮水条件下适应性喂养1周。所有实验动物操作均严格按《实验动物护理与使用指南》执行,并经山东省中医药研究院动物伦理委员会批准(批件号:SDZYY20140304023)。

2 方法与结果

2.1 干膏粉制备

乙醇提取物:取饮片样品300 g,共2份,分别加入8倍量的95%乙醇和50%乙醇(第2,3次加入6倍量的95%乙醇和50%乙醇),回流提取3次(提取时间分别为2.0,1.5,1.5 h),滤过。合并3次滤液,减压浓缩成相对密度为1.20~1.25的稠膏,置65 $^{\circ}\text{C}$ 真空干燥,粉碎,得95%,50%乙醇提取物干膏粉。干膏率见表1。

水提取物:取饮片样品300 g,加入8倍量水(第2,3次均加入6倍量的水),回流提取3次(提取时间分别为2.0,1.5,1.5 h),滤过。合并3次滤液,减压浓缩成相对密度为1.20~1.25的稠膏,置65 $^{\circ}\text{C}$ 真空干燥,粉碎,得水提取物干膏粉。干膏率见表1。

表1 不同溶剂提取下的干膏率

提取溶剂	投料量(g)	干膏量(g)	干膏率(%)
95%乙醇	300	33.14	11.05
50%乙醇	300	142.39	47.46
水	300	134.51	44.84

2.2 TLC鉴别

丹参酮II_A:分别取95%乙醇、50%乙醇和水提取物干膏粉1.0g,精密称定,研细,加入活化硅藻土3g,拌匀,移至索氏提取器中,加入80mL乙醚,连续回流提取至流出液无色(6~8h)。冷却后挥干溶剂,残渣加2.0mL乙酸乙酯使溶解,分别作为供试品溶液1,2,3。取丹参酮II_A对照品适量,用甲醇定容至5mL,制成质量浓度为1.0mg/mL的对照品溶液。按2020年版《中国药典(一部)》通则0502薄层色谱法试验。分别吸取上述4种溶液各10μL,点样于同一硅胶G薄层板。以石油醚-乙酸乙酯(4:1,V/V)为展开剂,展开,取出,晾干,日光灯下检视。结果供试品溶液1,2色谱在与对照品溶液色谱相应位置上显相同颜色斑点,而供试品溶液3色谱未显相同颜色斑点。详见图1A。

丹酚酸B:分别取95%乙醇、50%乙醇和水提取物干膏粉各1.0g,精密称定,研细,加入活化硅藻土3g,拌匀,移至索氏提取器中,以80mL 75%甲醇回流至流出液无色(4~5h)。冷却旋蒸后,残渣用5.0mL 75%甲醇使溶解,分别作为供试品溶液1,2,3。另取丹酚酸B对照品适量,加75%甲醇制成质量浓度为1.0mg/mL的对照品溶液。按2020年版《中国药典(一部)》通则0502薄层色谱法试验,分别吸上述4种溶液各5μL,点样于同一硅胶G薄层板,以甲苯-三氯甲烷-乙酸乙酯-甲醇-甲酸(2:3:4:0.5:2,V/V/V/V/V)为展开剂,喷以10%磷钼酸乙醇液显色,110℃烘烤5min使显色清晰,日光灯下检视。结果供试品溶液1,2,3色谱与对照品溶液色谱相应位置上显相同颜色斑点。详见图1B。

2.3 丹酚酸B含量测定

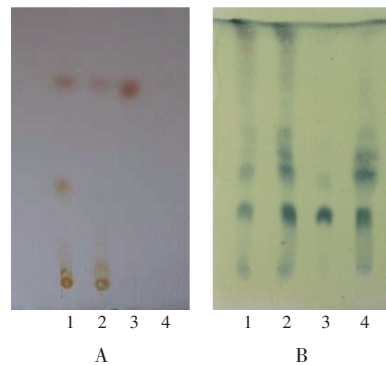
2.3.1 色谱条件

色谱柱:Diamonsil™-C₁₈柱(250mm×4.6mm,5μm);流动相:甲醇-乙腈-甲酸-水(30:10:1:59,V/V/V/V);流速:1.0mL/min;检测波长:286nm;柱温:30℃;进样量:10μL。

2.3.2 溶液制备

供试品溶液:取干膏粉2.0g,精密称定,加入75%甲醇50mL,称定质量,85℃加热回流提取1h,冷却,再次称定质量,用75%甲醇补足减少的质量,摇匀,滤过,经0.45μm微孔滤膜滤过,取续滤液,即得。

对照品溶液:取丹酚酸B对照品13.13mg,精密称



1. 供试品溶液1 2. 供试品溶液2 3. 对照品溶液 4. 供试品溶液3
A. 丹参酮II_A B. 丹酚酸B

图1 薄层色谱图

1. Test solution 1 2. Test solution 2 3. Reference solution 4. Test solution 3
A. Tanshinone II_A B. Salvianolic acid B

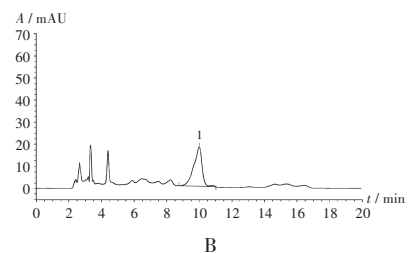
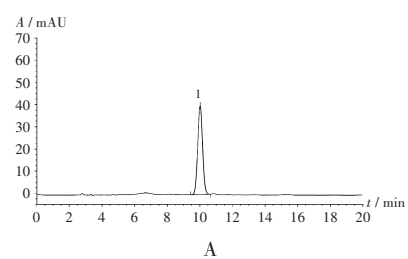
Fig. 1 TLC chromatograms

定,用75%甲醇定容至5mL,制得2.626mg/mL对照品贮备液;精密移取2.50mL至5mL容量瓶中,加甲醇定容,经0.22μm微孔滤膜滤过,取续滤液,即得。

2.3.3 方法学考察

系统适用性考察:取2.3.2项下供试品溶液和对照品溶液各10μL。按2.3.1项下色谱条件进样测定,记录色谱图。结果供试品溶液色谱与对照品溶液色谱相同保留时间处出现相应色谱峰,分离效果良好(分离度>1.5),理论板数按丹酚酸B峰计应不低于3000。详见图2。

线性关系考察:分别取2.3.2项下对照品溶液0.525,1.050,1.575,2.100,2.500μL,按2.3.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积,以待测成分进样量(X,μg)为横坐标、峰面积为纵坐标(Y)进行线性回归。



1. 丹酚酸B

A. 对照品溶液 B. 供试品溶液

图2 高效液相色谱图

1. Salvianolic acid B

A. Reference solution B. Test solution

Fig. 2 HPLC chromatograms

得回归方程 $Y = 12.761X + 0.226$ ($r = 0.9997, n = 5$)。结果表明,丹酚酸B进样量在 $0.525 \sim 2.625 \mu\text{g}$ 范围内与峰面积线性关系良好。

精密度试验:取2.3.2项下对照品溶液 $10 \mu\text{L}$,按2.3.1项下色谱条件连续进样测定5次,记录峰面积。结果的RSD为0.26% ($n = 5$),表明仪器精密度良好。

稳定性试验:取2.3.2项下供试品溶液各 $10 \mu\text{L}$,6份,分别于室温放置0,4,8,12,16,24 h时按2.3.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果的RSD为2.32% ($n = 6$),表明供试品溶液室温放置24 h内基本稳定。

重复性试验:分别取水提取物干膏粉6份,每份1.0 g,精密称定,按2.3.2项下方法制备供试品溶液,按2.3.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积,并计算含量。结果丹酚酸B平均含量为 5.785 mg/g ,RSD为1.64% ($n = 6$),表明方法重复性较好。

加样回收试验:取已知含量样品(水提取物)约0.5 g,共6份,分别加入对照品溶液,按2.3.2项下方法制备供试品溶液,再按2.3.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积,并计算加样回收率。结果见表2。

表2 加样回收试验结果 ($n = 6$)

Tab. 2 Results of the recovery test ($n = 6$)

取样量(g)	样品含量(mg)	加入量(mg)	测得量(mg)	回收率(%)	\bar{X} (%)	RSD(%)
0.5049	2.921	2.585	5.414	96.44	98.39	1.28
0.5125	2.965	2.585	5.557	100.27		
0.5212	3.015	2.585	5.556	98.30		
0.5213	3.016	2.585	5.562	98.49		
0.4911	2.841	2.585	5.371	97.87		
0.5102	2.934	2.585	5.492	98.96		

2.3.4 样品含量测定

分别取3种提取物样品 $10 \mu\text{L}$,按2.3.2项下方法制备供试品溶液,按2.3.1项下色谱条件进样测定,记录峰面积,并计算样品中丹酚酸B含量。结果样品中丹酚酸B含量依次为50%乙醇提取物 > 水提取物 > 90%乙醇提取物。详见表3。

表3 样品中丹酚酸B含量测定结果

Tab. 3 Results of the content determination of salvianolic acid B in samples

样品	浸膏质量(g)	丹酚酸B含量(%)
水提取物	134.51	61.733
50%乙醇提取物	142.39	85.751
95%乙醇提取物	33.14	43.335

2.4 动物实验与结果

2.4.1 提取物制备、分组与建模

提取物制备:1)水提取物。取饮片样品4.5 g,加入10倍量水,武火煎20 min,文火加热20 min,得水煎液

100 mL。2)95%乙醇提取物。取饮片样品4.5 g,研细,置圆底烧瓶,加50 mL 95%乙醇,回流提取3 h,滤过,挥干滤液,将药膏制成100 mL的水悬浊液。3)50%乙醇提取物。取饮片样品4.5 g,研细,置圆底烧瓶,加50 mL 50%乙醇,回流提取3 h,滤过,挥干滤液,将药膏制成100 mL的水悬浊液。

分组与建模:将50只大鼠随机分为对照组(等体积生理盐水)、模型组(等体积生理盐水)、水提取物组(10 mL/kg)、95%乙醇提取物组(10 mL/kg)、50%乙醇提取物组(10 mL/kg),各10只。除对照组外,其他大鼠均予高脂肪高糖饮食1个月后,腹腔注射1%链脲菌素(60 mg/kg)以复制糖尿病大鼠模型,7 d后,测定3次空腹血糖(FBG)值均大于 7.8 mmol/L 即为造模型复制成功。即刻灌胃相应提取物或生理盐水,每日1次,持续2个月。

2.4.2 观察指标

FBG:采用血糖测试纸,于末次给药后大鼠禁食12 h,尾静脉取血0.3 mL测定。

炎症因子:采用ELISA法。眼内眦静脉取血, 4°C 下、3 000 r/min离心10 min,取上清液,得血清,测定血清IL-6、CRP、ICAM-1、CD40L水平。

TNF- α 表达:采用免疫组织化学法。腹膜内注射戊巴比妥钠(50 mg/kg)麻醉大鼠,迅速剖取主动脉组织样本。固定于多聚甲醛后包埋于石蜡制备石蜡切片。切片经二甲苯脱蜡、梯度乙醇水化,3% H_2O_2 (新鲜配制)室温孵育10 min阻断内源性过氧化物酶活性。采用0.01 mol/L柠檬酸钠缓冲液(pH 6.0)微波处理20 min抗原修复,5%正常山羊血清。 37°C 封闭15 min后,滴加兔抗大鼠TNF- α 单克隆抗体。 4°C 孵育过夜。PBS漂洗后加生物素标记羊抗兔IgG二抗 37°C 孵育40 min,DAB显色试剂盒显色,苏木精复染细胞核。梯度乙醇脱水、二甲苯透明、中性树胶封片,光学显微镜随机选取5个视野(放大200倍)采集图像。

2.4.3 统计学处理

采用SPSS 22.0统计学软件分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较行单因素方差分析,组间两两比较行LSD-t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2.4.4 结果

FBG:与对照组比较,模型组大鼠FBG水平显著升高($P < 0.05$);与模型组比较,水提取物组、95%乙醇提取物组、50%乙醇提取物组大鼠FBG水平均显著降低($P < 0.05$),且50%乙醇提取物组大鼠FBG水平降低最明显。详见表4。

炎症因子水平:与对照组比较,模型组大鼠血清ICAM-1、CRP、CD40L、IL-6水平均显著升高($P < 0.05$);与模型组比较,水提取物组、95%乙醇提取物

组、50%乙醇提取物组大鼠血清CRP、CD40L、IL-6水平均显著降低($P < 0.05$)。详见表5。

腹主动脉TNF- α 表达水平:与对照组[(0.139 \pm

表4 各组大鼠FBG比较($\bar{X} \pm s$, mmol/L, $n = 10$)

Tab. 4 Comparison of FBG levels in rats among different groups ($\bar{X} \pm s$, mmol/L, $n = 10$)

组别	FBG
对照组	5.84 \pm 1.35
模型组	9.59 \pm 1.94*
水提取物组	7.89 \pm 2.23#
95%乙醇提取物组	7.38 \pm 1.82#
50%乙醇提取物组	6.48 \pm 2.05#

注:与对照组比较,* $P < 0.05$;与模型组比较,# $P < 0.05$ 。表5同。

Note:Compared with those in the control group,* $P < 0.05$;Compared with those in the model group,# $P < 0.05$ (for Tab. 4 - 5).

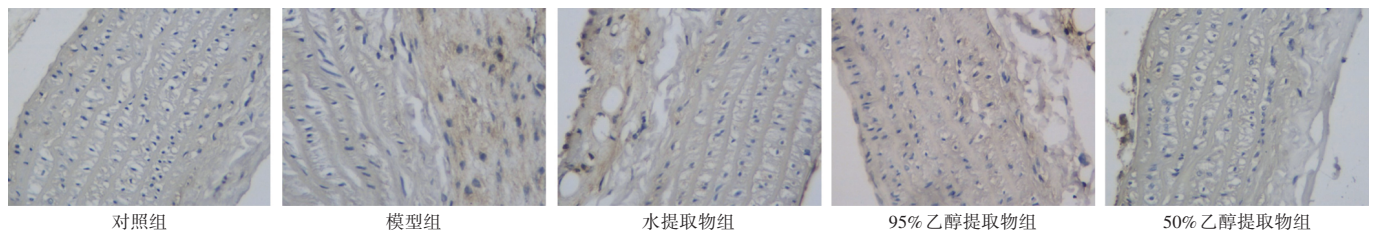


图3 免疫组织化学染色图(HE, $\times 200$)

Fig. 3 Immunohistochemical staining figure(HE staining, $\times 200$)

3 讨论

回流提取法是传统的中药提取方式,不同的提取溶剂会导致中药中活性成分的含量和比例发生变化,从而影响其疗效。因此,选择合适的提取溶剂对于保证中药质量和功效至关重要。

水提取法并不能完全有效提取丹参中脂溶性成分丹参酮II_A^[14]。采用不同体积分数的乙醇加热回流提取,虽然丹参酮II_A浸出率随乙醇体积分数的升高而升高,但丹酚酸B浸出率随乙醇体积分数的升高先缓慢升高,后迅速下降,最高不超过40%,再加上样品中水溶性成分呈明显的地域差异,某些地区的丹参水中含量较低,因此实质上并不能有效提高丹参有效成分的提取率,反而使脂溶性成分和水溶性成分均得不到充分提取。

糖尿病所致血管病变是致残的重要原因,严重影响患者生活质量^[6]。有研究发现,高血糖会损伤血管细胞功能,如炎症、氧化应激、蛋白质的非酶糖基化、继发性脂肪代谢障碍等^[7]。通过降低炎症因子水平,有利于更好地保护糖尿病血管病变,同时这也给糖尿病的治疗提供了新思路。

本研究中,50%乙醇提取物对降低模型大鼠血清ICAM-1、CRP、CD40L、IL-6及腹主动脉TNF- α 等炎症因子水平效果显著,且优于95%乙醇提取物和水提

取物。此外,本研究证明丹参中脂溶性成分和水溶性成分对糖尿病炎症因子均具有抑制作用,提示在以后的药物服用方式中要充分考虑到其脂溶性成分的作用,改善药物提取方式,以增大脂溶性成分的利用度^[15]。

表5 各组大鼠血清炎症因子水平比较($\bar{X} \pm s$, $n = 10$)
Tab. 5 Comparison of serum inflammatory factors levels in rats among different groups ($\bar{X} \pm s$, $n = 10$)

组别	ICAM-1 (ng/mL)	CRP (mg/L)	CD40L (pg/mL)	IL-6 (pg/mL)
对照组	2.92 \pm 0.18	198.84 \pm 28.35	440.86 \pm 89.14	16.86 \pm 7.74
模型组	4.49 \pm 0.12*	284.59 \pm 17.34*	906.70 \pm 45.97*	84.29 \pm 21.78*
水提取物组	3.67 \pm 0.39	223.08 \pm 24.45#	710.46 \pm 137.15#	47.44 \pm 15.28#
95%乙醇提取物组	4.00 \pm 0.33	267.38 \pm 24.89#	607.53 \pm 130.36#	50.49 \pm 22.29#
50%乙醇提取物组	3.50 \pm 0.30	212.89 \pm 15.74#	558.25 \pm 86.58#	36.86 \pm 10.23#

取物。此外,本研究证明丹参中脂溶性成分和水溶性成分对糖尿病炎症因子均具有抑制作用,提示在以后的药物服用方式中要充分考虑到其脂溶性成分的作用,改善药物提取方式,以增大脂溶性成分的利用度^[15]。

综上所述,本研究中建立的不同提取物质量标准操作简便,结果稳定可靠。丹参中的脂溶性和水溶性提取物可减轻糖尿病模型大鼠的炎症反应,其作用机制可能与丹参酮II_A和丹酚酸降低炎症因子水平有关。50%乙醇提取对模型大鼠炎症因子的作用最强,但糖尿病涉及病理机制较多,未来仍需开展大规模的临床研究,以探寻更精准的治疗靶点。

参考文献

- [1] 中国医学论坛报今日内分泌. 超2.5亿人竟不知已患糖尿病!《IDF全球糖尿病地图》最新数据揭秘[EB/OL]. (2025-04-08)[2025-07-14]. https://mp.weixin.qq.com/s/_JE-LcRkLleluw90UV8Ozg.
- [2] 唐莹,姜迎宏,李周泉,等. 中药联合早期胰岛素强化治疗2型糖尿病研究进展[J]. 河南中医,2023,43(9):1453-1458.
- [3] 邱昱衡. 参苓降糖方调节肠道菌群改善胰岛素抵抗治疗2型糖尿病的作用机制研究[D]. 北京:北京中医药大学,2023.
- [4] 张旭,南京柱,王龙基,等. LMR、SOD、ACR对T2DM并发症的预测价值分析[J]. 中国病案,2024,25(8):100-103.
- [5] 吕齐欢,周剑,康冬梅. 老年2型糖尿病患者血清维生素D