·论著·一次研究·

西洋参蒸制前后对SD大鼠心肌损伤的保护作用研究

杨娅玲[1]，薛健楠[2]，王思明[3]，韩跃威[4]，刘　莉[1]，齐　滨[1]，王智媛[5]

1. 长春中医药大学药学院（长春 130117）
2. 辽源市中心医院药学部（吉林辽源 136200）
3. 长春中医药大学东北亚中医药研究院（长春 130117）
4. 长春赛斯医疗生物工程有限公司（长春 130015）
5. 吉林敖东世航药业股份有限公司（长春 133700）

【摘要】目的 探究西洋参生品与蒸制品提取物对盐酸异丙肾上腺素（ISO）所致SD大鼠心肌损伤模型的保护作用及机制。**方法** 将SD大鼠分为正常对照组、模型组、西洋参高、低剂量组及蒸西洋参高、低剂量组，每组12只。除正常对照组和模型组外，其余各组均通过灌胃途径摄入西洋参或蒸制西洋参的提取物。高、低剂量组分别按生药量12 g/（kg·d）和3 g/（kg·d）的剂量灌胃给药，连续给药30 d；各给药组和模型组再皮下注射ISO建立心肌损伤模型。分别取血清，采用酶联免疫吸附分析（ELISA）试剂盒测定各组心肌肌钙蛋白T（cTnT）、肌酸激酶同工酶（CK-MB）、天冬氨酸转氨酶（AST）及肌酸激酶（CK）水平。取心肌组织，进行HE染色、Masson染色、免疫组织化学及Western Blot实验，检测B细胞淋巴瘤/白血病-2基因（Bcl-2）、Bcl-2相关X蛋白（Bax）和胱天蛋白酶-3（Caspase-3）的表达情况。**结果** ISO模型组大鼠心脏质量指数及血清cTnT、CK、CK-MB、AST水平显著升高，心肌组织坏死，细胞间胶原蛋白过度沉积，Bax、Caspase-3表达上调，Bcl-2表达下调，提示造模成功。与模型组比较，西洋参和蒸西洋高剂量组给药对心肌损伤的保护效果明显，低剂量组损伤减轻但作用较小，且药效呈剂量依赖性。在相同剂量条件下，蒸制西洋参对ISO诱导心肌损伤的保护作用优于生西洋参。**结论** 西洋参生品及蒸制品均可通过抑制细胞凋亡对ISO引发的心肌损伤起到保护和改善作用，且蒸制品效果优于生品。

【关键词】西洋参；蒸制前后；心肌损伤；凋亡；免疫组化

【中图分类号】R285.5　　**【文献标识码】**A

The protective effects of steamed and unsteamed American ginseng on myocardial injury in SD rats

YANG Yaling[1], XUE Jiannan[2], WANG Siming[3], HAN Yuewei[4], LIU Li[1], QI Bin[1], WANG Zhiyuan[5]

1. College of Pharmacy, Changchun University of Chinese Medicine, Changchun 130117, China

2. Department of Pharmacy, Liaoyuan Central Hospital, Liaoyuan 136200, Jilin Province, China

3. Northeast Asia Institute of Traditional Chinese Medicine, Changchun University of Chinese Medicine, Changchun 130117, China

4. Changchun Saii Medical Bioengineering Co., Ltd., Changchun 130015, China

DOI: 10.12173/j.issn.2097-4922.202605032

基金项目：吉林省科技发展计划项目（YDZJ202401145ZYTS）

通信作者：齐滨，博士，教授，Email：qibin88@126.com

王智媛，中药制药工程师，Email：wangzhiyuan1981881@126.com

5. Jilin Aodong Shihang Pharmaceutical Co., Ltd., Changchun 133700, China
Corresponding authors: QI Bin, Email: qibin88@126.com; WANG Zhiyuan, Email: wangzhiyuan1981881@126.com

【Abstract】Objective To investigate the protective effects and mechanisms of extracts from raw and steamed American ginseng on a model of myocardial injury in SD rats induced by isoprenaline hydrochloride (ISO). Methods SD rats were divided into a normal control group, a model group, American ginseng high- and low-dose groups, and steamed American ginseng high- and low-dose groups, with 12 rats in each group. Except for the normal control group and the model group, all other groups were administered extracts of American ginseng or steamed American ginseng by gavage. The high-dose groups were administered by gavage at a crude drug dose of 12 g/(kg·d), and the low-dose groups were administered by gavage at a crude drug dose of 3 g/(kg·d), for 30 consecutive days. All treatment groups and the model group were subcutaneously injected with ISO to establish a myocardial injury model. Serum was collected, and the levels of four indicators, including cardiac troponin T (cTnT), creatine kinase-MB (CK-MB), aspartate aminotransferase (AST), and creatine kinase (CK), were measured using ELISA kits. Myocardial tissue was collected and subjected to HE staining, Masson staining, immunohistochemistry, and Western Blot to detect the protein expression of B-cell lymphoma/leukemia-2 (Bcl-2), Bcl-2-associated X protein (Bax), and cysteine aspartate protease-3 (Caspase-3). Results In the ISO model group, the heart mass index and serum levels of cTnT, CK, CK-MB, and AST in rats were significantly elevated; necrosis of myocardial tissue and excessive intercellular collagen deposition were observed; Bax and Caspase-3 protein expression was upregulated, while Bcl-2 expression was downregulated, indicating that the model was successfully established. Compared with the model group, the high-dose groups of American ginseng and steamed American ginseng showed significant protection against myocardial injury, while the low-dose groups showed alleviation of injury but with weaker effects; efficacy was dose-dependent. At the same dose, steamed American ginseng provided better protection against ISO-induced myocardial injury than raw American ginseng. Conclusion Both raw and steamed American ginseng can protect against and improve ISO-induced myocardial damage by inhibiting apoptosis, with the steamed product showing greater efficacy than the raw product.

【Keywords】American ginseng; Before and after steaming; Myocardial injury; Apoptosis; Immunohistochemistry

心肌损伤是在外源性毒物、氧化应激等多重诱因作用下导致的心肌纤维化与心肌细胞凋亡线粒体损伤、炎症反应和氧化应激等病理改变[1-3]。现阶段临床用于心肌损伤干预的西药如曲美他嗪、瑞舒伐他汀等虽可一定程度缓解心肌病变，但长期使用易诱发运动功能障碍、头晕、头痛等多种不良反应[4-5]。其中化疗药物、高浓度儿茶酚胺等外源性毒物诱发的急性心肌损伤临床缺乏靶向性及特异性干预药物治疗方案[6]。通过对比蒸制前后西洋参的药效差异，考察其对异丙肾上腺素诱导心肌损伤的保护作用，为心肌损伤的天然药物防治提供实验基础依据。

《中国药典》2025 年版[7]记载，西洋参（*Panacis Quinquefolii* Radix）为五加科人参属植物西洋参（*Panax quinquefolium* L.）的干燥根，其性凉，味甘、微苦，归心、肺、肾经。西洋参既能补气养阴又能清热生津，主要用于气虚阴亏、虚热烦倦、咳喘痰血、内热消渴、口燥咽干。西洋参的药用实践最早可追溯至明清时代，在中药传统方剂中应用广泛，其中不乏治疗心脏疾病的方剂，如四参安心汤、十味洋参心宝汤等。现代药理研究证实，西洋参对心血管疾病表现出明显的治疗效果[8]；且西洋参及其皂苷类成分在治疗和预防心肌肥厚等心脏疾病方面具有明显作用[9-10]。

国家卫生健康委员会和国家市场监督管理总局已将西洋参列入药食同源物质目录[11]，这意味着西洋参可作为食品长期摄入。因此，探索便于服用的西洋参饮片形式，对于西洋参的推广应用具有积极意义。现代科学研究对西洋参的护心作用进行了较多探索，但对其炮制品“蒸西洋参”在心脏保护和强心方面的药理作用研究较

少。因此，本文探究了西洋参蒸制前后对大鼠心肌损伤的保护作用，并探讨其在心脏组织中的作用方式。借助中医药理念的独特优势，有针对性地开发具有预防和改善心肌损伤效果的药物，对心肌损伤疾病的防治具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 主要仪器

Lynx 6000型离心机、Excelsior AS自动组织脱水机、HistoStar组织包埋机和HM340半自动轮转切片机均购自美国赛默飞世尔科技公司；Centrifuge 5804R离心机（德国Eppendorf公司）；BL-420N生物信号采集与分析仪（成都泰盟软件有限公司）；Infinite 200 Pro酶标仪（深圳市恩科生物科技有限公司）；RGrinder H24组织研磨均质仪（苏州阿尔法生物实验器材有限公司）。

1.2 主要药品与试剂

西洋参由本课题组采自吉林通化，经长春中医药大学齐滨教授鉴定为四年生五加科植物西洋参（*Panax quinquefolium* L.）的根；蒸制品西洋参参考人参团体标准[12]，经过实验室前期工艺研究，采用110 ℃蒸制100 min，70 ℃烘干的工艺制备而得。

盐酸异丙肾上腺素（上海麦克林生化科技有限公司，批号：I129810-1g，纯度≥98%）；4%多聚甲醛（上海源叶生物科技有限公司，批号：6054913S）；心肌肌钙蛋白T（cardiac troponin T，cTnT，批号：J23120）、肌酸激酶同工酶（creatine kinase-MB，CK-MB，批号：J23088）、天冬氨酸转氨酶（aspartate aminotransferase，AST，批号：J22579）和肌酸激酶（creatine kinase，CK，批号：10127566001）酶联免疫吸附分析（enzyme-linked immunosorbnent assay，ELISA）检测试剂盒均购自上海优选生物科技有限公司；二辛可宁酸（bicinchoninic acid，BCA）蛋白浓度检测试剂盒（批号：P0011）和特超敏增强型化学发光（enhanced chemiluminescence，ECL）化学发光试剂盒（批号：P0018AS）购自上海碧云天生物技术有限公司；通用型抗体稀释液（批号：39817470）、抗B细胞淋巴瘤/白血病-2基因（B-cell lymphoma/leukemia-2 gene，Bcl-2）兔单克隆抗体（批号：R900001）、抗Bcl-2相关X蛋白（Bcl-2-associated X protein，Bax）兔单克隆抗体（批号：M012868）、抗胱天蛋白酶-3（cysteine aspartate protease-3，Caspase-3）兔单克隆抗体（批号：R012092）、抗β-肌动蛋白（β-actin）兔单克隆抗体（批号：LF212S）均购自上海雅酶生物医药科技有限公司；彩虹180广谱蛋白Marker（分子量：11～180 kD，批号：PR1910）、10×PBS（批号：C0221A）、一抗稀释液（批号：P0023A-100ml）、苯甲基磺酰氟（批号：SH0906-100mg）、Tris-base（批号：T8064-100g）、10%十二烷基硫酸钠（sodium dodecyl sulfate，SDS）溶液（批号：IR9158）、放射免疫沉淀分析（radioimmunoprecipitation assay，RIPA）裂解液（批号：R0010）均购自北京索莱宝科技有限公司。

1.3 实验动物

SD大鼠，8周龄，雌雄各半，体重210～250 g，购自辽宁长生生物技术股份有限公司，动物使用许可证号：SYXK（吉）2023-0015。采用SPF标准环境进行饲养管理，环境湿度稳定在50 %±10 %，设置12 h光照与黑暗交替周期，温度保持在（22±1）℃。实验通过长春中医药大学动物伦理委员会审查批准（动物伦理批准编号：2025669）。

1.4 方法

1.4.1 西洋参提取物的制备

取10 g西洋参生品及蒸制品分别粉碎后过四号筛，加入40倍水冷凝回流提取3 h，待自然冷却后离心（10 628×*g*）15 min，收集上清液；沉淀加入20倍水冷凝回流提取1.5 h后，采用相同条件离心并收集上清液；合并2次提取得到的上清液，混匀、抽滤浓缩至160 mL即得。

1.4.2 动物分组、给药及造模

待SD大鼠完成7 d适应性饲养后，对所有大鼠进行心电图检测，剔除心电图表现异常的大鼠。剩余健康大鼠称重后，随机分为正常对照组（Con）、模型组（ISO）、西洋参高（AGH）、低（AGL）剂量组及蒸西洋参高（RAGH）、低（RAGL）剂量组，每组12只。除Con组和ISO组给予等体积蒸馏水外，其余各组均通过灌胃途径摄入西洋参或蒸制西洋参提取物，连续给药30 d。给药剂量参照人鼠换算关系[13]（大鼠折算系数=6.25，人给药剂量：3 g/60 kg，即0.05 mg/g，故大鼠给药量=6.25×0.05 mg/g=0.312 mg/g）确定：

高剂量组按生药量12 g/（kg·d）灌胃给药，低剂量组按生药量3 g/（kg·d）灌胃给药。给药期间每隔1 d称量1次体重。

末次给药2 h后对大鼠称重，并采用背部皮下多点注射的方式造模，除Con组外，其余各组均按每只大鼠50 mg/（kg·d）的给药剂量注射盐酸异丙肾上腺素造模[14]，持续3 d。

1.4.3 动物处理与取材

皮下造模完成2 h后，即实施取材操作。SD大鼠给予20%乌来糖腹腔注射麻醉后处死，经腹主动脉采血5 mL，血液于4 ℃冰箱低温静置60 min后离心（1 952×*g*）15 min，取上清液于−80 ℃超低温冷冻保存，用于后续血清中心肌酶及相关因子的检测。

将大鼠心脏取出，排出内部血液并剔除表面多余组织，擦干水分后称质量并记录数据，计算心脏质量指数（心脏质量/体重）。随后沿心脏横截面将其切为形状和大小均相近的两部分：一部分用4%多聚甲醛固定，用于后续组织切片染色等实验；另一部分称质量后存放于液氮中，用于后续免疫蛋白印迹（Western Blot）实验。

1.4.4 血清中心肌酶及相关因子检测

按照ELISA检测试剂盒的标准操作步骤，检测各组大鼠血清中cTnT、CK、CK-MB和AST的水平，用酶标仪测定吸光度值及其对应浓度，并绘制标准曲线计算样本浓度。

1.4.5 HE及Masson染色

将一部分心脏组织置于4%多聚甲醛溶液中固定48 h；固定完成后在流水中冲洗4 h，经不同梯度乙醇脱水、二甲苯脱蜡透明，再用石蜡包埋冷却凝固后连续切片用于HE、Masson等组织病理学染色观察。

1.4.6 Western Blot实验

取另一部分心肌组织，加入RIPA裂解液（含PMSF及磷酸酶抑制剂）充分研磨裂解，4 ℃离心（31 232 × *g*）15 min取上清，BCA法测定蛋白浓度并调平。蛋白样品经5×上样缓冲液100 ℃煮沸变性后，采用12% SDS-PAGE，在80 V条件下电泳30 min后，将电压调整为120 V继续电泳50 min，以分离目的蛋白，半干转印至NC膜。5%脱脂奶粉室温封闭1 h，加入一抗（按照抗体说明书要求进行稀释），4 ℃孵育过夜，TBST洗膜后加入HRP标记二抗（稀释比例1∶5 000）室温孵育1 h，ECL化学发光显影，成像系统拍照并分析条带灰度值。

1.5 统计学分析

采用GraphPad Prism 9.5软件进行数据统计分析与可视化。所有实验数据均符合正态分布且方差齐性，以$\bar{x} \pm s$表示，每个指标均进行6次独立重复检测（$n = 6$）。采用单因素方差分析（One-way ANOVA）进行多组间比较，并采用Tukey事后检验进行组间两两比较；涉及与特定对照组比较时，采用Dunnett事后检验。以$P < 0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组大鼠心脏质量指数的变化

与Con组比较，ISO组心脏质量指数显著升高（$P < 0.05$），且各组大鼠造模后均出现心肌细胞肥厚，提示ISO造模成功。与ISO组比较，除RAGL组外，其余西洋参和蒸西洋参各剂量组的心脏质量指数均降低，差异有统计学意义（$P < 0.05$）；且高剂量组的心脏质量指数均显著低于低剂量组（$P < 0.05$）；与西洋参组比较，蒸西洋参各剂量组差异均无统计学意义（$P > 0.05$）。综上，西洋参及蒸西洋参给药后均可在一定程度上缓解心肌细胞肥厚的病理改变，具体见表1。

表1 各组大鼠心脏质量、体重与心脏质量指数测定结果（$\bar{x} \pm s$，$n = 6$）

Table 1. Results of heart mass and body weight measurements in each group of rats ($\bar{x} \pm s$, $n = 6$)

组别	心脏质量（g）	体重（g）	心脏质量指数
Con	0.861 3 ± 0.088 1	252.59 ± 30.47	0.343 1 ± 0.029 8
ISO	1.052 6 ± 0.080 5	252.60 ± 11.72	0.416 4 ± 0.021 5[a]
AGL	0.963 6 ± 0.096 9	253.01 ± 30.39	0.382 8 ± 0.028 1[b]
AGH	0.755 3 ± 0.058 4	254.01 ± 22.69	0.300 3 ± 0.040 4[bc]
RAGL	0.952 2 ± 0.086 3	228.55 ± 22.62	0.417 7 ± 0.025 4
RAGH	0.791 0 ± 0.085 4	240.09 ± 49.43	0.329 7 ± 0.008 2[bc]

注：与Con组比较，[a]$P < 0.05$；与ISO模型组比较，[b]$P < 0.05$；与同组低剂量比较，[c]$P < 0.05$。

2.2 各组大鼠心肌组织心肌酶谱因子表达

与Con组比较，ISO组血清心肌损伤因子水平均显著升高（$P < 0.01$）。与ISO组比较，除AGL组和RAGL组的CK-MB指标外，西洋参和蒸西洋参各剂量组的其余血清心肌损伤因子水平均降低，差异有统计学意义（$P < 0.05$）；同组内高低剂量组间比较，以及西洋参与蒸西洋参同剂量

间比较，差异均无统计学意义（$P > 0.05$）。具体见图1。

2.3 各组大鼠心肌组织HE染色结果

Con组心肌组织结构清晰，未见明显异常；ISO模型组可见心肌组织大面积灶性坏死，心肌纤维结构破坏，淋巴细胞浸润，结缔组织增生；RAGH组膜结构较清晰，心肌组织形态接近Con组；其余给药组心肌损伤均得到不同程度改善。提示ISO组心肌损伤程度最重，表现为膜结构大面积灶性坏死、心肌纤维失去完整形态，细胞多坏死、萎缩、浸润，结缔组织增生并取代原有心肌细胞位置，表明造模成功。RAGH组心肌损伤程度最轻，切片整体形态与正常对照组相似，表明高剂量蒸西洋参对ISO诱导的心肌损伤具有最优的保护作用；其余3个给药组ISO诱导的心肌损伤也均有不同程度改善。正常对照组心脏组织结构、心肌纤维形态及心肌细胞状态均无异常。具体见图2。

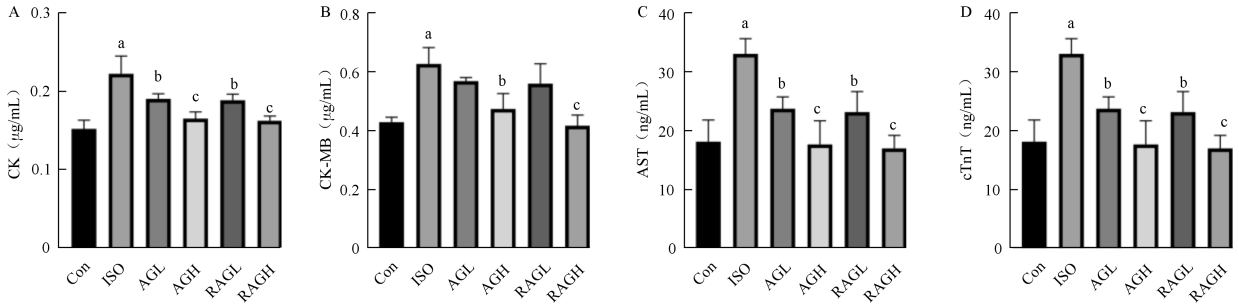


图1 各组大鼠血清中心肌酶谱因子检测结果（$n = 6$）

Figure 1. Results of serum myocardial enzyme spectrum factor detection in each group of rats ($n = 6$)

注：A. CK；B. CK-MR；C. AST；D. cTnT；与Con组比较，$^{a}P < 0.01$；与ISO模型组比较，$^{b}P < 0.05$，$^{c}P < 0.01$。

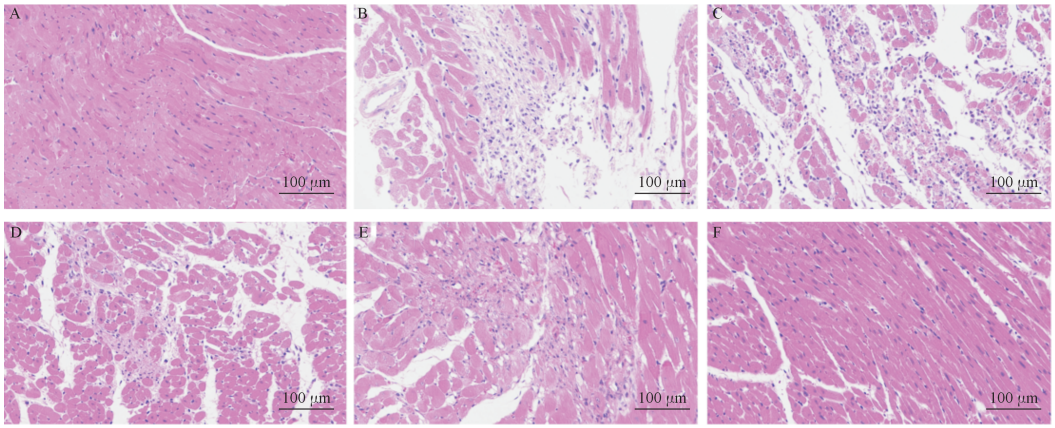


图2 各组大鼠心肌组织HE染色结果（400×）

Figure 2. HE staining results of myocardial tissue sections in each group of rats (400×)

注：A. Con组；B. ISO组；C. AGL组；D. AGH组；E. RAGL组；F. RAGH组。

2.4 各组大鼠心肌组织Masson染色结果

Masson染色显示，Con组心肌细胞形态规则，心肌纤维排列整齐、结构完整；ISO组心肌细胞显著肥大，心肌纤维大范围断裂破坏，间质大量胶原纤维沉积。AGL组仍可见广泛胶原沉积、纤维瘢痕形成，心肌损伤无明显改善，其余各给药组心肌病变均呈现不同程度减轻。

且与Con组比较，ISO组心肌组织胶原蛋白体积分数显著升高（$P < 0.01$）。与ISO组比较，西洋参及蒸西洋参各剂量组心肌胶原蛋白体积分数均显著降低（$P < 0.01$），且高剂量组显著低于低剂量组（$P < 0.05$）。相同剂量下蒸西洋参组的胶原沉积水平显著低于生西洋参组（$P < 0.05$）。值得关注的是，根据各组心肌组织胶原蛋白体积分布可知，AGH组与RAGL组虽有干预效果，但仍残留局灶性纤维结构破坏与胶原沉积；AGL组纤维化程度与ISO组无明显差异，无明确干预效果。上述结果证实高剂量蒸西洋参可有效维持心肌组织结构完整性，最大程度改善ISO诱导的心肌纤维化病变。具体见图3、图4。

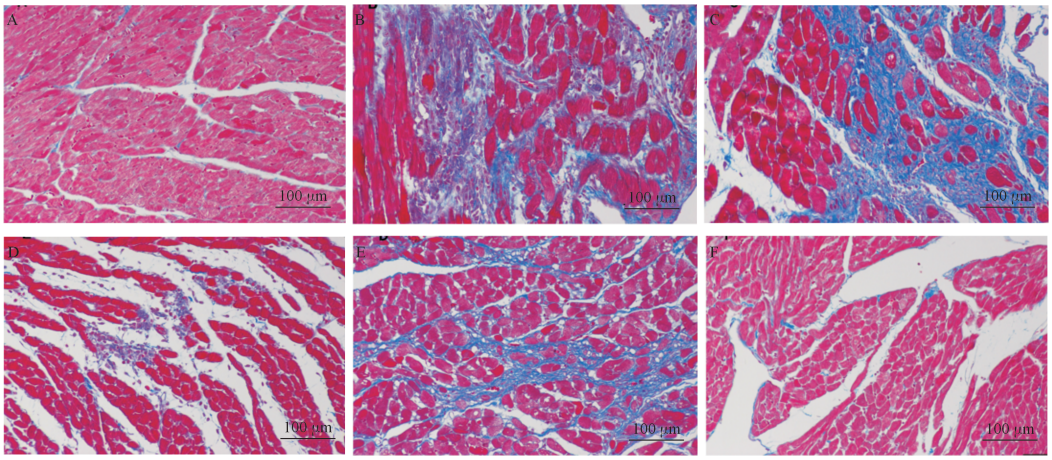


图3 各组大鼠心肌组织Masson染色结果（400×）

Figure 3. Masson staining results of myocardial tissue sections in each group of rats （400×）

注：A. Con组；B. ISO组；C. AGL组；D. AGH组；E. RAGL组；F. RAGH组。

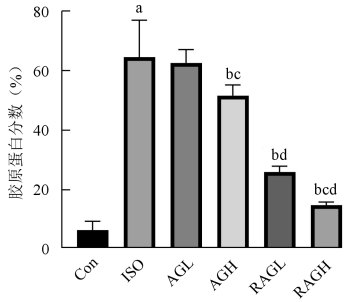


图4 各组大鼠心肌组织胶原蛋白体积分数测定结果（$n=6$）

Figure 4. Measurement results of collagen volume fraction in myocardial tissues of rats across different groups （$n=6$）

注：与Con组比较，$^{a}P<0.01$；与ISO组比较，$^{b}P<0.01$；与同组低剂量比较，$^{c}P<0.05$；与同剂量的西洋参组比较，$^{d}P<0.05$。

2.5 免疫组化检测各组大鼠心肌组织抗凋亡关键蛋白表达

免疫组化结果显示，与Con组比较，ISO组促凋亡蛋白Bax与Caspase-3的阳性表达增加，抗凋亡蛋白Bcl-2的阳性表达几乎未可见，提示ISO导致大鼠心脏组织中心肌细胞内源性抗凋亡调控能力丧失；与ISO组比较，西洋参与蒸西洋参给药组凋亡相关蛋白的调控效应呈现剂量依赖性，其中高剂量组均表现出更好的抗凋亡干预作用。具体见图5。

2.6 各组大鼠心肌组织相关蛋白表达的Western Blot检测结果

与Con组相比，ISO组大鼠心肌Bax、Caspase-3表达显著升高，Bcl-2表达显著降低（$P<0.01$）；与ISO组相比，除AGL组的Bcl-2指标外，西洋参与蒸西洋参各剂量组其余凋亡相关蛋白指标均呈现显著调节效应，促凋亡蛋白下调、抗凋亡蛋白上调，差异均有统计学意义（$P<0.01$）；且高剂量组显著低于低剂量组（$P<0.05$）；与西洋参组比较，蒸西洋参各剂量组差异均无统计学意义（$P>0.05$）。具体见图6。

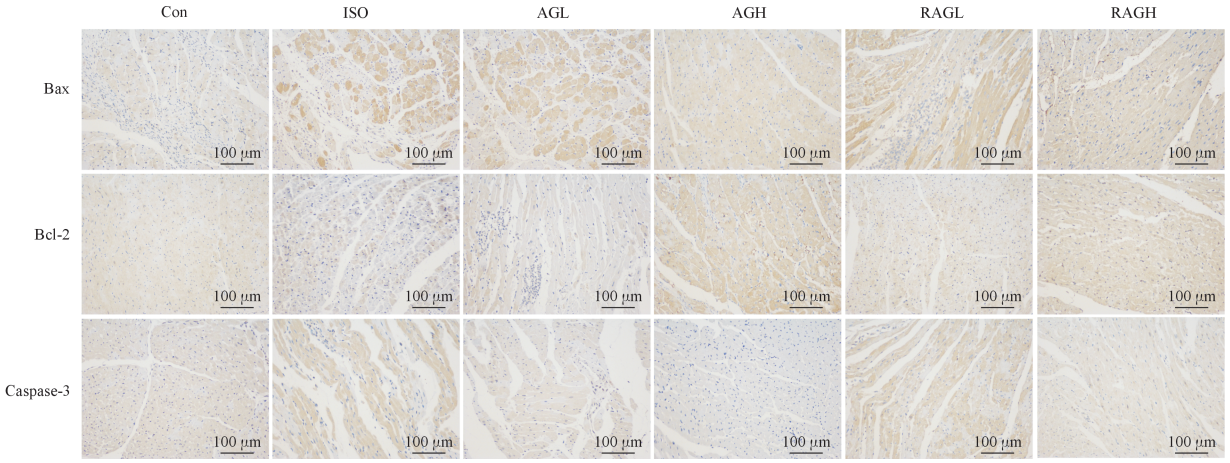


图5 各组大鼠心肌组织免疫组织化学染色结果（200×）

Figure 5. Immunohistochemical staining results of myocardial tissue in each group of rats （200×）

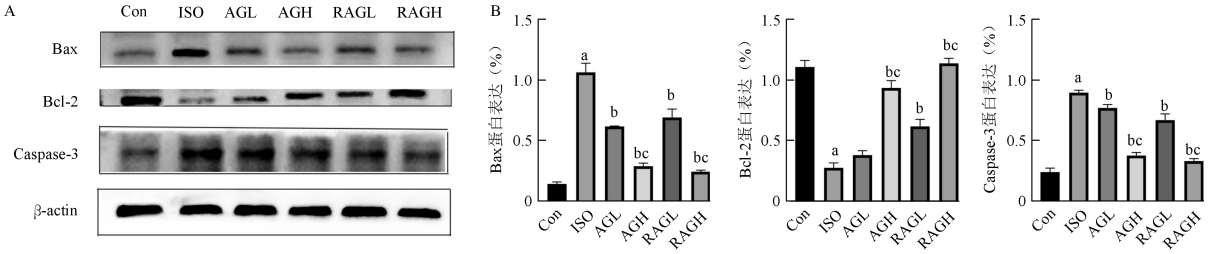


图6 各组大鼠心肌组织相关蛋白表达情况（n = 6）

Figure 6. Expression of related proteins in myocardial tissue of rats in each group （n = 6）

注：A. 蛋白条带图；B. Bax蛋白表达；C. Bcl-2蛋白表达；D. Caspase-3蛋白表达；与Con组比较，$^{a}P < 0.01$；与ISO组比较，$^{b}P < 0.01$；与同组低剂量比较，$^{c}P < 0.05$。

3 讨论

心肌损伤是心血管疾病常见的病理过程，会导致心肌细胞坏死，心肌纤维形态被破坏，严重影响患者预后及生活质量。目前临床常用的心肌保护药物存在一定的局限性，因此，开发新型心肌保护药物并阐明其作用机制至关重要。本研究聚焦于传统中药材西洋参蒸制后具有保护心肌作用。

本研究通过盐酸异丙肾上腺素对SD大鼠建立心肌损伤模型，分别给予西洋参与蒸西洋参，探究西洋参炮制前后对心肌损伤的保护作用机制。ISO模型组大鼠心脏质量指数显著升高，血清cTnT、CK、CK-MB、AST水平显著上升，HE染色可见心脏组织大面积多灶性坏死、心肌细胞核破裂与结缔组织增生，Masson染色结果见心肌细胞出现严重肥大与胶原纤维大量沉积，同时促凋亡蛋白Bax、Caspase-3表达上调、抗凋亡蛋白Bcl-2表达下调，表明盐酸异丙肾上腺素可成功诱导SD大鼠出现明显的心肌组织大面积多灶性坏死、结构损伤、氧化应激紊乱及心肌细胞过度凋亡的现象，模型稳定可靠。通过给予西洋参治疗，结果显示生品与蒸制品均可不同程度改善盐酸异丙肾上腺素所致心肌损伤，且药效呈剂量依赖性，高剂量干预改善效果显著，低剂量干预作用相对有限。

当心脏受到损伤时，心肌细胞中的cTnT、CK、CK-MB、AST均会被释放入血。因此，这种由3种酶水平组成的心肌酶谱联合一种专属性蛋白的检测方法能够较好地检测大鼠心肌损伤的状况。相较于后3种酶，cTnT因其在血液中更高的专属性和在血液中的高稳定性，常作为心肌损伤检测中的重要指标[15-16]。而CK、CK-MB与AST在心肌细胞生理活动方面起重要作用，同时也是心肌损伤检测的常规指标。CK与CK-MB检测灵敏度高且临床检测成本低，心肌细胞损伤发生后，血液中AST水平变化最为明显[16]。本研究证明蒸西洋参对盐酸异丙肾上腺素诱导的心肌损伤效果优于西洋参生品，通过大鼠心脏质量指数、各因子ELISA检测和HE、Masson染色等可初步判断。结合已有文献分析，该炮制增效现象存在明确物质基础。徐梦丹等[17]研究表明西洋参蒸制后其多糖结构改变，抗氧化活性优于生品。蒸制西洋参中的原型皂苷会转化为稀有皂苷，提升心肌细胞的保护作用。西洋参蒸制后增加的人参皂苷Rg_5、Rg_3、Rb_3等成分均具有较好的心脏保护作用[18]。《本草纲目拾遗》[19]记载西洋参 “宜糯米饭上蒸用，补阴退热”，入心经，主治劳心气耗损之证，从而对心肌损伤有减轻、缓解作用，本实验结果与传统炮制理论相吻合。

进一步研究发现，免疫组织化学和Western Blot实验表明盐酸异丙肾上腺素对大鼠心肌细胞造成严重损伤，导致促凋亡蛋白Bax、Caspase-3表达量升高，抑制抗凋亡蛋白Bcl-2表达。提前服用西洋参或蒸西洋参均能使心肌细胞损伤情况得到减轻，且高剂量服用效果显著。西洋参与蒸西洋参均能以调控相关蛋白从而调控心肌细胞凋亡的作用机制对大鼠心肌组织进行保护，从而减轻、缓解心肌损伤而发挥作用，可推测蒸西洋参对于改善心肌损伤作用优于西洋参生品，且可通过凋亡相关通路蛋白表达发生改变而发挥对心肌损伤的保护作用。

综上所述，蒸西洋参可改善盐酸异丙肾上腺素所致的心肌损伤，且药效优于生品，证明蒸制后可起到增强生品疗效的作用。本研究为西洋参蒸制品的药理作用研究做出部分前期研究基础，

同时为开发西洋参蒸制品作为心肌保护辅助用药提供了药理学支撑。但依靠凋亡相关蛋白表达水平判定凋亡存在一定存在局限，后续可通过TUNEL染色及凋亡通路相关蛋白监测，进一步阐明蒸制西洋参抗心肌细胞凋亡的验证。

参考文献

1 张涛, 南子涵, 刘丽霞, 等. 阿霉素与脓毒症所致心肌损伤的机制: 差异性与趋同性[J]. 协和医学杂志, 2026, 17(1): 23-32. [Zhang T, Nan ZH, Liu LX, et al. Mechanism exploration of doxorubicin and sepsis induced myocardial injury: differences and convergences[J]. Medical Journal of Peking Union Medical College Hospital, 2026, 17(1): 23-32.] DOI: 10.12290/xhyxzz.2025-0996.

2 喻珮, 徐承义, 宋丹. 急性心肌梗死后心脏损伤修复的研究进展[J]. 临床心血管病杂志, 2023, 39(7): 558-562. [Yu P, Xu CY, Song D, et al. Research progress of heart injury repair after acute myocardial infarction[J]. Journal of Clinical Cardiology, 2023, 39(7): 558-562.] DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2023.07.013.

3 Mastoor Y, Murphy E, Roman B. Mechanisms of postischemic cardiac death and protection following myocardial injury[J]. J Clin Invest, 2025, 135(1): e184134. DOI: 10.1172/JCI184134.

4 Harjoko RP, Sobirin MA, Uddin I, et al. Trimetazidine improves left ventricular global longitudinal strain value in patients with heart failure with reduced ejection fraction due to ischemic heart disease[J]. Drug Discov Ther, 2022, 16(4): 177-184. DOI: 10.5582/ddt.2022.01020.

5 杨新颖, 李德勇, 雷志博, 等. 高剂量瑞舒伐他汀对老年心肌梗死患者心肌纤维化及心室重构的影响[J]. 中国心血管杂志, 2023, 28(2): 107-112. [Yang XY,Li DY,Lei ZB,et al. Effects of high-dose rosuvastatin on myocardial fibrosis and ventricular remodeling in elderly patients with acute myocardial infarction[J]. Chinese Journal of Cardiovascular Medicine, 2023, 28(2): 107-112.] DOI: 10.3969/j.issn.1007-5410.2023.02.003.

6 Říha M, Hašková P, Martin J, et al. Protective effects of D-penicillamine on catecholamine-induced myocardial injury[J]. Oxid Med Cell Longev, 2016, 2016: 5213532. DOI: 10.1155/2016/5213532.

7 中国药典2025年版. 一部[S]. 2025: 140.

8 Xing JJ, Hou JG, Liu Y, et al. Supplementation of saponins from leaves of *Panax quinquefolius* mitigates cisplatin-evoked cardiotoxicity via inhibiting oxidative stress-associated inflammation and apoptosis in mice[J]. Antioxidants (Basel), 2019, 8(9): 347. DOI: 10.3390/antiox8090347.

9 张蕾, 段文慧, 刘剑刚, 等. 西洋参赤芍配伍对大鼠心肌梗死后早期心室重构心肌纤维化的影响[J]. 中药新药与临床药理, 2019, 30(4): 430-437. [Zhang L, Duan WH, Liu JG, et al. Effect of the compatibility of *Panacis Quinquefolii Radix* and *Peoniae Radix Rubra* on myocardial fibrosis during prophase ventricular remodeling after acute myocardial infarction (AMI) in rats[J]. Traditional Chinese Drug Research and Clinical, 2019, 30(4): 430-437.] DOI: 10.19378/j.issn.1003-9783.2019.04.007.

10 刘蜜. 西洋参茎叶总皂苷抑制内质网应激相关凋亡改善大鼠急性心肌梗死后心室重构的研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2013. https://cdmd.cnki.com.cn/article/cdmd-84502-1013311180.htm.

11 国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 关于党参等9种新增按照传统既是食品又是中药材的物质公告(2023年第9号)[EB/OL] (2023-11-09) [2026-03-15] https://www.nhc.gov.cn/sps/c100088/202311/5b062dd13fe646198b56c7d76a99aab4.shtml.

12 通化人参产业协会. T/THRS 13—2021 西洋参红参[S]. 2021.

13 黄继汉, 黄晓晖, 陈志扬, 等. 药理试验中动物间和动物与人体间的等效剂量换算[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2004(9): 1069-1072. [Huang JH, Huang XH, Chen ZY, et al. Dose conversion among different animals and healthy volunteers in pharmacological study[J]. Chinese Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics, 2004(9): 1069-1072.] DOI: 10.3969/j.issn.1009-2501.2004.09.026.

14 Alhusaini AM, Alghibiwi HK, Sarawi WS, et al. Resveratrol-based liposomes improve cardiac remodeling induced by isoproterenol partially by modulating MEF2, cytochrome C and S100A1 expression[J]. Dose Response, 2024, 22(2): 15593258241247980. DOI: 10.1177/15593258241247980.

15 吴慧辉. 肌钙蛋白T、抗心肌抗体联合心肌酶检测在小儿暴发性心肌炎诊断中的临床意义[J]. 标记免疫分析与临床, 2022, 29(11): 1900-1905. [Wu HH. The clinical significance of troponin t, anti- myocardial antibody and myocardial enzyme test in the diagnosis of fulminant myocarditis in children[J]. Labeled Immunoassays and Clinical Medicine, 2022, 29(11): 1900-1905.] DOI: 10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2022.11.021.

16 雷锐, 李志. 肌钙蛋白与心肌酶谱联合诊断冠心病的价值[J]. 医学信息, 2022,35(22): 154-156. [Lei R, Li Z. The value of combined diagnosis of cardiac troponin and myocardial enzymes in coronary heart disease[J]. Journal of Medical Information, 2022, 35(22): 154-156.] DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2022.22.038.

17 徐梦丹. 黑西洋参炮制工艺及抗疲劳、抗氧化作用评价[D]. 长春: 长春中医药大学, 2024. DOI: 10.26980/d.cnki.gcczc.2024.000511.

18 Zhao WJ, Han LL, Li T, et al. Effects of steaming process on rare saponins and efficacy of *Panax ginseng*, *Panax notoginseng* and *Panax quinquefolium*[J]. Chin Herb Med, 2024, 16(4): 521-528. DOI: 10.1016/j.chmed.2024.07.003.

19 清·赵学敏. 本草纲目拾遗[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1983: 83.

收稿日期：2026 年 05 月 11 日 修回日期：2026 年 07 月 17 日
本文编辑：钟巧妮 冼静怡