

恭城油茶减轻 D-半乳糖致小鼠衰老的氧化应激

牛佳玮¹, 莫玲^{1,2}, 王子铨¹, 李晶晶¹

(1. 桂林医学院公共卫生学院, 广西桂林 541004) (2. 江南大学食品学院, 江苏无锡 214122)

摘要: 通过建立 D-半乳糖致衰老模型, 观察恭城油茶对衰老小鼠氧化应激的影响。KM 小鼠随机分成正常组、衰老模型组、Vc 组 (100 mg/kg)、恭城油茶组 (750 mg/kg)。检测肝脏和肾脏指数, 血清、肝脏和肾脏组织中谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 和总超氧化物歧化酶 (T-SOD) 活性、总抗氧化能力 (T-AOC) 活力以及丙二醛 (MDA) 水平等指标; 制备肝脏和肾脏切片, 观察肝脏和肾脏组织病理变化情况。恭城油茶能显著改善 D-半乳糖造成的肝脏和肾脏指数下降 ($p < 0.05$), 油茶灌胃组肝脏、肾脏指数与衰老组比分别升高了 11.87% 和 25.38%; 明显提高衰老小鼠血清、肝脏和肾脏中 GSH-Px、T-SOD 酶活性和 T-AOC 活力, 同时显著降低 MDA 含量 ($p < 0.05$); 与衰老组相比, 油茶灌胃组肝脏中 GSH-Px、T-SOD 和 T-AOC 分别升高 62.98%、98.35% 和 714.63% ($p < 0.05$), 且 MDA 含量降低了 65.42% ($p < 0.05$); 肾脏中 GSH-Px、T-SOD 和 T-AOC 的增加幅度分别为 119.66%、182.81% 和 155.88% ($p < 0.05$), MDA 水平下降了 74.61% ($p < 0.05$)。切片观察结果显示, 恭城油茶还可缓解衰老小鼠肝脏和肾脏损伤。上述结果表明, 恭城油茶能通过减轻氧化应激来抑制小鼠衰老导致的氧化应激相关肝脏和肾脏器官的损伤。

关键词: 恭城油茶; 衰老模型; 抗衰老作用

文章编号: 1673-9078(2021)04-1-6

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.4.0913

Gongcheng Oil Tea Attenuates Oxidative Stress in D-galactose-Induced Aging Mice

NIU Jia-wei¹, MO Ling^{1,2}, WANG Zi-zeng¹, LI Jing-jing¹

(1. School of Public Health, Guilin Medical University, Guilin 541004, China)

(2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Effect of Gongcheng oil tea on oxidative stress in D-galactose-induced aging mice was investigated. Healthy KM mice of reproductive age were randomly divided into 4 groups: normal control, aging model, Vc groups (100 mg/kg) and Gongcheng oil tea groups (750 mg/kg). The enzyme activity of glutathione peroxidase (GSH-Px) and superoxide dismutase (T-SOD), as well as the total antioxidant capacity (T-AOC) and malondialdehyde (MDA) level in serum, liver and kidney tissue of mice were determined. The pathological changes of liver and kidney tissues were observed. Gongcheng oil tea could significantly improve the liver and kidney indexes of mice that decreased by D-galactose ($p < 0.05$). Compared with those of the aging group, the liver and kidney indexes of the oil tea group increased by 11.87% and 25.38% respectively. Pretreatment with Gongcheng oil tea, the enzyme activities of T-SOD and GSH-Px, as well as T-AOC levels in serum, liver and kidney tissue of mice increased significantly, while MDA production in serum, liver and kidney tissue of mice decreased significantly ($p < 0.05$). Compared with the senescence group, GSH-Px, T-SOD and T-AOC in the liver of oil tea group increased by 62.98%, 98.35% and 714.63%, respectively ($p < 0.05$), and MDA decreased by 65.42% ($p < 0.05$). The activities of GSH-Px, T-SOD and T-AOC in kidney increased by 119.66%, 182.81% and 155.88% ($p < 0.05$), respectively, while MDA decreased by 74.61% ($p < 0.05$). Pathological observation showed that Gongcheng oil

引文格式:

牛佳玮, 莫玲, 王子铨, 等. 恭城油茶减轻 D-半乳糖致小鼠衰老的氧化应激[J]. 现代食品科技, 2021, 37(4): 1-6

NIU Jia-wei, MO Ling, WANG Zi-zeng, et al. Gongcheng oil tea attenuates oxidative stress in D-galactose-induced aging mice [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(4): 1-6

收稿日期: 2020-10-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (31760530); 广西高等学校千名中青年骨干教师培育计划资助 (桂教人[2018]18 号); 广西自然科学基金 (2014GXNSFBA118124; 2016GXNSFAA380031); 桂林医学院科研启动基金项目 (KY2012100)

作者简介: 牛佳玮 (1996-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品营养及功能因子

通讯作者: 李晶晶 (1983-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品营养及功能因子

tea could alleviate liver and kidney damage during aging. The results showed that Gongcheng oil tea could inhibit aging-induced oxidative stress-related liver and kidney injuries in mice by attenuating oxidative stress.

Key words: Gongcheng oil tea; aging model; anti-aging

衰老是不可逆转的生物学过程。衰老伴随的组织器官渐进性功能衰退,是各种慢性疾病(如糖尿病、心血管疾病、神经系统退行性疾病和癌症)的关键诱因^[1]。中国是老年人口数量最多、老龄化速度最快的国家,到2050年我国60岁以上人口预计将增至4.8亿^[2]。老龄化趋势加速将极大提高医疗保健成本,增加社会经济负担,这已成为了中国目前最严重的公共卫生问题之一。衰老的发生不可抗拒,但可以通过运动、饮食和药物干预延缓衰老的进程,其中饮食可能是对健康衰老和延长寿命有重要影响的因素之一^[3-5]。

广西恭城瑶族自治县是中国长寿之乡,恭城油茶是世代居住在山区的瑶族人民为了适应山地潮湿和雾瘴的自然生态环境而发明的特色饮食,具有健脾消食和祛寒湿的功效^[6]。恭城油茶(Gongcheng oil tea)由茶叶、姜、葱须(或蒜)、花生和油等原辅料,经过反复锤碾,加水煮沸而制成,“恭城油茶制作技艺”已被列入非物质文化遗产名录。已有研究表明,恭城油茶富含茶多酚、姜酚、膳食纤维、维生素和矿物质等营养成分,具有抗氧化、降脂护肝、调节糖脂代谢等保健功效^[7-10]。大量的人群研究表明,饮茶可以有效预防衰老相关的疾病,如糖尿病^[11,12],心血管疾病^[13,14]、阿尔茨海默病^[12]等,促进人类健康衰老^[15]。多酚类化合物是茶叶的主要活性物质,已被证实可以明显延长多种模型生物的生命,改善炎症和氧化应激,减轻神经变性,增强或维持衰老过程中的组织器官功能,降低与衰老有关疾病的风险^[16-19]。方志峰等人^[7]的研究发现恭城油茶中茶多酚含量高达1200 mg/kg,超过国家标准规定的茶饮料(绿茶)的茶多酚含量(≥ 500 mg/kg)^[20],其主要活性成分可能是表没食子儿茶素(EGC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)和表儿茶素没食子酸酯(ECG),提示恭城油茶可能具有延缓衰老的作用。然而,目前关于恭城油茶抗衰老作用的研究鲜有报道。本研究通过建立D-半乳糖致衰老小鼠模型模拟人类衰老时的病理变化,观察小鼠脏器指数和肝肾组织的病理学改变,检测血清、肝脏和肾脏组织中谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性以及总抗氧化活力(T-AOC)和丙二醛(MDA)含量的变化,评价恭城油茶对模型小鼠衰老的影响,为有效保护和合理开发该地方特色食品 and 传统文化资源提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

方便恭城油茶(主要原料为茶、姜、葱、茶油和食盐,批号20190120),由广西桂林茶叶科学研究所提供;D-半乳糖,购于北京索莱宝生物科技有限公司;考马斯亮蓝蛋白测定试剂盒、GSH-Px试剂盒、T-SOD试剂盒、T-AOC试剂盒、MDA试剂盒,南京建成生物工程研究所;SPF级KM(昆明)小鼠40只(14~17 g),购于湖南斯莱克景达实验动物有限公司,动物许可证号:SCXK(湘)2016-0002。

1.2 仪器与设备

Biomate3S型紫外可见光分光光度仪,美国Thermo Fisher Scientific公司;L600台式低速自动平衡离心机,湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;LUX型多功能性酶标仪,美国Thermo Fisher Scientific公司;DW-86L828J型医用超低温冰箱,青岛海尔特种电器有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 恭城油茶的制备

方便恭城油茶制作方法(发明专利CN1095220A):取毛峰嫩茶300 g,生姜400 g,葱100 g,混合捣烂,加入100 g精制食盐,拌匀。把100 mL茶油放入锅内,加热待油滚开时,将上述茶、姜、葱、盐混合物导入锅内炒13 min,取出放入烘干机中于100 °C烘20 min,待含水量至5%时取出,即得到干态方便油茶。称取15 g方便油茶,加入200 mL蒸馏水,煮沸后冷却至室温,用于灌胃实验。

1.3.2 动物实验

将小鼠随机分为4组,包括正常组、衰老组、Vc灌胃组(阳性对照组)、恭城油茶灌胃组,每组8只。在SPF级动物房(25±1 °C,湿度60%,光照12 h)饲养一周后开始建模,每日同一时间段给正常组小鼠腹腔注射生理盐水,其余组注射D-半乳糖(120 mg/kg),连续造模4周,每周称重一次,根据小鼠体重调整给药剂量。第5周开始,正常组除继续腹腔注射生理盐水外,每日按照10 mL/kg剂量灌胃蒸馏水;

其余组除继续每日腹腔注射 D-半乳糖外, 衰老模型组每日按照 10 mL/kg 剂量灌胃蒸馏水, Vc 灌胃组和油茶灌胃组每日分别灌胃 10 mL/kg 剂量的 Vc (100 mg/kg) 和恭城油茶 (750 mg/kg), 持续 4 周, 每周称重一次并按照体重调节给药剂量^[21]。

1.3.3 小鼠血清和组织采集

采血前 24 h 禁食, 称重, 乙醚麻醉后立即解剖, 腹主动脉采血, 立即 4 °C, 3000 r/min 离心 15 min, 取上层血清, -80 °C 保存。脱颈处死小鼠后, 取出小鼠肝脏和肾脏并称量, 加入 4 °C 预冷生理盐水制成质量分数为 10% 的组织匀浆, -80 °C 保存待测。

1.3.4 小鼠脏器指数的测定

根据下列公式分别计算肝脏指数和肾脏指数。

脏器指数/(g/kg) = 组织质量(g)/小鼠体质量(kg)

1.3.5 血清和组织中生化指标测定

参照试剂盒说明书测定小鼠肝脏、肾脏和血清中 T-AOC、T-SOD、GSH-Px 活力和 MDA 含量。

1.3.6 小鼠肝脏和肾脏组织病理学观察

小鼠肝脏和肾脏于 10% 福尔马林固定, 病理学检查由桂林医学院附属医学院病理科完成。

1.4 数据处理

采用 Excel 2010 和 SPSS 18.0 软件对数据进行分析处理, 测定结果均以“平均值±标准误”(X±SD) 表示, 各组间的比较采用单因素方差分析, 采用 LSD 法分析差异显著性, 以 $p < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与讨论

2.1 油茶对衰老小鼠脏器指数的影响

表 1 各组小鼠脏器指数

Table 1 Organ indexes of mice in each group (n=8)

组别	肝脏指数/(g/kg)	肾脏指数/(g/kg)
正常组	45.14±1.88	14.60±1.18
衰老组	36.64±2.01 [#]	10.64±1.63 [#]
Vc 灌胃组	43.88±1.04 [★]	13.16±0.91 [★]
油茶灌胃组	40.99±2.15 ^{#★}	13.34±0.48 [★]

注: [#]表示与正常组相比差异显著 ($p < 0.05$); [★]表示与衰老对照组相比差异显著 ($p < 0.05$); [▲]表示与维生素 C 灌胃组相比差异显著 ($p < 0.05$), 表 2-4 相同。

机体衰老时, 组织器官重量的变化可以反映组织器官损伤和机体衰老的程度, 肝脏和肾脏是机体重要的代谢器官, 其质量的下降会直接影响机体的代谢能力^[22]。由表 1 可知, 与正常组相比, 其他组肝脏和肾脏均有不同程度的萎缩现象, 衰老组小鼠肝脏和肾脏

指数显著减少 ($p < 0.05$)。油茶灌胃组肝脏、肾脏指数与正常组比较虽然有所降低, 但与衰老组相比均明显升高 ($p < 0.05$), 肝脏和肾脏指数提升幅度分别为 11.87% 和 25.38%。说明恭城油茶能在一定程度上缓解 D-半乳糖导致的肝脏和肾脏损伤, 对衰老小鼠具有保护作用。

2.2 油茶对衰老小鼠抗氧化水平的影响

2.2.1 油茶对衰老小鼠肝脏抗氧化水平的影响

D-半乳糖可诱导衰老模型动物机体和细胞产生过量自由基, 造成细胞损伤及抗氧化酶活力下降、过氧化产物水平升高, 产生各器官功能衰退, 与机体的自然衰老过程相似^[23]。由表 2 可知, 与正常组相比, 衰老组肝脏中抗氧化酶 GSH-Px 和 T-SOD 活性及 T-AOC 活力都显著降低 ($p < 0.05$), 而过氧化物 MDA 含量显著升高 ($p < 0.05$), 表明衰老模型小鼠体内氧化应激水平明显升高。与衰老组相比, 油茶灌胃组肝脏中 GSH-Px、T-SOD 和 T-AOC 分别升高 62.98%、98.35% 和 714.63% ($p < 0.05$), 且 MDA 含量降低了 65.42% ($p < 0.05$)。林仲仪等^[9]研究发现, 油茶能提高高脂饮食大鼠肝脏抗氧化酶活性, GSH-Px 和 SOD 分别升高 36.39% 和 26.33%, MDA 降低了 23.40%。表明油茶能够提高衰老小鼠肝脏的抗氧化能力, 缓解脂质过氧化反应对大鼠肝脏造成的损伤。

2.2.2 油茶对衰老小鼠肾脏抗氧化水平的影响

肾脏是机体内重要的组织器官, 也是衰老过程中容易受损伤、变化较明显的器官。与衰老组相比 (表 3), 油茶灌胃组能显著提高小鼠肾脏中 GSH-Px、T-SOD 活性及 T-AOC 活力 ($p < 0.05$), 同时显著降低 MDA 含量 ($p < 0.05$)。其中 GSH-Px 和 T-SOD 活性的增加幅度分别为 119.66% 和 182.81%, T-AOC 活力增加了 155.88%, MDA 降低了 74.61%, 且油茶灌胃组的抗氧化酶 GSH-Px、T-SOD 活性显著高于 Vc 灌胃组 ($p < 0.05$), 同时 MDA 含量显著低于 Vc 灌胃组 ($p < 0.05$)。以上结果与韩春明^[24]研究结果相似: 与 D-半乳糖模型组比, 茶多酚高、中剂量处理组的 SOD 和 GSH-Px 活性明显升高, MDA 含量降低 ($p < 0.01$, $p < 0.05$)。这表明恭城油茶可通过减轻氧化应激保护衰老小鼠肾脏的健康, 且效果优于对照药剂 Vc。

2.2.3 油茶对衰老小鼠血清抗氧化水平的影响

由表 4 可见, 与衰老组相比, 油茶灌胃组血清中 GSH-Px、T-SOD 活性和 T-AOC 活力都显著升高 ($p < 0.05$), MDA 含量显著降低 ($p < 0.05$)。油茶灌胃组的抗氧化酶 GSH-Px、T-SOD 活性和 T-AOC 活力比衰老组提高了 133.72%、63.15% 和 43.21%, 同时 MDA

含量比衰老组降低了 44.09%。上述研究结果与林仲仪等^[9]研究中血清指标结果相似：与高脂模型组相比，油茶低、中和高剂量组 SOD 活力的增加幅度分别为 24.22%、27.39%和 40.85%；GSH-Px 活力的增加幅度

分别为 5.56%、16.02%和 27.44%；MDA 含量的降低幅度分别为 8.51%、14.70%和 21.39%。说明油茶具有增强机体抗氧化水平和抗脂质过氧化作用。

表 2 小鼠肝脏中 GSH-Px 和 T-SOD 酶活性以及 T-AOC 和 MDA 水平

Table 2 The enzyme activities of GSH-Px and T-SOD, the levels of T-AOC and MDA in liver of mice (n=8)

组别	GSH-Px/(mol/mg prot)	T-SOD/(U/mg prot)	T-AOC/(U/mg prot)	MDA/(nmol/mg prot)
正常组	511.54±24.06	12.28±2.13	4.79±1.73	3.75±0.47
衰老组	317.95±38.61 [#]	6.07±0.84 [#]	1.64±0.14 [#]	8.85±0.79 [#]
Vc 灌胃组	486.35±69.84 [★]	12.96±0.48 [★]	8.61±2.22 [★]	4.47±0.44 [★]
油茶灌胃组	518.21±97.42 [★]	12.04±0.47 [★]	13.36±2.07 ^{★▲}	3.06±0.96 [★]

表 3 小鼠肾脏中 GSH-Px 和 T-SOD 酶活性以及 T-AOC 和 MDA 水平

Table 3 The enzyme activities of GSH-Px and T-SOD, the levels of T-AOC and MDA in kidney of mice (n=8)

组别	GSH-Px/(mol/mg prot)	T-SOD/(U/mg prot)	T-AOC/(U/mg prot)	MDA/(nmol/mg prot)
正常组	360.13±31.37	6.12±0.42	1.43±0.28	19.04±1.46
衰老组	260.13±12.81 [#]	2.56±0.67 [#]	0.34±0.02 [#]	24.42±2.40
Vc 灌胃组	332.13±43.59 [★]	5.84±1.11 [★]	1.38±0.19 [★]	13.60±2.27 [★]
油茶灌胃组	571.40±70.56 ^{★▲}	7.24±0.51 ^{★▲}	0.87±0.26 ^{★▲}	6.20±1.06 ^{★▲}

表 4 衰老小鼠血清中 GSH-Px 和 T-SOD 酶活性以及 T-AOC 和 MDA 水平

Table 4 The enzyme activities of GSH-Px and T-SOD, the levels of T-AOC and MDA in serum of mice (n=8)

组别	GSH-Px/(mol/mg prot)	T-SOD/(U/mg prot)	T-AOC/(U/mg prot)	MDA/(nmol/mg prot)
正常组	104.35±7.27	177.87±10.08	2.48±0.37	4.65±0.27
衰老组	80.16±15.98 [#]	31.51±4.06 [#]	0.81±0.11 [#]	31.89±4.31 [#]
Vc 灌胃组	116.21±14.89 [★]	94.53±11.41 [★]	1.33±0.25 [★]	6.72±0.53 [★]
油茶灌胃组	187.35±4.74 ^{★▲}	51.41±11.57 ^{★▲}	1.16±0.11 [★]	17.83±1.18 ^{★▲}

2.3 衰老小鼠肝脏、肾脏组织病理学观察

2.3.1 小鼠肝脏组织切片观察

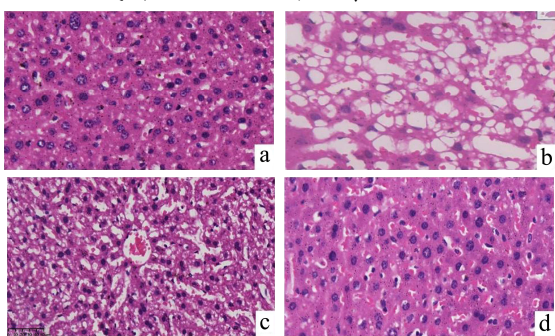


图 1 小鼠肝脏组织病理切片图 (×20)

Fig.1 Histopathological images of mice liver

注：a：对照组；b：衰老组；c：Vc 组；d：油茶组。

D-半乳糖可致衰老模型小鼠肝小叶结构不规整，肝细胞排列紊乱，脂肪样变性较广泛，胞质可见明显疏松、肿胀^[25]。HE 染色结果表明（图 1），油茶能够明显改善衰老小鼠肝细胞形态，减少肝细胞脂肪变性，保护肝脏免受氧化应激损伤。正常组小鼠肝小叶结构完整，肝细胞形态规则，大小、染色均一，肝血

窦结构正常（图 1a）；衰老组小鼠肝脏细胞排列杂乱不均，肝细胞体积增大，细胞结构被破坏，界限不清，胞浆内可见大小不一的脂肪样变性空泡，肝血窦扩张明显（图 1b）；Vc 组小鼠肝脏细胞排列基本有序，形态略有变化，肝细胞病变程度减轻，细胞内脂肪样变性空泡减少（图 1c）；油茶组肝脏组织形态与正常组较相近，肝脏细胞完整趋于正常，肝细胞大小和结构未见明显异常（图 1d）。该研究结果与林仲仪等^[9]报道的，油茶能够缓解高脂饮食大鼠肝脏脂肪变性，减轻肝细胞损伤的发现一致。

2.3.2 小鼠肾脏组织切片观察

肾脏衰老是一个慢性进行性过程，主要涉及到肾小球、肾小管和肾间质功能和结构的改变。肾小球基底膜增厚、系膜增生、肾小球硬化、肾小管萎缩及肾间质纤维化是肾脏衰老的主要组织学特征^[26]。如图 2 所示，正常组小鼠肾小球类圆形且规整，边缘明显，其细胞排列较规整，细胞核颜色较深，肾小管排列整齐，管腔正常（图 2a）；衰老组小鼠肾小球结构异常萎缩，间质大量炎症细胞浸润，肾小管细胞水肿明显，弥漫性空泡样变（图 2b）；Vc 组肾小球类圆形，肾小

管及管腔可辨, 仍可见间质少量炎症细胞浸润, 肾小管细胞水肿, 少量空泡样变(图 2c); 油茶灌胃组肾小球结构形态正常, 肾小管管腔清晰可辨, 空泡性病变更程度较低, 与正常组最接近(图 2d)。肾脏组织病理切片结果表明, 油茶能明显改善肾小管水肿及空泡样变, 对 D-半乳糖所致的肾脏损伤有保护作用。

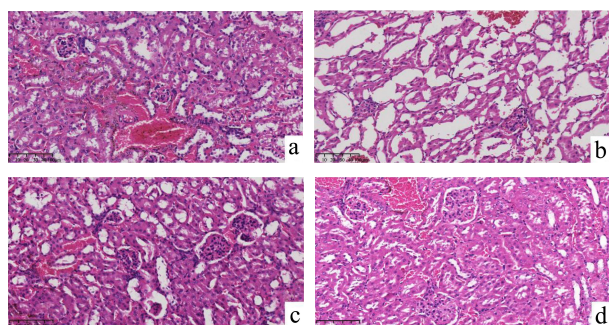


图2 小鼠肾脏组织病理切片图(×20)

Fig.2 Histopathological images of mice kidney

注: a: 对照组; b: 衰老组; c: Vc组; d: 油茶组。

D-半乳糖衰老模型因全面影响细胞的代谢功能和一些重要酶的功能, 所导致的老化较全面, 是一种较为理想的衰老模型^[23]。其机制为 D-半乳糖在醛糖还原酶催化下还原成为半乳糖, 堆积在细胞内形成高渗透压; D-半乳糖经氧化酶氧化分解为 CO₂ 和木酮糖, 同时伴有 O₂ 和过氧化氢的产生, 大量的自由基与体内的生物大分子发生反应, 并破坏或消耗机体抗氧化物质, 导致细胞和组织受损, 加速细胞衰老和死亡^[27]。体内自由基积累过多, 超出机体调节能力, 导致自由基链锁反应诱发脂质过氧化作用, 生成过氧化脂质, 并不断产生自由基, 就易引起的一系列与氧化应激相关的病理生理学变化, 肝脏、肾脏和脑组织为主要受累器官。本实验研究结果与林仲仪等^[9]研究结果表明, 恭城油茶能增强机体抗脂质过氧化能力, 缓解肝脏和肾脏脂肪变性, 对肝脏和肾脏的损伤起到有效的保护作用; 褚广翠等^[8]发现恭城油茶可以显著改善过氧化氢诱导果蝇的氧化损伤, 延长果蝇寿命。然而, 恭城油茶抗衰老作用机制尚不明确, 有待进一步研究与探索。

3 结论

与正常组相比, D-半乳糖致衰老组小鼠血清、肝脏和肾脏中氧化水平升高, 抗氧化水平明显降低; 衰老组小鼠肝脏和肾脏指数显著下降, 且出现明显的脂肪样变性。恭城油茶干预后, 能明显改善 D-半乳糖致衰老小鼠肝脏和肾脏指数的下降; 显著提高衰老小鼠血清、肝脏和肾脏组织中抗氧化酶 GSH-Px、T-SOD 活性和总抗氧化能力(T-AOC), 降低脂质过氧化物

MDA 含量; 肝脏和肾脏组织病理切片结果表明, 恭城油茶能改善衰老小鼠肝脏、肾脏脂肪样变性, 对衰老小鼠肝脏和肾脏的损伤有一定的保护作用。恭城油茶对 D-半乳糖所致小鼠衰老有明显的改善作用, 而这种作用可能是通过增强机体抗氧化能力和抑制氧化应激引起的器官损伤而发生的。上述研究结果为该地方特色食品在延缓衰老和预防衰老相关疾病方面的开发应用提供了实验室依据。

参考文献

- [1] Campisi J, Kapahi P, Lithgow G J, et al. From discoveries in ageing research to therapeutics for healthy ageing [J]. *Nature*, 2019, 571(7764): 183-192
- [2] 闫海春. 人口老龄化对中国经济增长的影响及对策研究[D]. 长春: 吉林大学, 2019
YAN Hai-chun. The impact of population aging on China's economic growth and its countermeasures [D]. Changchun: Jilin University, 2019
- [3] Verburgh K. Nutrigenontology: why we need a new scientific discipline to develop diets and guidelines to reduce the risk of aging-related diseases [J]. *Aging Cell*, 2015, 14: 17-24
- [4] Ma S, Sun S H, Geng L L, et al. Caloric restriction reprograms the single-cell transcriptional landscape of *Rattus norvegicus* aging [J]. *Cell*, 2020, 180(5): 984-1001
- [5] Barardo D, Thornton D, Thoppil H, et al. The drug age database of aging-related drugs [J]. *Aging Cell*, 2017, 16(3): 594-597
- [6] 莫清莲, 王缙, 戴铭, 等. 恭城油茶的药用价值探析[J]. *中国民族民间医药*, 2018, 27(24): 11-14
MO Qing-lian, WANG Jin, DAI Ming, et al. Study on the medicinal value of Gongcheng oil tea [J]. *Chinese Journal of Ethnomedicine and Ethnopharmacy*, 2018, 27(24): 11-14
- [7] 方志峰, 陈玉柱, 李忠友, 等. 广西少数民族特色食品油茶营养成分分析[J]. *食品研究与开发*, 2015, 36(4): 124-126
FANG Zhi-feng, CHEN Yu-zhu, LI Zhong-you, et al. Nutritional composition analysis of Guangxi ethnic characteristic food oil tea [J]. *Food Research and Development*, 2015, 36(4): 124-126
- [8] 褚广翠, 刘文娟, 侯小涛, 等. HPLC-UV-FLD 与显微注射法筛选恭城油茶中的抗氧化成分[J]. *中草药*, 2019, 50(11): 2545-2551
CHU Guang-cui, LIU Wen-juan, HOU Xiao-tao, et al. Screening of anti-oxidant components of Gongcheng tea by HPLC-UV-FLD and micro-injection systems [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2019, 50(11): 2545-2551

- [9] 林仲仪,肖潇,叶文捷,等.油茶对高脂饮食引起大鼠肝损伤的保护作用[J].现代食品科技,2017,33(1):14-19
LIN Zhong-yi, XIAO Xiao, YE Wen-jie, et al. Protective effects of oil tea on hepatic damage induced by high-fat diet in rats [J]. Modern Food Science and Technology, 2017, 33(1): 14-19
- [10] Lin R, He X, Chen H F, et al. Oil tea improves glucose and lipid levels and alters gut microbiota in type 2 diabetic mice [J]. Nutrition Research, 2018, 57: 67-77
- [11] De Amorim L M N, Vaz S R, Cesário G, et al. Effect of green tea extract on bone mass and body composition in individuals with diabetes [J]. Journal of Functional Foods, 2018, 40: 589-594
- [12] Fernando W M A D B, Somanratne G, Goozee K G, et al. Diabetes and Alzheimer's disease: can tea phytochemicals play a role in prevention? [J]. Journal of Alzheimer's Disease, 2017, 59(2): 481-501
- [13] Miller P E, Zhao D, Frazier-Wood A C, et al. Associations of coffee, tea, and caffeine intake with coronary artery calcification and cardiovascular events [J]. The American Journal of Medicine, 2017, 130(2): 188-197
- [14] Kokubo Y, Iso H, Saito I, et al. The impact of green tea and coffee consumption on the reduced risk of stroke incidence in Japanese population: the Japan public healthcenter-based study cohort [J]. Stroke, 2013, 44(5): 1369-1374
- [15] Zeng Y, Chen H, Ni T, et al. Interaction between FOXO1A-209 genotype and tea drinking is significantly associated with reduced mortality at advanced ages [J]. Rejuvenation Research, 2016, 19(3): 195-203
- [16] Si H W, Liu D M. Dietary antiaging phytochemicals and mechanisms associated with prolonged survival [J]. The Journal of Nutritional Biochemistry, 2014, 25(6): 581-591
- [17] Russo G L, Spagnuolo C, Russo M, et al. Mechanisms of aging and potential role of selected polyphenols in extending healthspan [J]. Biochemical Pharmacology, 2020, 173: 113719
- [18] Sharma R, Padwad Y. Perspectives of the potential Implications of polyphenols in influencing the interrelationship between oxi-inflammatory stress, cellular senescence and immunosenescence during aging [J]. Trends in Food Science Technology, 2020, 98: 41-52
- [19] Catana C S, Atanasov A G, Berindan N I. Natural products with anti-aging potential: affected targets and molecular mechanisms [J]. Biotechnology Advances, 2018, 36(6): 1649-1656
- [20] GB/T 21733-2008:中国饮料工业协会技术工作委员会.茶饮料 [S]
- [21] 俞小珍,赵琴,梁莹莹,等.月柿果醋改善 D-半乳糖致衰老小鼠的学习记忆能力[J].现代食品科技,2020,36(4):25-30
YU Xiao-zhen, ZHAO Qin, LIANG Ying-ying, et al. Effects of persimmon vinegar on learning and memory abilities in D-galactose-induced aging mice [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(4): 25-30
- [22] 罗磊,张冰洁,关宁宁,等.金银花叶黄酮对衰老模型小鼠的体内抗氧化作用[J].食品科学,2017,38(19):171-176
LUO Lei, ZHANG Bing-jie, GUAN Ning-ning, et al. *In vivo* antioxidant activity of honeysuckle leaf flavonoids in aging mice [J]. Food Science, 2017, 38(19): 171-176
- [23] Ho S C, Liu J H, Wu R Y. Establishment of the mimetic aging effect in mice caused by D-galactose [J]. Biogerontology, 2003, 4(2): 15-18
- [24] 韩春明,唐东蕾,郑浩,等.茶多酚对 D-半乳糖诱导致大鼠肾脏损害的保护作用及其机制[J].营养学报,2010,32(2):165-169
HAN Chun-ming, TANG Dong-lei, ZHENG Hao, et al. The protective effect of teapolyphenols on renal damage in rats induced by D-galactose and its mechanism [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2010, 32(2): 165-169
- [25] 鞠文博,于春艳,陈建光.D-半乳糖致衰老小鼠模型的实验研究[J].北华大学学报(自然科学版),2015,16(2):199-202
JU Wen-bo, YU Chun-yan, CHEN Jian-guang. Experimental study of aging mice model induced by D-galactose [J]. Journal of Beihua University (Natural Science), 2015, 16(2): 199-202
- [26] Chtis B, Bruno C. The aging kidney: insights from experiment alstudies [J]. Journal of the American Society of Nephrology, 1998, 9: 699-709
- [27] Malaguanera L, Ferlito L, Di Mauro S, et al. Immunosenescence and cancer: a review [J]. Archives of Gerontology and Geriatrics, 2001, 32(2): 77-93