

桑黄水煎液对 D-半乳糖衰老模型小鼠的抗氧化作用

谷丽丽¹, 蔡为明², 金群力², 张作法², 王建功³, 张信岳^{1*} (1.浙江省神经精神疾病药物研究重点实验室, 浙江省医学科学院药物研究所, 杭州 310013; 2.浙江省农业科学院园艺研究所, 杭州 310021; 3.淳安千岛湖桑都食用菌专业合作社, 杭州 311715)

摘要: 目的 观察桑黄水煎液对 D-半乳糖诱导小鼠氧化损伤的保护作用, 并探讨其保护作用的可能机制。方法 ①ICR 小鼠分为正常对照组, 桑黄水煎液低、中、高剂量(2, 6, 12 g·kg⁻¹)组, 连续给药 15 d。②ICR 小鼠分为正常对照组、模型组、维生素 E 组(50 mg·kg⁻¹), 桑黄水煎液低、中、高剂量(2, 6, 12 g·kg⁻¹)组, 小鼠颈部皮下注射 D-半乳糖(120 mg·kg⁻¹)造成亚急性衰老模型, 按分组连续给药 42 d。比色法测定小鼠肝脏及血清中丙二醛(MDA)含量和抗氧化酶活力, 如超氧化物歧化酶(SOD)、总抗氧化能力(T-AOC)、过氧化酶(POD)等。Western blot 检测肝脏中核因子 E2 相关因子 2(Nrf2)和血红素氧合酶 1(HO-1)的表达。结果 桑黄水煎液对正常小鼠和 D-半乳糖诱导小鼠体重及脏器指数均无明显影响。桑黄水煎液可显著提高正常小鼠肝脏中 T-AOC 和 SOD 酶活力($P<0.01$, $P<0.05$)。各剂量桑黄水煎液可显著提高衰老模型小鼠血清中 T-AOC, 降低 MDA 含量($P<0.01$, $P<0.05$), 同时中剂量增强肝脏中 SOD($P<0.05$)和 POD 酶活力($P<0.01$), 中、高剂量均上调肝脏中 Nrf2 和 HO-1 蛋白表达水平($P<0.01$)。结论 桑黄水煎液具有提高正常小鼠抗氧化能力和改善 D-半乳糖致小鼠氧化损伤作用, 此作用可能是通过调节 Nrf2/HO-1 途径增加体内抗氧化酶的活性, 减少过氧化脂质的生成, 进而提高机体抗氧化能力。

关键字: 桑黄; 抗氧化; D-半乳糖; 氧化损伤

中图分类号: R285.5

文献标志码: A

文章编号: 1007-7693(2019)17-2144-05

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2019.17.006

引用本文: 谷丽丽, 蔡为明, 金群力, 等. 桑黄水煎液对 D-半乳糖衰老模型小鼠的抗氧化作用[J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(17): 2144-2148.

Effect of Sanghuang Decoction on Oxidative Damage Induced by D-galactose in Mice

GU Lili¹, CAI Weiming², JIN Qunli², ZHANG Zuofa², WANG Jiangong³, ZHANG Xinyue^{1*} (1.Key Laboratory of Neuropsychiatric Drug Research of Zhejiang Province, Institute of Materia Medica, Zhejiang Academy of Medical Sciences, Hangzhou 310013, China; 2.Horticulture Research Institute, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; 3.Chun'an Qiandao Lake Sangdu Edible Fungus Specialized Cooperative, Hangzhou, 311715, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To observe the protective effect of Sanghuang decoction on oxidative damage induced by D-galactose in mice and explore the possible mechanism. **METHODS** ①The mice were divided into the normal group, the Sanghuang decoction low, middle, high dose(2, 6, 12 g·kg⁻¹) group, and administrated for 15 days. ②Mice were divided into the normal group, model group, vitamin E (50 mg·kg⁻¹) group, Sanghuang decoction low, middle, high dose(2, 6, 12 g·kg⁻¹) group. Subacute aging model was induced by subcutaneous injection of D-galactose(120 mg·kg⁻¹) into the neck and back of mice. The mice were continuous administrated for 42 d. The content of malondialdehyde(MDA) and activity of antioxidant enzymes such as superoxide dismutase(SOD), total antioxidant capacity(T-AOC) and peroxidase(POD) were measured by colorimetry in the liver and serum of mice. The levels of nuclear factor E2-related factor 2(Nrf2) and heme oxygenase 1(HO-1) proteins in liver were detected by Western blot. **RESULTS** Sanghuang decoction had no significant effect on body weight and organ index of normal mice and D-galactose induced mice. Sanghuang decoction could significantly improve the activity of T-AOC and SOD in the liver of normal mice($P<0.01$, $P<0.05$). Sanghuang decoction could significantly increase T-AOC and reduce MDA content in serum of mice with aging model($P<0.01$, $P<0.05$), meanwhile middle dose enhanced the activities of SOD($P<0.05$) and POD($P<0.01$), and middle and high dose upregulated the levels of Nrf2 and HO-1 proteins in liver of mice with aging model($P<0.01$, $P<0.05$). **CONCLUSION** Sanghuang decoction can enhance the antioxidant capacity of normal mice and improve the oxidative damage induced by D-galactose, which maybe increase the activity of antioxidant enzymes *in vivo*, reduce the generation of lipid peroxide and improve the antioxidant capacity via Nrf2/HO-1 pathway.

KEYWORDS: *Inonotus sanghuang*; antioxidant; D-galactose; oxidative damage

基金项目: 浙江省科学技术厅重点实验室项目(2019E10021)

作者简介: 谷丽丽, 女, 硕士 Tel: (0571)88215600 E-mail: 17826865042@163.com *通信作者: 张信岳, 男, 研究员 Tel: (0571)88215600 E-mail: zhangxy@zjams.com.cn

桑黄是担子菌门(Basidiomycota)层菌纲(Hymenomycetes)非褶菌目(Aphyllorphales)锈革孔菌科(Hymenochaetaceae)针层孔菌属(*Phellinus* Quel.)的一类药用真菌,由于此种菌类大多生长在桑属(*Morus L.*)植物上,且子实体为黄褐色而得名。传统中医中,桑黄多用于治疗血崩、血淋、脐腹涩痛、脱肛泻血、带下、闭经等妇科疾病,现代药理研究表明其具有抗氧化、抗肿瘤、免疫、保肝等功效^[1]。虽然报道中所用桑黄菌种存在差异,但整体上看,不同菌种桑黄所产化合物类型比较接近,相关药效也类似^[2-3]。据报道桑黄粗多糖、包外多糖、包内多糖及分级纯化多糖均能增强机体对自由基损伤的防御机能,有效减轻脂质过氧化物对组织或细胞的损伤^[4]。

当机体内氧化自由基产生过多,出现氧化应激,脂质过氧化物增加,导致细胞膜损伤,组织器官功能下降,进入衰老。清除过多的氧化自由基,是延缓衰老的重要策略。但是桑黄是否能够提高衰老模型小鼠抗氧化能力尚未见报道。核因子E2相关因子2(Nrf2)/血红素氧合酶1(HO-1)通路是体内最主要的抗氧化应激机制之一,可参与大多数组织器官的抗氧化应激反应。本研究以“浙黄1号”菌种产品——桑黄为研究对象,通过观察其对正常小鼠和D-半乳糖诱导衰老模型小鼠的体内氧化指标以及Nrf2/HO-1通路的影响,以进一步评价其抗氧化作用。

1 材料和试剂

1.1 动物

ICR小鼠,清洁级,♂,体质量18~22 g,购自浙江省实验动物中心,生产许可证号为SCXK(浙)2014-0001,动物合格证号为1712120005,1712190008。动物饲养条件:屏障系统内饲养,温度18~28℃,湿度60%~80%,12 h明暗交替。饲料来源于浙江省实验动物中心。

1.2 药物及试剂

桑黄 *Inonotus sanghuang*: “浙黄1号”菌种产品,黄褐色疏松块状或颗粒,批号为20180716,由淳安千岛湖桑都食用菌专业合作社提供,经浙江省食品药品检验研究院中药所俞建平副主任药师鉴定为合格药材;维生素E(浙江医药制药有限公司新昌制药厂,批号:170837);D-半乳糖(Sigma公司,批号:785R1305J;纯度:98%);总抗氧化能力(T-AOC)试剂盒(批号:20171130)、总超氧化

物歧化酶(SOD)试剂盒(批号:20171121)、总蛋白定量试剂盒(批号:20171121)、丙二醛(MDA)试剂盒(批号:20171120)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)试剂盒(批号:20171117)、过氧化酶(POD)试剂盒(批号:20171212)、还原性谷胱甘肽(GSH)试剂盒(批号:20180109)均购于南京建成生物工程研究所;Nrf2抗体(ab62352)、HO-1抗体(ab13243)均购于美国abcam公司; β -Actin(4970s)、IgG-HRP标记二抗(7074S)均购于美国CST公司。

1.3 仪器

AEL-200 电子天平(日本岛津公司);DKB-600A 型电热恒温水槽(上海森信实验仪器公司);Microfuge16 离心机(美国贝克曼公司);Synergy-2 SLFPA 全波长多功能酶标仪(美国伯腾公司);Western blot 转膜仪(美国Bio-Rad公司)。

2 方法

2.1 桑黄水煎液的制备^[5]

将桑黄粉碎,称量,加8倍量水,浸泡0.5 h,煎煮1 h,滤过,滤渣加6倍量水,煎煮0.5 h,滤过,滤渣再加5倍量水,煎煮0.5 h,滤过,合并滤液,浓缩至生药含量2 g·mL⁻¹的桑黄水煎液。将桑黄水煎液置于4~8℃环境,冷藏保存,备用。

2.2 小鼠总抗氧化能力的测定

40只ICR小鼠随机分为正常对照组和桑黄高、中、低剂量组(12, 6, 2 g·kg⁻¹),每组10只,按20 mL·kg⁻¹体质量灌胃,每天1次,连续给药15 d,末次给药1 h后,取血测定血清SOD活力以及MDA含量,取肝脏、肾脏,称重并计算脏器指数。取部分肝脏制备肝匀浆,采用蛋白定量试剂盒测定肝匀浆的蛋白浓度,并按照试剂盒说明书检测肝组织中T-AOC、MDA、SOD和GSH-PX的活力。

2.3 对D-半乳糖致小鼠氧化损伤的影响

60只ICR小鼠随机分为正常对照组、模型组、维生素E组(阳性对照组)和桑黄高、中、低剂量组(12, 6, 2 g·kg⁻¹),每组10只,除正常对照组外,其余5组采用D-半乳糖皮下注射法制备小鼠亚急性过氧化损伤模型,即每天定时颈背部皮下多点注射120 mg·kg⁻¹的D-半乳糖,正常对照组以注射用生理盐水代替,连续42 d。在造模的同时(首次注射D-半乳糖后次日开始灌胃给药,按20 mL·kg⁻¹体质量灌胃),桑黄各组灌胃相应剂量桑黄水煎液,维生素E组给予维生素E 50 mg·kg⁻¹,

正常对照组和模型组给予饮用水。末次给药后禁食 24 h, 摘眼球取血, 取肝脏和脑。按照试剂盒说明书测定血液和肝组织中的 T-AOC、SOD、MDA、GSH 和 POD 的含量。

2.4 Western blot 法检测小鼠肝组织中 HO-1 和 Nrf2 蛋白表达

提取小鼠肝组织蛋白, 根据 BCA 试剂盒说明书测定蛋白质量浓度。取 20 μg 蛋白, 在 10% 的 SDS/PAGE 中以 80 V 电压电泳。200 mA 低温条件下转膜, 转膜后在 5% 的脱脂奶粉封闭液中常温封闭 1 h。HO-1(1:1 000)、Nrf2(1:1 000)和 β -Actin (1:1000)抗体 4 $^{\circ}\text{C}$ 孵育过夜。洗膜后, 相应的二抗(1:3 000)常温摇床孵育 2 h。用 ECL 试剂, 凝胶成像系统进行图像采集。

2.5 统计分析

计量数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 用 SPSS 20.0 统计软件进行单因素方差分析, 多组间均数比较用 LSD 法, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果与分析

3.1 对小鼠总抗氧化能力的影响

3.1.1 桑黄水煎液对小鼠体质量和脏器指数的影响 桑黄各剂量组小鼠体质量和肝脏及肾脏系数与正常对照组相比均无明显差异。

3.1.2 桑黄水煎液对小鼠血清中氧化指标 SOD 和 MDA 的影响 与正常对照组相比, 桑黄 2, 6 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 剂量组 MDA 含量明显升高($P < 0.05$), 桑黄各剂量组小鼠血清中 SOD 酶活力以及 SOD/MDA 值无明显差异, 结果见表 1。

表 1 桑黄水煎液对小鼠血清中氧化指标 SOD 和 MDA 的影响($\bar{x} \pm s, n=10$)

Tab. 1 Effect of Sanghuang decoction on the serum level of SOD and MDA in mice($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	剂量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	SOD/ $\text{U} \cdot \text{mL}^{-1}$	MDA/ $\text{nmol} \cdot \text{mL}^{-1}$	SOD/MDA/ $\text{U} \cdot \text{nmol}^{-1}$
正常对照组	—	20.2 $\pm$ 0.5	20.7 $\pm$ 3.2	1.00 $\pm$ 0.2
桑黄低剂量组	2	20.2 $\pm$ 0.4	25.3 $\pm$ 4.1 ¹⁾	0.84 $\pm$ 0.2
桑黄中剂量组	6	20.3 $\pm$ 0.5	25.0 $\pm$ 3.6 ¹⁾	0.85 $\pm$ 0.2
桑黄高剂量组	12	20.4 $\pm$ 0.3	22.3 $\pm$ 3.5	0.94 $\pm$ 0.1

注: 与正常对照组比较, ¹⁾ $P < 0.05$ 。

Note: Compared with the control group, ¹⁾ $P < 0.05$.

3.1.3 桑黄水煎液对小鼠肝组织中 T-AOC、SOD、MDA 和 GSH-PX 的影响 与正常对照组相比, 给予低、中剂量桑黄明显升高小鼠肝组织中 T-AOC 水平($P < 0.05, P < 0.01$); 高剂量桑黄明显增强 SOD

酶活力($P < 0.01$), 同时升高 MDA 含量($P < 0.01$)。6 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 桑黄水煎液对小鼠总抗氧化能力具有一定提高作用。结果见表 2。

表 2 桑黄水煎液对小鼠肝组织中 T-AOC、SOD、MDA 和 GSH-PX 含量的影响($\bar{x} \pm s, n=10$)

Tab. 2 Effect of Sanghuang decoction on T-AOC, SOD, MDA and GSH-PX levels in mice($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	剂量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	T-AOC/ $\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$	SOD/ $\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$	MDA/ $\text{nmol} \cdot \text{mg}^{-1}$	GSH-PX/ $\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$
正常对照组	—	0.93 $\pm$ 0.2	161.8 $\pm$ 12.6	2.74 $\pm$ 0.74	122.5 $\pm$ 39.1
桑黄					
低剂量组	2	1.50 $\pm$ 0.4 ¹⁾	175.5 $\pm$ 10.5	3.83 $\pm$ 1.09	135.2 $\pm$ 56.4
中剂量组	6	1.54 $\pm$ 0.5 ²⁾	184.5 $\pm$ 28.8	3.74 $\pm$ 1.18	100.2 $\pm$ 50.2
高剂量组	12	1.31 $\pm$ 0.6	203.0 $\pm$ 39.4 ²⁾	4.43 $\pm$ 0.83 ²⁾	102.2 $\pm$ 41.8

注: 与正常对照组比较, ¹⁾ $P < 0.05, ^{2)}$ $P < 0.01$ 。

Note: Compared with the control group, ¹⁾ $P < 0.05, ^{2)}$ $P < 0.01$.

3.2 对 D-半乳糖致小鼠氧化损伤的影响

3.2.1 桑黄水煎液对 D-半乳糖诱导小鼠体质量和脏器指数的影响 实验中各组小鼠体质量和肝脏及肾脏系数无明显差异。

3.2.2 桑黄水煎液对 D-半乳糖诱导小鼠血清中氧化指标的影响 桑黄各剂量组血清中 SOD 酶活力均与模型组、正常对照组无明显差异, 故未在表中展示。与正常对照组相比, 模型组血清中 MDA 和 GSH 显著升高($P < 0.01$), T-AOC 显著降低($P < 0.05$)。与模型组相比, 桑黄各剂量组 MDA 含量和 GSH 均显著降低($P < 0.01$), T-AOC 水平显著升高($P < 0.01, P < 0.05$)。结果见表 3。

表 3 桑黄水煎液对小鼠血清氧化指标 GSH, MDA 和 T-AOC 的影响($\bar{x} \pm s, n=10$)

Tab. 3 Effect of Sanghuang decoction on the serum level of GSH, MDA and T-AOC in mice($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	剂量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	GSH/ $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	MDA/ $\text{nmol} \cdot \text{mL}^{-1}$	T-AOC/ $\text{U} \cdot \text{mL}^{-1}$
正常对照组	—	1.17 $\pm$ 0.37	22.7 $\pm$ 3.92	6.37 $\pm$ 2.52
模型组	—	3.90 $\pm$ 3.17 ²⁾	30.4 $\pm$ 4.93 ²⁾	3.93 $\pm$ 1.50 ¹⁾
桑黄低剂量组	2	1.50 $\pm$ 0.44 ⁴⁾	6.60 $\pm$ 1.01 ^{2 4)}	6.61 $\pm$ 1.75 ³⁾
桑黄中剂量组	6	1.06 $\pm$ 0.29 ⁴⁾	6.70 $\pm$ 1.75 ^{2 4)}	7.35 $\pm$ 1.97 ⁴⁾
桑黄高剂量组	12	1.08 $\pm$ 0.40 ⁴⁾	9.35 $\pm$ 2.26 ^{2 4)}	6.95 $\pm$ 1.66 ⁴⁾
维生素 E 组	0.05	1.60 $\pm$ 1.03 ⁴⁾	24.2 $\pm$ 3.43 ⁴⁾	6.63 $\pm$ 2.86 ³⁾

注: 与正常对照组比较, ¹⁾ $P < 0.05, ^{2)}$ $P < 0.01$; 与模型组比较, ³⁾ $P < 0.05, ^{4)}$ $P < 0.01$ 。

Note: Compared with normal control group, ¹⁾ $P < 0.05, ^{2)}$ $P < 0.01$; compared with the model group, ³⁾ $P < 0.05, ^{4)}$ $P < 0.01$.

3.2.3 桑黄水煎液对 D-半乳糖诱导小鼠肝组织氧化指标的影响 与正常对照组相比, 模型组

T-AOC、SOD 和 POD 酶活力呈下降趋势, GSH 水平有升高趋势, 但差异均无统计学意义; 桑黄低、中剂量组 POD 酶活力较正常组明显上升($P<0.01$), 桑黄高剂量组 SOD 酶活力降低($P<0.05$)。与模型组相比, 桑黄各剂量组 GSH 水平无统计差异, 而 POD 酶活力显著升高($P<0.01$, $P<0.05$), 桑黄中剂量组 T-AOC 水平略有上升, SOD 酶活力显著升高($P<0.05$)。结果见表 4。

表 4 桑黄水煎液对小鼠肝组织 T-AOC, GSH, SOD 和 POD 含量的影响($\bar{x} \pm s$, $n=10$)

Tab. 4 Effect of Sanghuang decoction on T-AOC, GSH, SOD and POD levels in mice($\bar{x} \pm s$, $n=10$)

组别	剂量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	T-AOC/ $\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$	GSH/ $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$	SOD/ $\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$	POD/ $\text{U} \cdot \text{mg}^{-1}$
正常对照组	—	1.11 $\pm$ 0.64	30.3 $\pm$ 5.86	252.9 $\pm$ 21.2	0.59 $\pm$ 0.19
模型组	—	1.03 $\pm$ 0.16	34.8 $\pm$ 8.14	244.2 $\pm$ 22.7	0.41 $\pm$ 0.13
桑黄					
低剂量组	2	0.93 $\pm$ 0.18	30.0 $\pm$ 5.38	246.3 $\pm$ 14.1	1.03 $\pm$ 0.19 ²⁾⁴⁾
中剂量组	6	1.29 $\pm$ 0.12	33.9 $\pm$ 5.65	273.0 $\pm$ 28.6 ³⁾	0.89 $\pm$ 0.32 ²⁾⁴⁾
高剂量组	12	1.13 $\pm$ 0.13	31.2 $\pm$ 5.77	223.9 $\pm$ 22.6 ¹⁾	0.67 $\pm$ 0.22 ³⁾
维生素 E 组	0.05	1.50 $\pm$ 0.50 ¹⁾	43.9 $\pm$ 6.95 ²⁾⁴⁾	270.3 $\pm$ 21.4 ³⁾	0.74 $\pm$ 0.15 ⁴⁾

注: 与正常对照组比较, ¹⁾ $P<0.05$, ²⁾ $P<0.01$; 与模型组比较, ³⁾ $P<0.05$, ⁴⁾ $P<0.01$ 。

Note: Compared with normal control group, ¹⁾ $P<0.05$, ²⁾ $P<0.01$; compared with the model group, ³⁾ $P<0.05$, ⁴⁾ $P<0.01$ 。

3.2.4 桑黄水煎液对 D-半乳糖诱导小鼠肝组织 Nrf2 和 HO-1 蛋白的影响 与正常对照组相比, 模型组小鼠肝组织 Nrf2 及 HO-1 蛋白表达明显下调($P<0.01$)。与模型组相比, 桑黄 6, 12 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 剂量组小鼠肝组织 Nrf2 和 HO-1 蛋白表达显著增加($P<0.01$)。这表明桑黄对衰老小鼠的抗氧化作用可能与 Nrf2/HO-1 途径相关, 结果见图 1。

4 讨论

杨丽维等^[6]对 4 种桑黄不同组分进行体外总抗氧化能力测定, 揭示桑黄水溶性组分活性较好, 故本实验采用桑黄水煎液进行体内抗氧化试验。在一定时间内连续注射 D-半乳糖是小鼠衰老模型的经典方法^[7], MDA 是脂质过氧化的产物, 其 MDA 含量高低间接反应了机体细胞受自由基攻击的严重程度; SOD 能清除超氧阴离子自由基, 保护细胞免受损伤; GSH-PX 是机体内一种催化过氧化氢分解的酶, 其特异地催化 GSH 对过氧化氢的还原反应, 可保护细胞膜结构和功能完整的作用; POD 协同 SOD 和 GSH-PX 一起分解体内自由基代谢产物; T-AOC 可反映机体内总体的抗氧化水平, 故本实验选择这几项指标。结果显示, 桑黄水煎液对正常或衰老小鼠体质量及脏器指数均无明显影响, 可提高正常小鼠肝脏中 T-AOC、SOD 和 POD 酶活力, 以及衰老模型小鼠肝脏中 SOD、POD 酶活力和血清中 T-AOC, 降低 MDA 和 GSH 含量, 这初步表明桑黄能增强体内抗氧化酶的活性, 缓解肝组织的氧化应激, 减少脂质过氧化物的形成, 从而对抗衰老小鼠氧化损伤。

Nrf2 是体内抗氧化的重要转录因子, 当有氧化应激刺激时, Nrf2 被激活, 与抗氧化反应元件相结合且启动 HO-1 基因的转录, 实现抗氧化作用, 延缓衰老^[8]。本实验中, 桑黄各剂量组较模型组小鼠肝组织 Nrf2 和 HO-1 蛋白表达显著增加, 提示桑黄抗氧化作用与调节 Nrf2/HO-1 途径相关。

在本实验中, 桑黄水煎液其抗氧化作用并非呈现剂量依赖性, 可能与其成分复杂、存在相互作用有关。桑黄中有效成分包含多糖类、甾类、

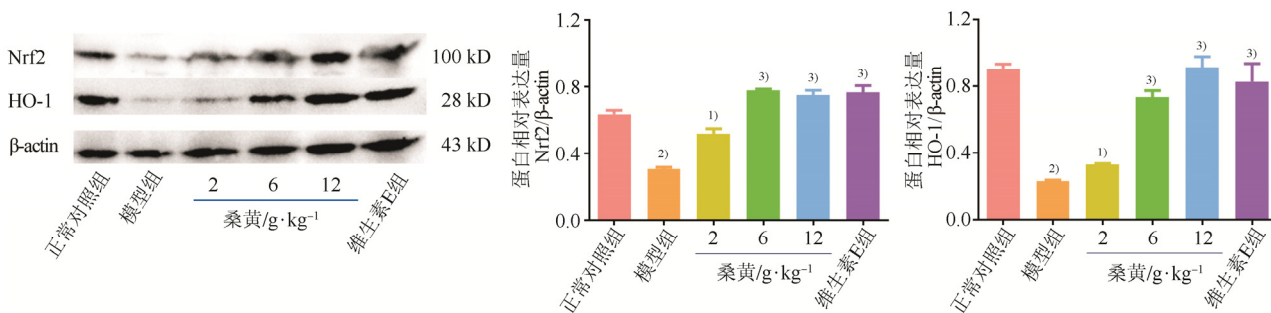


图 1 桑黄对衰老模型小鼠肝组织中 Nrf2 和 HO-1 蛋白表达的影响

与正常对照组比较, ¹⁾ $P<0.05$, ²⁾ $P<0.01$; 与模型组比较, ³⁾ $P<0.01$ 。

Fig. 1 Effects of Sanghuang decoction on expressions of Nrf2 and HO-1 protein in liver tissue of aged mice

Compared with normal control group, ¹⁾ $P<0.05$, ²⁾ $P<0.01$; compared with the model group, ³⁾ $P<0.01$ 。

三萜类、黄酮类等。针对抗氧化作用,有研究者采用总抗氧化能力、清除 DPPH 自由基能力、清除羟基自由基能力等体外方法,发现酚类物质对抗氧化能力起着最主要贡献,黄酮类物质贡献次之,粗多糖对抗氧化能力的影响较低^[9]。而桑黄抗氧化药理活性决定其可用于预防由许多自由基引起的及与老化相关的疾病,这使得更多研究者去深入挖掘其抗炎^[10-12]、降血脂^[13]、抗肿瘤^[14]以及抗肝纤维化^[15]等作用,具有较好临床应用前景。因此在本实验基础上,笔者将进一步对桑黄的成分进行分离、纯化、结构测定、生物活性、作用机制、多糖高级结构和活性的构效关系等方面进行深入研究。

REFERENCES

- [1] SHI Z T, BAO H Y. Research progress on effective components and efficacy of *Phellinus igniarius* [J]. Chin J Exp Tradit Med Form(中国实验方剂学杂志), 2016, 22(22): 197-202.
- [2] GUO S S, RAUSCH W D. Compare of antioxidant and anti-inflammatory activity of different *Phellinus* [J]. Chin J Pharmacovigil(中国药物警戒), 2017, 14(7): 394-398.
- [3] YING R F, HUANG M G, WANG Y S, et al. Antioxidant activity of polysaccharides from *Phellinus igniarius* fruiting body and mycelium [J]. Food Res Dev(食品研究与开发), 2017, 38(21): 1-5.
- [4] 殷梵钧, 项睿洁, 景灵洋, 等. 桑黄降血脂及抗氧化功能研究进展[J]. 中药材, 2018, 41(11): 2470-2474.
- [5] 林燕, 俞忠明, 陈宇. 桑黄水煎液对 S₁₈₀荷瘤小鼠免疫功能的影响研究[J]. 浙江中医杂志, 2017, 52(1): 66-67.
- [6] YANG L W, YANG H P, QUE S, et al. Comparative analysis of the antioxidant activity of the different components from *Phellinus igniarius* [J]. Food Res Dev(食品研究与开发), 2016, 37(15): 208-210.
- [7] LIU J Y, FENG W J, WANG R P, et al. Research progress in D-galactose-induced aging animal model and its mechanisms [J]. Chin J Mult Organ Dis Elderly(中华老年多器官疾病杂志), 2018, 17(3): 224-227.
- [8] GAO J M, NIU S, LI K, et al. Antioxidant effects of hyperoside in aging mice induced by D-galactose [J]. Chin Med Pharm Clin(中药药理与临床), 2017, 33(1): 57-59.
- [9] XIE L Y, GAN B C, PENG W H, et al. Screening of antioxidation from Sanghuang and evaluation of antioxidant capacity [J]. Southwest Chin J Agric Sci(西南农业学报), 2014, 27(4): 1453-1458.
- [10] HU T, LIN Q, GUO T, et al. Polysaccharide isolated from *Phellinus linteus* mycelia exerts anti-inflammatory effects via MAPK and PPAR signaling pathways [J]. Carbohydr Polym, 2018(200): 487-497.
- [11] MANGALE V, MCINTYRE L L, WALSH C M, et al. Promoting remyelination through cell transplantation therapies in a model of viral-induced neurodegenerative disease [J]. Dev Dyn, 2019, 248(1): 43-52.
- [12] MANTLE J L, LEE K H. A differentiating neural stem cell-derived astrocytic population mitigates the inflammatory effects of TNF-alpha and IL-6 in an iPSC-based blood-brain barrier model [J]. Neurobiol Dis, 2018(119): 113-120.
- [13] FENG H, ZHANG S, WAN J, et al. Polysaccharides extracted from *Phellinus linteus* ameliorate high-fat high-fructose diet induced insulin resistance in mice [J]. Carbohydr Polym, 2018(200): 144-153.
- [14] WANG F F, SHI C, YANG Y, et al. Medicinal mushroom *Phellinus igniarius* induced cell apoptosis in gastric cancer SGC-7901 through a mitochondria-dependent pathway [J]. Biomed Pharmacother, 2018(102): 18-25.
- [15] HUANG S, WANG P, KUO P, et al. Hepatoprotective principles and other chemical constituents from the mycelium of *Phellinus linteus* [J]. Molecules, 2018, 23(7): 1705-1719.

收稿日期: 2018-12-28
(本文责编: 蔡珊珊)