

# 芫荽的抗氧化活性及对高果糖高盐饮食诱导大鼠血压升高的缓解作用

刘玥玥, 李婷\*, 张博, 王晓渊, 董欣悦, 吴俊峰, 王辉, 杨兴斌

(陕西师范大学 食品工程与营养科学学院/陕西省食品绿色加工与安全控制工程实验室/陕西省农产品加工与贮藏危害因素评估重点实验室, 陕西 西安 710119)

**摘要:** 通过测定清除 DPPH 自由基、羟自由基能力和还原能力, 评估芫荽的体外抗氧化活性。通过大鼠实验研究芫荽拮抗血压升高的潜力。雄性 SD 大鼠被随机分为 4 组。正常组(NC)饲喂普通饲料和水, 模型组(M)、芫荽低剂量(LP)和芫荽高剂量组(HP)均饲喂质量分数 60% 高果糖饲料和 2 % 盐水。实验开始 1 周后 LP 和 HP 组以 1 g/(kg·d) 和 2 g/(kg·d) 的芫荽冻干粉分别灌胃。固定时间测量大鼠血压。实验结束后, 计算平均动脉压(MAP)并检测血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白(HDL-C)及低密度脂蛋白(LDL-C)含量。芫荽醇提物展现出良好的体外 DPPH 自由基清除能力、羟自由基清除能力和还原能力。体内实验结果表明, 芫荽粉显著降低高糖高盐饮食诱发的大鼠体质量增加和血压升高。经高果糖高盐饮食喂养大鼠的平均动脉压(21.2 kPa)显著高于正常大鼠(15.8 kPa), 而高剂量和低剂量芫荽粉分别干预 6 周后, 大鼠平均动脉压分别下降至 15.7、14.5 kPa, 趋于正常水平。此外, 芫荽干预有效拮抗高糖高盐饮食诱发的大鼠血清中 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 的异常改变。芫荽具有良好的体外抗氧化能力, 并且可有效预防高果糖高盐饮食导致的大鼠血压升高。

**关键词:** 芫荽; 高血压; 抗氧化; 预防; 平均动脉压

中图分类号: S 636.9 文章编号: 1673-1689(2021)08-0037-08 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2021.08.005

## Anti-Oxidative Activity of Coriander and Preventive Effects on Blood Pressure Elevation in Rats Induced by High-Fructose and High-Salt Diet

LIU Yueyue, LI Ting\*, ZHANG Bo, WANG Xiaoyuan, DONG Xinyue,  
WU Junfeng, WANG Hui, YANG Xingbin

(College of Food Engineering and Nutritional Science / Shaanxi Engineering Laboratory for Food Green Processing and Safety Control / Shaanxi Key Laboratory for Hazard Factors Assessment in Processing and Storage of Agricultural Products, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

**Abstract:** The *in vitro* antioxidant capacity of coriander and its preventive effects on blood pressure elevation in rats induced by high-fructose and high-salt diet were investigated. The *in vitro*

收稿日期: 2020-10-05

基金项目: 国家自然科学基金项目 (C31901702); 陕西省重点研发计划一般项目 (2019NY-125); 中国博士后科学基金特别资助项目 (2020T130395); 中国博士后科学基金面上项目 (2019M653535); 中央高校基本科研业务专项资金资助项目 (GK202003083); 国家级大学生创新训练项目 (S202010718093)。

\* 通信作者: 李婷 (1989—), 女, 博士, 副教授, 主要从事功能食品与分子营养学研究。E-mail: tingli@snnu.edu.cn

antioxidant activity of coriander was evaluated by measuring the ability to scavenge DPPH free radicals and hydroxyl free radicals, as well as the reducing ability. The preventive potential of coriander on blood pressure elevation induced by high-fructose and high-salt diet was assessed by conducting a rat experiment. Male SD rats were randomly divided into four groups. Rats in normal control group (NC) were fed with normal feed and water. Rats in model group (M), low-dose coriander group (LP) and high-dose coriander group (HP) were fed with high fructose (60%) feed and 2% saline. One week after the experiment, rats in LP and HP groups were daily administered with lyophilized coriander powder of 1 g/(kg·d) and 2 g/(kg·d), respectively. The blood pressure of rats was measured at a fixed time every week. The mean arterial pressure (MAP) was calculated at the end of experiment, and the level of total cholesterol (TC), triglycerides (TG), high density lipoprotein (HDL-C) and low-density lipoprotein (LDL-C) in serum were also detected. The ethanolic extract of coriander showed excellent *in vitro* DPPH radical scavenging ability, hydroxyl radical scavenging ability and reducing ability. The results of *in vivo* experiment in rats showed that the lyophilized coriander powder effectively alleviated the increment of body weight and blood pressure induced by high-fructose and high-salt diet. The MAP of rats in M group (21.2 kPa) was significantly higher than that of the normal rats (15.8 kPa). After intervention for 6 weeks with lyophilized parsley powder under high-dose and low-dose, the MAP values remarkably decreased to the normal level, i.e., 15.7 and 14.5 kPa, respectively. Additionally, coriander effectively antagonized the abnormal alterations in serum TC, TG, HDL-C and LDL-C contents induced by high-fructose and high-salt diet. Coriander possesses excellent antioxidant capacity *in vitro*, and can effectively prevent the elevation of blood pressure in rats induced by high-fructose and high-salt diet.

**Keywords:** coriander, hypertension, antioxidant, prevention, mean arterial pressure

高血压作为常见的慢性病,已成为发展中国家主要的公共卫生问题。我国高血压调查最新数据显示,2012—2015年成人高血压患病率已达27.9% (标化率23.2%)<sup>[1]</sup>。高血压以动脉血压升高为主要临床表征<sup>[2]</sup>,常常伴随着多种并发症,严重者可能导致心力衰竭、肾衰竭等。高钠饮食、超重和肥胖是高血压发病的主要诱因<sup>[3-4]</sup>,但长期服用降压药物可能带来头疼、耳鸣、恶心等副作用<sup>[1,5]</sup>。目前,有研究表明中药复方制剂可缓解血压升高<sup>[6-7]</sup>,但相关动物实验结果显示:在已经形成高血压的模型动物上加以干预,虽然能够一定程度上缓解有关症状,却难以恢复到正常水平<sup>[8]</sup>。

芫荽又名香菜,是伞形科芫荽属一年生草本植物<sup>[9]</sup>。相关研究显示芫荽含有丰富的雌二醇、雌三醇和黄酮等,具有较强的抗氧化活性<sup>[10]</sup>。大量研究表明,氧化应激与高血压的发病密切相关<sup>[11]</sup>。已有研究证实,芫荽可降低总胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白含量<sup>[12]</sup>。中医学研究也有以芫荽全草入药,用于缓解血压升高的记录<sup>[13]</sup>。但目前尚无直接利用芫荽

改善动物血压的干预实验研究。为此,作者在评估芫荽抗氧化活性基础上,通过构建高果糖高盐饮食诱导的高血压大鼠模型,系统探究芫荽干预对饮食诱导的大鼠血压升高的预防作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

**1.1.1 材料与试剂** 新鲜芫荽:购自西安市长安区华润万家超市;普通标准饲料(以质量分数计)(不含果糖的碳水化合物67%,蛋白质20%,脂肪13%):Envigo公司产品。

**1.1.2 仪器** LGJ-10C冷冻干燥机:北京四环科学仪器厂有限公司产品;KQ-500DB超声波清洗机:昆山市超声仪器有限公司产品;无创血压仪:Kent scientific公司产品。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 芫荽样品制备** 将当日所购新鲜芫荽清洗后置于干净培养皿内,于-20℃放置过夜后冷冻干燥,粉碎后过100目筛网,-20℃保存备用。

**1.2.2 抗氧化能力测定** 研究显示,芫荽黄酮具有较强的抗氧化活性,体积分数 70%乙醇提取物展现出良好的活性效果<sup>[14-15]</sup>,故采用 70%乙醇提取芫荽中活性成分后再通过测定提取物对 DPPH 自由基、羟自由基的清除能力及其还原能力评估芫荽的体外抗氧化活性。参考常馨月等的方法<sup>[16]</sup>并稍做修改。称取芫荽冻干粉 1 g,加入体积分数 70%乙醇浸泡 30 min (料液质量体积比为 1 g:30 mL),室温超声 30 min。于 4 000 r/min 离心 5 min 后取上清液备用。

1) DPPH 自由基清除能力的测定 当体系中有抗氧化剂存在时,DPPH 的乙醇溶液在 517 nm 下的强吸收将减少甚至消失,通过分析吸光值变化判定芫荽醇提物的抗氧化能力。参照文献<sup>[17]</sup>所述的改良方法分析芫荽对 DPPH 的清除能力。将 1 mL 待测芫荽醇提物和 1 mL 新鲜制备的 0.2 mmol/L DPPH 无水乙醇溶液短暂混合,在室温下避光反应 30 min,测定其在 517 nm 处的吸光值。用体积分数 70%乙醇替换芫荽样品,设置为阴性对照。空白对照则用无水乙醇替换 DPPH 溶液。根据公式(1)计算芫荽样品对 DPPH 自由基的清除率。

$$\text{DPPH 自由基清除率}(\%) = \frac{1 - (A_s - A_b)}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $A_s$ 为样品溶液的吸光值; $A_b$ 为空白对照溶液的吸光值; $A_0$ 为阴性对照溶液的吸光值。

2) 羟自由基清除能力的测定 芫荽醇提物的羟基自由基清除效应参照胡晓等<sup>[17]</sup>所述的改良方法测定。将 1 mL 2.5 mmol/L 1,10-邻菲咯啉无水乙醇溶液和 1 mL 待测芫荽醇提物混匀后,加入 1 mL 2.5 mmol/L  $\text{FeSO}_4$  混匀,加入 1 mL 的 20 mmol/L  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,在 37 °C 下保温 90 min 后在 536 nm 处测定其 OD 值,记为  $A_s$ 。用 1 mL 体积分数 70%乙醇替换 1 mL 待测芫荽醇提物,记为  $A_0$ 。以 1 mL 的无水乙醇替换 1 mL 的 2.5 mmol/L 1,10-邻菲咯啉,记为  $A_b$ 。根据公式(2)计算芫荽对羟自由基的清除率。

$$\text{羟自由基的清除率}(\%) = \frac{A_0 - (A_s - A_b)}{A_0} \quad (2)$$

式中: $A_s$ 为样品溶液的吸光值; $A_b$ 为空白对照溶液的吸光值; $A_0$ 为阴性对照溶液的吸光值。

3) 总还原能力测定 芫荽醇提物的总还原能力通过胡晓等<sup>[17]</sup>所述的改良方法测定。取芫荽醇提物 2.5 mL 加入 2.5 mL pH 6.6 的磷酸盐缓冲液(0.2 mol/L),加入 2.5 mL 质量分数 1%铁氰化钾溶液,混

匀后 50 °C 水浴 20 min,取出后迅速冷却至室温。加入 2.5 mL 体积分数 10%三氯乙酸,4 000 r/min 离心 5 min,取 5 mL 上清液加入 1 mL 质量分数 0.1%三氯化铁和 4 mL 蒸馏水后震荡混匀,15 min 后于 700 nm 处测吸光值,记为  $A_s$ 。加入 1 mL 体积分数 70%乙醇替换 1 mL 待测芫荽醇提物,记为  $A_0$ 。加入等量的蒸馏水替换质量分数 1%铁氰化钾、体积分数 10%三氯乙酸和质量分数 0.1%三氯化铁,记为  $A_b$ 。根据公式(3)计算芫荽的总还原能力。

$$\text{还原能力}(\%) = \frac{1 - (A_s - A_b)}{A_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中: $A_s$ 为样品溶液的吸光值; $A_b$ 为空白对照溶液的吸光值; $A_0$ 为阴性对照溶液的吸光值。

**1.2.3 动物实验** 实验采用 32 只健康雄性 SD 大鼠(第四军医大学实验动物中心提供),体质量(185±5) g。大鼠适应性饲养一周后随机分成 4 组,包括正常饲料组(NC)、模型组(M)、芫荽低剂量组(LP)和芫荽高剂量组(HP),每组 8 只。NC 组老鼠的饲养使用标准饲料和普通饮用水,M、LP、HP 3 组老鼠的饮食为高果糖饲料和质量分数 2%盐水。所有大鼠允许自由饮水,实验开始一周后对 LP 组大鼠按 1 g/(kg·d)剂量灌胃芫荽冻干粉溶液,HP 组大鼠按 2 g/(kg·d)剂量灌胃芫荽冻干粉溶液,NC 和 M 组大鼠灌胃等量生理盐水。将大鼠饲养于 12 h 光照、12 h 黑暗的昼夜光变化周期及温度(22±2) °C 的环境下。每天于同一时间记录每组动物摄食量和饮水量,每周于同一时间称重并测量动脉血压。

喂养 7 周后,大鼠腹腔注射质量分数 2%戊巴比妥钠,待大鼠麻醉后心脏取血,处死。收集血液后离心取上层血清,用于测定甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白(LDL-C)和高密度脂蛋白(HDL-C)含量。

**1.2.4 血压测量** 利用无创血压仪测量大鼠尾部收缩压、舒张压及血压平均值。测试前让大鼠体温达到 37.0 °C 并处于黑暗环境。每个样本重复读取 15 个数据,取稳定数值的平均值代表大鼠血压,并据此计算平均动脉压。

$$\text{平均动脉压(kPa)} = \text{收缩压} + \frac{1}{3}(\text{收缩压} - \text{舒张压}) \quad (4)$$

**1.2.5 数据处理** 每个实验重复 3 次取平均值,结果用  $\bar{x} \pm \text{SD}$  表示。采用 SPSS 23.0 对实验数据进行方差分析,采用 GraphPad Prism 8.0 分析软件作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 芫荽体外抗氧化能力评估结果

**2.1.1 芫荽体外 DPPH 自由基清除能力** 芫荽冻干粉经体积分数 70%乙醇超声提取后所得提取物的体外 DPPH 自由基清除能力如图 1 所示。在供试质量浓度范围内,阳性对照维生素 C(VC)的 DPPH 自由基清除率一直维持在较高水平。芫荽醇提物在 0.41~3.30 g/L 范围内,对 DPPH 自由基清除率呈现明显的质量浓度依赖性,其 DPPH 自由基清除能力随质量浓度增大而明显增强。当质量浓度为 3.30 g/L 时芫荽醇提物的 DPPH 清除率达 87.75%,接近同质量浓度下 VC 的 DPPH 自由基清除率(94.42%)。

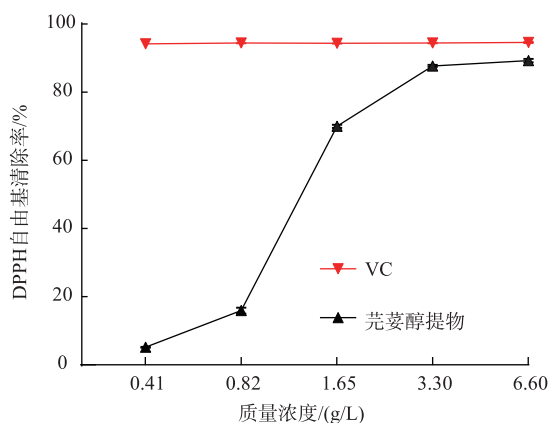


图 1 芫荽醇提物的体外 DPPH 自由基清除能力

Fig. 1 *In vitro* DPPH free radical scavenging ability of ethanolic extract of coriander

**2.1.2 芫荽体外羟自由基清除能力** 如图 2 所示,在供试质量浓度范围内,阳性对照 VC 的羟自由基清除能力均在 75%以上并且保持稳定上升趋势。在 0.41~6.60 g/L 范围内,芫荽醇提物对羟自由基清除能力呈现明显的量效关系,其羟自由基清除能力随质量浓度升高而明显增强。当芫荽醇提物质量浓度为 6.60 g/L 时,其羟自由基清除率达到 76.70%,虽低于同质量浓度下 VC 的羟自由基清除率,但是仍然展现出良好的羟自由基清除能力。

**2.1.3 芫荽体外还原能力** 还原能力是评价天然抗氧化剂抗氧化能力的重要指标。图 3(a)所示为芫荽醇提物和 VC 的还原能力随质量浓度增加的关系结果图,图 3(b)为不同质量浓度芫荽醇提物和 VC 将三价铁还原成二价铁所显示出的颜色变化。芫荽

醇提物的还原能力随着质量浓度的升高显著增强,6.60 g/L 芫荽醇提物的还原能力达 77.43%,0.82 g/L VC 的还原能力达到 87.26%,更高质量浓度的 VC 溶液因反应液颜色过深而未被检测到。

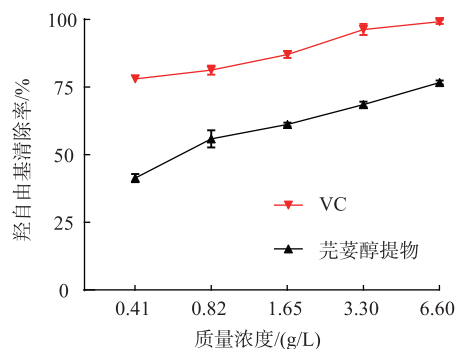


图 2 芫荽醇提物的体外羟自由基清除能力

Fig. 2 *In vitro* hydroxyl radical scavenging ability of ethanolic extract of coriander

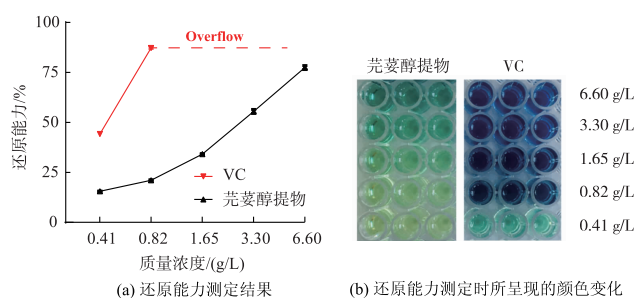


图 3 芫荽醇提物的体外还原能力

Fig. 3 *In vitro* reducing ability of ethanolic extract of coriander

芫荽作为一种天然调味食品,其所含主要活性成分黄酮被证明是芫荽具有抗氧化等生物活性的重要原因<sup>[14]</sup>。实验结果显示,6.60 g/L 芫荽醇提物的 DPPH 自由基清除率、羟自由基清除率和还原能力分别达 89.28%、76.70%和 77.43%。方瑞那等研究发现芫荽中黄酮类物质对 DPPH 自由基清除率最大达 89.70%,对羟自由基清除率最大达 82.49%<sup>[18]</sup>,这与本实验结果基本一致,也说明芫荽具有较强的体外抗氧化活性。

机体在维持正常生命活动过程中会产生多种代谢产物,从而诱导自由基的产生。当自由基在机体内大量聚积时则会损坏正常细胞和组织,从而引发心血管病、肿瘤等慢性疾病<sup>[19]</sup>。有研究表明,机体内多余的活性氧或自由基会损坏肾脏系统,使机体

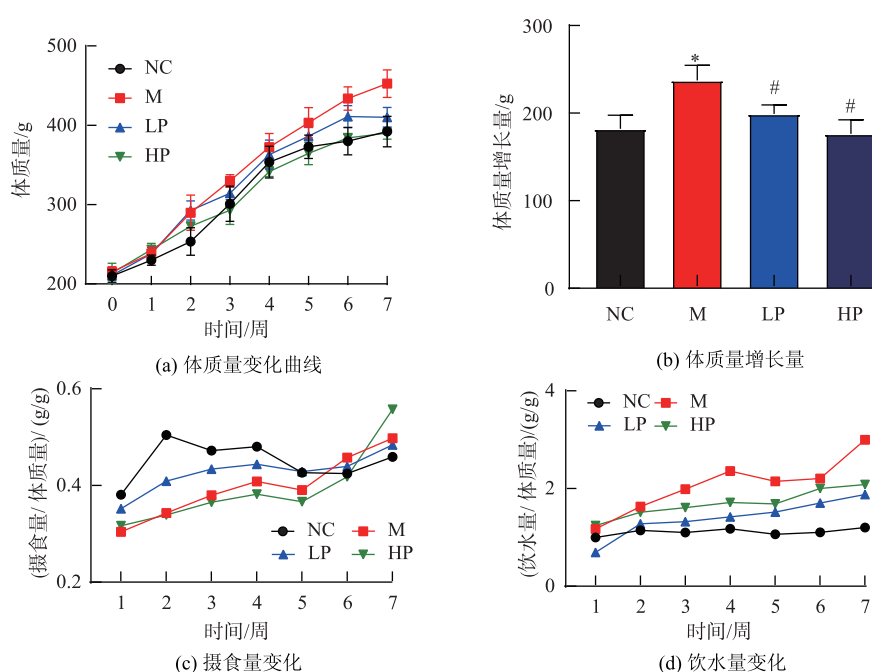


易感于高血压等病症,这也是高血压的一个重要发病机制<sup>[20]</sup>。因此,探寻可有效激活细胞固有抗氧化途径或增强机体抗氧化能力的策略对于保护机体肾脏系统不被破坏、维持钠平衡和正常血压尤为重要<sup>[21]</sup>。近年来,抗氧化应激在心血管疾病防治中的应用引起了国内外众多研究者的关注,事实上,抗氧化剂在高血压临床应用中已取得一定的成效<sup>[20]</sup>。据此推测,具有良好抗氧化能力的芫荽可能具有潜在的降血压和心脑血管保护效应。

## 2.2 芫荽可缓解高糖高盐饮食引起的大鼠体质量增加

由图 4(a)可知,与普通饮食相比,高果糖高盐

饮食诱使大鼠体质量增长速度显著加快,而芫荽干预可明显缓解高糖高盐饮食诱导的大鼠体质量增加。经 8 周喂养后,模型组大鼠的体质量增长量达到 273.30 g,显著高于正常组大鼠(182.10 g),而相较于模型组,低剂量和高剂量芫荽干预后,大鼠的体质量增长量分别下降至 199.00 g 和 176.40 g (见图 4(b), $P<0.05$ )。如图 4(c)所示,在整个实验过程中,4 组大鼠的摄食量缓慢增加,维持相对稳定,且 4 组之间无显著差异。在饮水量方面,模型组大鼠的饮水量明显高于正常组大鼠,而芫荽干预后大鼠饮水量有所下降(见图 4(d))。在整个实验过程中,所有大鼠健康状况稳定,未出现临床不良症状。



\* 表示与 NC 组比较有显著性差异;# 表示与 M 组比较有显著性差异( $P<0.05$ )。

图 4 大鼠的体质量、摄食量与饮水量变化情况

Fig. 4 Changes in body weight, food and water intake of rats

## 2.3 芫荽可降低高糖高盐饮食诱导的大鼠血压升高

高钠饮食、超重和肥胖是我国居民高血压主要的发病危险因素<sup>[3]</sup>。为还原我国居民高血压发病本质,作者利用高果糖高盐饮食构建膳食诱导的高血压模型,同时以高、低两个剂量芫荽冻干粉灌胃大鼠,探究芫荽对膳食诱导血压升高的预防作用。大鼠血压变化情况如图 5 和表 1 所示。实验开始时 4 组大鼠的血压基本保持在同一水平。在整个实验过程中,正常组大鼠的收缩压保持基本稳定(14.0 kPa

左右),模型组大鼠收缩压随时间稳步上升,收缩压超过 18.6 kPa 是比舒张压更重要的心血管疾病(CVD)危险因素<sup>[22-23]</sup>。在第 5 周时模型组大鼠收缩压升高至 19.2 kPa,之后维持基本稳定。而芫荽粉干预后,大鼠血压基本维持在正常水平,未显示明显的升高,提示其可显著降低高糖高盐引起的收缩压升高(见图 5(a))。舒张压监测结果显示,4 组大鼠舒张压并未呈现明显的规律变化,组间无显著性差异(见图 5(b))。大鼠喂养 7 周后,模型组大鼠收缩

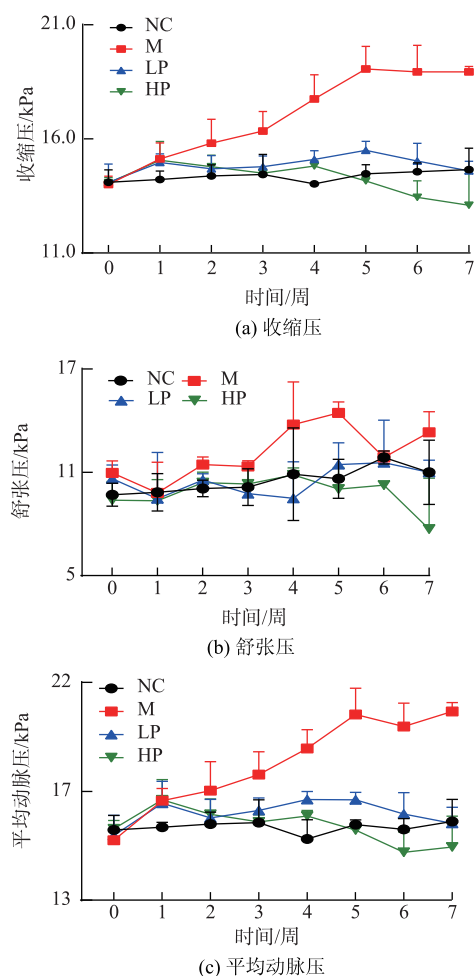


图5 芫荽对大鼠血压的影响

Fig. 5 Effect of coriander on blood pressure of rats

表1 大鼠血压增长量

Table 1 Blood pressure increase of rats

| 项目 | 收缩压增长量/<br>kPa | 舒张压增长量/<br>kPa | 平均动脉压增长<br>量/kPa |
|----|----------------|----------------|------------------|
| NC | 4.47±1.12      | 8.68±1.71      | 3.08±1.73        |
| M  | 39.50±3.54*    | 15.75±1.29*    | 47.34±2.94*      |
| LP | 4.00±2.34#     | 2.50±2.94#     | 4.49±1.83#       |
| HP | -7.83±1.32**   | -12.30±1.50**  | -6.35±1.26**     |

\* 表示与 NC 组比较有显著性差异;# 表示与 M 组比较有显著性差异( $P<0.05$ )。

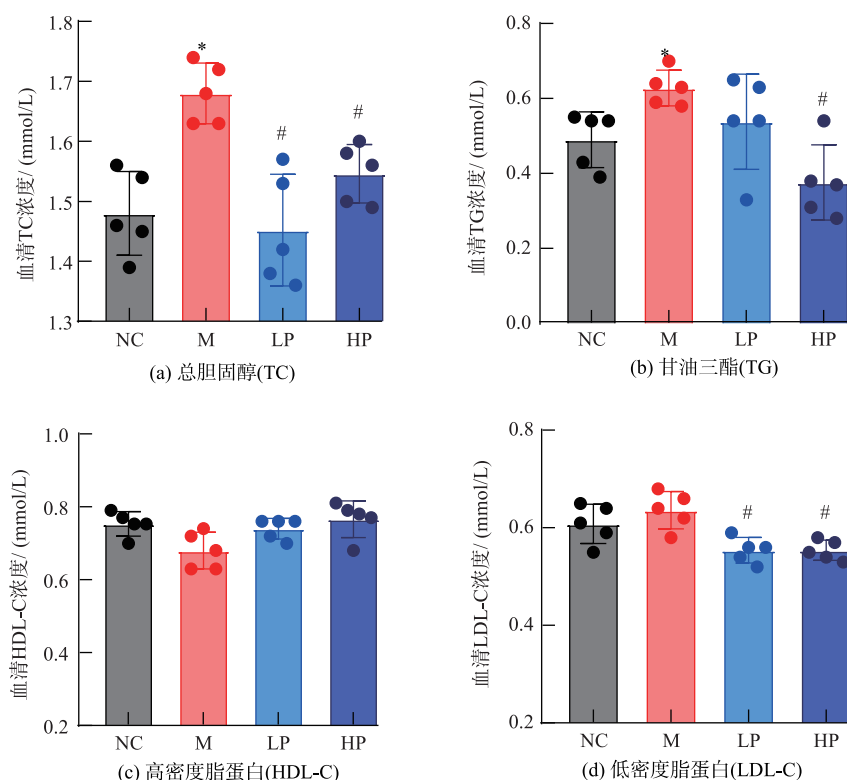
压升高 5.3 kPa, 与 NC 组(0.59 kPa)相比有显著性提高( $P<0.05$ ), 而相较于模型组, 低剂量和高剂量芫荽干预组大鼠收缩压增量分别显著降低至 0.53 kPa

( $P<0.05$ )和-1.04 kPa( $P<0.05$ )。值得注意的是, 大鼠经高剂量芫荽长时间干预后, 与初始血压相比, 其收缩压和舒张压均出现负增长。

平均动脉压(MAP)是指一个心动周期中动脉血压的平均值, 反映心脏的功能以及外周大动脉的阻力情况。在数值上, 平均动脉压更接近收缩压, 但在临床研究上, 平均动脉压相较于单一的舒张压或者收缩压更有意义, 其对于推动血液流向全身各个器官有着重要的作用, 与心、脑、肾血流的供应和分配关联十分密切, 故平均动脉压能为临床治疗提供更多有用的信息<sup>[24]</sup>, 例如在预测高血压患者心血管死亡时, 平均动脉压比收缩压或舒张压更加有效<sup>[25]</sup>。因此, 本实验通过分析平均动脉压的变化情况来评估芫荽粉对高糖高盐饮食诱导血压升高的预防作用。图 5(c)所示为根据收缩压和舒张压测量结果计算得到的大鼠 MAP 结果。4 组大鼠的 MAP 变化趋势与收缩压大致相同。实验过程中正常组大鼠 MAP 始终维持在正常水平。经 7 周喂养后, 模型组大鼠 MAP 则升高至 21.11 kPa, 显著高于 NC 组(15.8 kPa), 而相较于模型组, 高剂量和低剂量芫荽组大鼠 MAP 分别显著下降至 15.7、14.6 kPa, 趋于正常水平。该结果表明芫荽干预可有效减缓高果糖高盐饮食诱导的大鼠平均动脉压升高。值得注意的是, 由试验终点时大鼠的血压数据及血压增长量结果可知, 芫荽的高血压预防效果与其剂量有关, 高剂量芫荽组大鼠的血压下降幅度明显大于低剂量组, 且高剂量组的终点血压略低于正常对照组(见图 5 和表 1)。基于以上结果, 推测芫荽粉对高血压的缓解作用可能存在剂量阈值, 且对于原发性低血压患者而言, 过量的芫荽摄入可能会继续降低其血压水平, 进而加重其眩晕、心悸等症状<sup>[26-27]</sup>, 因此对芫荽的使用剂量及食用过量芫荽是否会加重原发性低血压病情还需要进一步的分析论证。

## 2.4 芫荽可拮抗高糖高盐饮食诱发的 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 的异常改变

除血压变化外, 高血压患者常伴有高脂血症、高血糖等并发症, 因此, 监测血压的同时检测糖脂代谢相关指标对于血压升高症状是否得到缓解具有一定的提示作用<sup>[28-29]</sup>。图 6 所示为大鼠血清中 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 含量, 由图可知, 高果糖高盐饮食喂养的模型组大鼠血清中 TC、TG 和 LDL-C 含量均高于正常组大鼠, HDL-C 含量低于正常组



\*表示与NC组比较有显著性差异;#表示与M组比较有显著性差异( $P<0.05$ )。

图6 芫荽对大鼠血清脂质代谢的影响

Fig. 6 Effect of coriander on serum lipid metabolism in rats

大鼠,其中TC和TG含量展现出显著差异( $P<0.05$ )。而芫荽干预可不同程度地拮抗高糖高盐饮食诱发的TC、TG、HDL-C和LDL-C的异常改变,尤其是,每天摄入2 g/kg芫荽粉显著降低高糖高盐饮食所诱发的大鼠血清TC、TG和LDL-C含量的升高( $P<0.05$ )。基于97例高血压病例和103名正常居民的一项血脂代谢对比研究显示,高血压组TC、TG和LDL-C水平均显著高于正常组( $P<0.05$ ),HDL-C水平则低于正常组,经Pearson相关性检验,TC、TG和LDL-C水平与血压升高症状成正相关,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )<sup>[30]</sup>。实验结果显示,芫荽可显著改善高糖高盐饮食诱发的大鼠脂质代谢异常和体质量增加(见图4和图6)。该系列结果进一步印证了芫荽对高果糖高盐饮食诱导大鼠血压升高的缓解作用。

### 3 结语

芫荽醇提物展现出良好的体外DPPH自由基清除能力、羟自由基清除能力和还原能力。同时动物实验结果表明,芫荽粉可有效缓解高糖高盐饮食诱发的大鼠体质量增加、血压升高和脂质代谢异常。经高果糖高盐饮食喂养7周后的大鼠平均动脉压(21.2 kPa)显著高于正常饲料喂养的大鼠(15.8 kPa),而高剂量和低剂量芫荽粉分别干预7周后,大鼠平均动脉压分别下降至15.7、14.5 kPa,趋于正常水平。综上所述,芫荽具有良好的体外抗氧化能力,并且可有效预防高果糖高盐饮食导致的大鼠血压升高。本研究为开发基于芫荽的有效防治高血压的膳食补充剂或药物提供科学依据。

### 参考文献:

- [1] 中国高血压防治指南修订委员会,高血压联盟(中国),中华医学会心血管病学分会,等.中国高血压防治指南(2018年修订版)[J].中国心血管杂志,2019,24(1):24-56.
- [2] 王松,郭瀛泽,李天舒,等.高盐饮食对尿素通道蛋白B基因缺失小鼠动脉血压的影响及其机制[J].吉林大学学报(医学版),2019,45(5):1052-1057.

- [3] 李静,范利,华琦,等. 中国老年高血压管理指南 2019[J]. 中华高血压杂志,2019,1(2):81-106.
- [4] 张萍. 抗高血压药物副作用的临床观察与护理分析[J]. 中国卫生标准管理,2016,1(2):213-214.
- [5] 张晓燕. 耳穴贴压加针刺治疗高血压[J]. 实用医技杂志,2008,1(18):87-88.
- [6] 王丽,丁玲,胡娟,等. 心肌尔康对 L-NAME 诱导高血压小鼠的降压作用和对靶器官损伤的影响[J]. 安徽医药,2016,20(9):1641-1644.
- [7] VAZQUEZ A, SANCHEZ-RODRIGUEZ E, VARGAS F, et al. Cardioprotective effect of a virgin olive oil enriched with bioactive compounds in spontaneously hypertensive rats[J]. *Nutrients*, 2019, 11(8):1728-1733.
- [8] KOMNENOV D, LEVANOVIH P, ROSSI N. Hypertension associated with fructose and high salt: renal and sympathetic mechanisms[J]. *Nutrients*, 2019, 11(3):569-581.
- [9] 周凌霄,杨荣华,岳富浩. 芫荽的抗菌作用研究[J]. 中国调味品,2001,20(3):19-22.
- [10] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草(第5册)[M]. 上海:上海科技出版社,1999.
- [11] 陈春梅,刘维军. 氧化应激与高血压的论述[J]. 中西医结合心血管病,2017,1(1):1538-1539.
- [12] 陈永存. 芫荽的营养保健功能及药用价值[J]. 现代农村科技,2013,3(6):19-20.
- [13] 江苏新医学院. 中药大辞典. 下册[M]. 上海:上海科学技术出版社,2002.
- [14] 贾洪信. 香菜黄酮的提取优化及其抗氧化活性的初步研究[J]. 中国调味品,2018,43(4):79-84.
- [15] 陈红梅,谢翎. 莲房黄酮微波辅助提取工艺优化及其抗氧化性能[J]. 食品工业科技,2013(4):224-227.
- [16] 常馨月,陈程莉,龚娣,等. 奇亚籽油的研究进展[J]. 中国油脂,2020,45(2):111-116.
- [17] 胡晓,周雅,陈星星,等. 罗非鱼肌浆蛋白源抗氧化肽的制备、分离纯化及其体外抗氧化活性[J]. 食品科学,2020,41(1):1-12.
- [18] 方瑞娜,张婷婷,景静,等. 微波辅助提取香菜中的黄酮及其体外抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发,2018,39(20):75-79.
- [19] APUD G R, VAQUERO M J, ROLLAN G, et al. Increase in antioxidant and antihypertensive peptides from argentinean wines by *Oenococcus oeni*[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2013, 163(2-3):166-170.
- [20] 刘小丽,袁洪,黄志军,等. 抗氧化应激在高血压治疗中的应用[J]. 中国临床药理学与治疗学,2013,18(5):580.
- [21] APURVA, A, JAVKHEDKAR, et al. Resveratrol restored Nrf2 function, reduced renal inflammation, and mitigated hypertension in spontaneously hypertensive rats[J]. *American Journal of Physiology Regulatory Integrative & Comparative Physiology*, 2015, 380(10):840-845.
- [22] CHOBANIAN A V, BAKRIS G L, BLACK H R, et al. The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure[J]. *The Journal of the American Medical Association*, 2003, 289(4):31-32.
- [23] VALKO M, LEIFRITZ D, MONCOL J, et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease[J]. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 2007, 39(1):44-84.
- [24] 邓松青,梁汉锐,黄增辉,等. 不同平均动脉压维持水平对感染性休克患儿急性肾损伤的影响[J]. 锦州医科大学学报,2018,1(4):69-72.
- [25] 吕朵,谢锡绍,张晓辉,等. 腹膜透析患者平均动脉压水平与死亡的关系[J]. 浙江大学学报医学版,2019,48(2):180-185.
- [26] STONE G W, COX D, GARCIA E, et al. Normal flow (TIMI-3) before mechanical reperfusion therapy is an independent determinant of survival in acute myocardial infarction: analysis from the primary angioplasty in myocardial infarction trials[J]. *Circulation*, 2001, 104(6):636-41.
- [27] 谢桂楠,高晟,赵凯,等. 中医治疗低血压的研究进展[J]. 江苏中医药,2018,50(9):79-81.
- [28] ABDELHEHI O, KHEMAKHEM H, NASRI R, et al. Assessment of cholesterol, glycemia control and short- and long-term antihypertensive effects of smooth hound viscera peptides in high-salt and fructose diet-fed wistar rats[J]. *Marine Drugs*, 2019, 17(4):1941-1955.
- [29] 殷晋华. 中老年高血压人群中血脂尿酸水平的相关性及其检验研究[J]. 中国药物与临床,2019,19(11):1902-1903.
- [30] 李向君,闫焱,许秋岩,等. 体重指数与血脂、尿酸、血糖和血压的关联性研究[J]. 医学动物防制,2017,33(10):1103-1106.