

恭城油茶改善 D-半乳糖致衰老小鼠的认知障碍

张雨萌^{1,2}, 黄娴青^{1,2}, 牛佳玮^{1,2}, 胡丽娜^{1,2}, 李晶晶^{1,2*}, 莫玲^{1,3}

(1. 桂林医学院公共卫生学院, 广西桂林 541199) (2. 广西卫健委全生命周期健康与保健研究重点实验室, 广西环境暴露组学与全生命周期健康重点实验室, 广西桂林 541199) (3. 江南大学食品学院, 江苏无锡 214122)

摘要: 研究恭城油茶对 D-半乳糖致衰老小鼠认知障碍的改善作用。将 KM 小鼠随机分为正常组、衰老模型组、Vc 干预组 (100 mg/kg)、恭城油茶干预组 (750 mg/kg)。Morris 水迷宫实验评价小鼠学习记忆能力; 检测各组小鼠海马体和脑指数; 比色法测定海马体、脑和肠道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) 和丙二醛 (MDA) 水平; 取部分海马体和脑组织制备切片, 观察其病理变化。结果发现, 恭城油茶能显著升高衰老小鼠海马体指数 (35.56%) 和脑指数 (42.16%) ($P < 0.05$); 增加平台象限游泳时间比例 (20.44%) 和平台象限游泳路程比例 (16.10%) ($P < 0.05$); 提高海马体中 GSH-Px (37.95%)、T-SOD (86.83%)、T-AOC 活性 (199.22%) ($P < 0.05$), 降低 MDA 含量 (65.66%) ($P < 0.05$); 增加脑组织中 GSH-Px (331.49%) 和 T-SOD 活性 (177.16%) ($P < 0.05$); 切片结果显示, 恭城油茶可缓解衰老过程中脑部的损伤。综上, 恭城油茶可通过减轻氧化应激改善 D-半乳糖引起的认知障碍。

关键词: 恭城油茶; 衰老模型; 学习记忆能力

文章编号: 1673-9078(2023)04-13-18

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2023.4.0422

Effect of Gongcheng Oil Tea (*Camellia oleifera*) on Cognitive Impairment in D-galactose-induced Aging Mice

ZHANG Yumeng^{1,2}, HUANG Xianqing^{1,2}, NIU Jiawei^{1,2}, HU Li'na^{1,2}, LI Jingjing^{1,2*}, MO Ling^{1,3}

(1.School of Public Health, Guilin Medical University, Guilin 541199, China)

(2.Guangxi Health Commission Key Laboratory of Entire Lifecycle Health and Care, Guangxi Key Laboratory of Environmental Exposomics and Entire Lifecycle Health, Guilin 541199, China)

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

Abstract: The effect of Gongcheng oil tea (*Camellia oleifera*) on cognitive impairment in D-galactose-induced aging mice was investigated in this study. KM mice were randomly divided into four groups: normal group, aging model group, Vc intervention group (100 mg/kg), and *C. oleifera* intervention group (750 mg/kg). The Morris water maze test was used to analyze the learning and memory abilities of the mice, and their hippocampus and brain indices were determined. The activities of glutathione peroxidase (GSH-Px), total superoxide dismutase (T-SOD), and total antioxidant capacity (T-AOC), as well as the malondialdehyde (MDA) level in the hippocampus, brain, and intestinal tissues of mice were determined through colorimetric analysis. Samples of hippocampus and brain tissue were extracted to prepare slices for the observation of pathological changes. The results showed that the hippocampus (35.56%) and brain indices (42.16%) in *C. oleifera* intervention group were significantly higher than those in the aging model group. Pre-treatment with *C. oleifera* significantly increased the proportion of swimming time and swimming distance in the platform quadrant (20.44% and 16.10%, respectively) ($P < 0.05$), increased the activities of GSH-Px (37.95%), T-SOD (86.83%), and T-AOC (199.22%), and decreased MDA content (65.66%) in the hippocampus ($P < 0.05$).

引文格式:

张雨萌,黄娴青,牛佳玮,等.恭城油茶改善 D-半乳糖致衰老小鼠的认知障碍[J].现代食品科技,2023,39(4):13-18.

ZHANG Yumeng, HUANG Xianqing, NIU Jiawei, et al. Effect of Gongcheng oil tea (*Camellia oleifera*) on cognitive impairment in D-galactose-induced aging mice [J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(4): 13-18.

收稿日期: 2022-04-11

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目 (82060099); 广西自然科学基金资助项目 (2014GXNSFBA118124); 桂林医学院科研启动基金项目 (04010140035)

作者简介: 张雨萌 (2001-), 女, 本科生, 研究方向: 预防医学, E-mail: 1345960612@qq.com

通讯作者: 李晶晶 (1983-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品营养及功能性食品, E-mail: lijingjing@glmc.edu.cn

The activity of GSH-Px (331.49%) and T-SOD (177.16%) in the brain tissues of the *C. oleifera* intervention group were higher than that in the aging model group ($P < 0.05$). Analysis of the slices showed that *C. oleifera* could also relieve brain damage during aging. Thus, this study showed that *C. oleifera* can improve cognitive impairment caused by D-galactose, which may be associated with the attenuation of oxidative stress.

Key words: Gongcheng *Camellia oleifera*; aging model; learning and memory ability

认知障碍是老年人群健康的重大威胁之一。全球有超过 5 000 万阿尔茨海默病 (Alzheimer's Disease, AD) 患者, 预计到 2050 年, 全球罹患 AD 的人数将超过 1.31 亿人^[1]。随着全球人口老龄化问题的加剧, AD 的护理和治疗成本将为家庭和社会带来沉重的负担, 也将成为最严重的公共卫生问题之一。目前, 临床上主要使用他克林、多奈哌齐、加兰他敏和美金刚等药物进行治疗, 通过抑制乙酰胆碱酯酶或阻滞 N-甲基-D-天门冬氨酸受体等作用, 可缓解轻微 AD 患者的病情, 但也存患者易产生幻觉、意识混沌、头晕、头痛、疲倦以及急性全身发疹性脓疱病等较为严重的副作用^[2], 改善认知障碍始终是困扰人类的巨大难题。饮食在促进人类健康、预防与衰老相关疾病发生与发展方面的影响重大。研究发现氧化应激是脑老化、轻度认知障碍 (MCI)、AD 和其他脑部疾病的关键诱因^[3,4]。绿茶和姜作为传统食品, 已被证明具有抗氧化、抗炎和神经保护功能, 能改善衰老相关的氧化应激和炎症, 减轻神经变性, 可能有益于阿尔茨海默病^[5,6]和帕金森氏综合症^[7]的治疗。

恭城油茶是以绿茶、生姜和油作为主要原料制作的传统饮食, 是广西瑶族人民在当地高寒、潮湿、瘴气等特殊地理条件下发明的特色饮品, 具有悠久的历史, 其主要活性成分为茶多酚、姜酚和咖啡因等^[8-10]。目前有关恭城油茶的研究包括文化历史研究、成分分析、抗氧化作用、降血脂、抗糖尿病和提供营养等方面^[10-12]。最新的一项横断面调查发现, 食用油茶可能与腹部肥胖以及异常高密度脂蛋白胆固醇的低发生风险有关^[13]。此外, 牛佳玮等^[14]的研究实验表明, 恭城油茶能显著改善 D-半乳糖致衰老小鼠的脂肪样变性, 能有效减轻 D-半乳糖致衰老小鼠的氧化应激作用, 褚广翠等^[9]的研究发现油茶能显著改善过氧化氢诱导果蝇的氧化损伤。但有关油茶改善认知障碍的作用还未见报道。本研究采用 D-半乳糖诱导的衰老小鼠模型, 通过测试小鼠学习记忆能力, 观察海马体、脑组织的病理学改变, 检测海马体、脑组织和肠道组织中氧化还原酶活性, 评价恭城油茶对衰老模型小鼠认知障碍的改善作用, 为该特色饮食在延缓脑老化方面的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

方便恭城油茶 (配料: 绿茶、生姜、葱、盐、茶油), 根据 GB/T 8313-2018^[15]检测油茶中茶多酚的含量为 10.55%, 恭城大江茶叶加工厂生产; D-半乳糖, 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、T-SOD、CAT、T-AOC 和 MDA 试剂盒, 购于南京建成生物工程研究所。

SPF 级雄性昆明 (KM) 3 周龄 (14~17 g) 小鼠, 购自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, 饲养于桂林医学院公共卫生学院动物房 (25 °C ± 1 °C, 湿度 60%, 光照 12 h)。

1.2 仪器与设备

LUX 型多功能性酶标仪, Thermo Fisher Scientific 公司; Biomate3S 型紫外可见分光光度仪, 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; 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。

1.3 方法

1.3.1 恭城油茶的制备

方便恭城油茶粉末: 水 (15 g:200 mL), 加热待沸腾后放至室温备用。

1.3.2 动物实验

40 只 KM 小鼠随机分成四组, 每组 10 只, 参照牛佳玮等^[14]和 Li 等^[16]的方法建立 D-半乳糖致衰老模型 (D-半乳糖剂量 120 mg/kg), 从第 5 周开始, 除继续注射 D-半乳糖外, 开始进行 Vc 和油茶干预, Vc 灌胃剂量为 100 mg/kg, 恭城油茶灌胃剂量为 750 mg/kg (均按体质量计算), 持续干预 4 周, 每周监测记录体质量变化, 以此为根据调整药剂剂量。

1.3.3 Morris 水迷宫实验

油茶持续干预 4 周后, 参考研究报道^[17,18]的方法对各组小鼠进行测试。行定位航行实验, 记录 2 min

内动物到达水中平台用时, 撤除水中平台后进行空间探索实验, 记录小鼠 1 min 内找到水中平台的初始角度、次数、游泳速度以及游泳距离。

1.3.4 小鼠组织采集

小鼠解剖前 24 h 禁食禁水, 腹腔注射 1% (m/m) 戊巴比妥钠麻醉后, 将小鼠置于冰上取出小鼠海马体、脑和小肠组织并快速放于 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱保存。

1.3.5 小鼠脏器指数的测定

根据公式 (1) 分别计算海马指数和脑指数。

$$A = \frac{m_1}{m} \quad (1)$$

式中:

A——脏器指数, g/kg;

m_1 ——组织质量, g;

m ——小鼠体质量, kg。

1.3.6 小鼠组织中生化指标测定

取一定量的海马体、脑组织和肠道组织分别加入 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 预冷生理盐水制备质量分数 10% 的组织匀浆, 经 $3\ 500\ \text{r/min}$ 离心 15 min 后, 取上清液, 测定 T-AOC、T-SOD、CAT、GSH-Px 活力和 MDA 含量, 遵照说明书步骤测定上述各生化指标。

1.3.7 小鼠海马体和脑组织病理学观察

取海马体和脑组织相同部位, 用质量分数 10% 福尔马林固定, 送往桂林医学院第一附属医院病理科完成 HE 染色及病理学检查。

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 \pm 标准差表示, 各组间

的比较采用单因素方差分析, 差异显著性采用 LSD 法分析, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与讨论

2.1 油茶对衰老模型小鼠脏器指数的影响

脑组织质量是反映机体神经组织在衰老过程中变化的重要指标之一^[19]。由表 1 可以发现, 衰老组脑指数均显著低于正常组, 海马体指数和脑指数分别降低了 43.04% 和 31.25% ($P < 0.05$)。同 Zhu 等^[20]的实验数据进行对比, 模型组脑指数较典型组下降 40.08% ($P < 0.05$), 说明 D-半乳糖对小鼠海马体、脑组织造成了一定损伤。与衰老组相比, Vc 和油茶干预组逆转了海马体和脑指数的下降, 海马体指数分别升高了 24.44% 和 35.56% ($P < 0.05$), 脑指数分别提高了 19.32% 和 42.16% ($P < 0.05$), 说明油茶可有效减轻 D-半乳糖引起的脑损伤。

表 1 各组小鼠脏器指数

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

组别	海马体指数(g/kg)	脑指数(g/kg)
正常组	1.58 \pm 0.24	13.63 \pm 0.95
衰老组	0.90 \pm 0.10 [#]	9.37 \pm 0.76 [#]
Vc 灌胃组	1.12 \pm 0.15 ^{**}	11.18 \pm 1.06 ^{**}
油茶灌胃组	1.22 \pm 0.19 ^{**}	13.32 \pm 1.81 ^{*\circ}

注: [#]与正常组比较差异显著, $P < 0.05$; ^{*}与衰老对照组比较差异显著, $P < 0.05$; ^{\circ} 油茶灌胃组与维生素 C 灌胃组比较差异显著, $P < 0.05$ 。下表同。

2.2 油茶对衰老模型小鼠学习记忆能力的影响

表 2 油茶对小鼠寻找平台潜伏期的影响

Table 2 Effect of oil tea on escape latency of mice ($X \pm SD, n=8$)

组别	逃避潜伏期/s			
	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
正常组	48.90 \pm 5.78	38.29 \pm 1.98	34.89 \pm 5.35	32.18 \pm 8.38
衰老组	46.18 \pm 3.38	43.74 \pm 3.37	37.67 \pm 7.92	34.52 \pm 5.93
Vc 灌胃组	38.80 \pm 1.81	42.23 \pm 1.61	35.74 \pm 2.33	28.57 \pm 3.28
油茶灌胃组	43.37 \pm 3.60	40.01 \pm 3.18	38.78 \pm 1.48	28.52 \pm 7.42

表 3 油茶对小鼠空间探索能力的影响

Table 3 Effect of oil tea on spatial probe abilities of mice ($X \pm SD, n=8$)

组别	穿越平台次数/次	初始角度/ $^{\circ}$	平台象限游泳时间比例/%	平台象限游泳路程比例/%
正常组	1.60 \pm 0.89	0.60 \pm 0.43	38.20 \pm 12.42	39.61 \pm 9.49
衰老组	0.60 \pm 0.54	1.50 \pm 0.20 [#]	24.35 \pm 5.83	24.37 \pm 6.68 [#]
Vc 灌胃组	2.00 \pm 1.00 [*]	0.70 \pm 0.31	41.66 \pm 8.05 [*]	37.82 \pm 7.31 [*]
油茶灌胃组	0.67 \pm 0.58 ^{\circ}	0.74 \pm 0.64 [*]	44.79 \pm 10.32 [*]	40.47 \pm 9.41 [*]

由表 2 可知,与衰老组相比较,油茶组在第 4 天寻找平台潜伏期的时间缩短了 6 s,但差异不显著 ($P>0.05$)。表 3 结果显示,衰老组小鼠进入平台区域的初始角度比正常组小鼠大 0.90° ($P<0.05$),且平台象限游泳路程比例较正常组小鼠降低了 38.48% ($P<0.05$),说明造模成功。经 Vc 干预后,与衰老组相比小鼠穿越平台次数增加了 1.40 次 ($P<0.05$),平台象限游泳时间比例增加 17.31% ($P<0.05$),平台象限游泳路程比例增加了 13.45% ($P<0.05$);油茶干预后,与衰老组小鼠相比,小鼠平台穿越次数增加了 0.07 次 ($P>0.05$),小鼠的进入平台初始角度减小了 0.76° ($P<0.05$),平台象限游泳时间比例以及平台象限游泳路程比例分别延长了 20.44% 和 16.10% ($P<0.05$),说明油茶对衰老小鼠空间记忆障碍具有改善作用。He 等^[21]的研究发现,经过表没食子酸甘油酯 (EGCG) 的干预后,其逃避时间明显比 D-半乳糖模型组降低,表明 EGCG 改善了 D-半乳糖诱导的衰老模型小鼠的学习和记忆,而 EGCG 是油茶中主要的多酚类化合物,该研究结果与本实验结果相似。Yang 等^[22]的研究通过穿梭箱回避实验、旷场实验以及高架十字迷宫实验等发现绿茶中茶多酚缓解了睡眠剥夺 (S-DEP) 小鼠学习能力受损,研究发现茶多酚可以通过 TNF α /AMPA 依赖性途径防止 S-DEP 诱导的认知障碍。

2.3 油茶对衰老模型小鼠海马体和脑组织生化指标的影响

D-半乳糖会增加动物模型自由基生成、降低机体抗氧化能力、促使各器官功能衰退等,能够很好的模拟机体自然衰老过程^[23]。根据表 4 结果可知,与正常组相比,衰老组海马体中 GSH-Px 降低了 32.12% ($P<0.05$),T-AOC 降低了 70.14% ($P<0.05$);经 Vc 干预后,与衰老组相比,海马体中 GSH-Px 和 T-AOC 均显著升高,分别升高了 47.83% 和 234.88% ($P<0.05$),而 MDA 含量降低了 75.03% ($P<0.05$);经油茶干预后,海马体中 GSH-Px、T-SOD 和 T-AOC 均显著增加,与衰老组相比分别升高 37.95%、86.83% 和 199.22% ($P<0.05$),而 MDA 含量降低了 65.66% ($P<0.05$)。

He 等^[21]的实验数据表明,EGCG 能在一定程度上改善小鼠脑部免受 D-半乳糖诱导的氧化损伤。与模型组相比,EGCG 在 2 mg/(kg d) 的浓度下,小鼠海马中 GSH-Px 和 T-SOD 活性均显著升高,分别升高了 30.50% 和 23.87% ($P<0.05$);在 6 mg/(kg d) 的浓度下,EGCG 组小鼠的海马中 GSH-Px 和 T-SOD 活性分别升高了 18.79% 和 21.73% ($P<0.05$);而 EGCG 在 2 mg/(kg d) 和 6 mg/(kg d) 干预剂量下,均可显著降低 MDA 含量 ($P<0.05$),与本文研究结果相近。Kochman 等^[24]的研究也表明,食用绿茶是一种促进头脑清晰和认知功能的有效饮食干预,其中 EGCG 抑制脂多糖 (LPS) 诱导的活性氧的产生,提示 EGCG 是炎症介导的神经系统疾病中有效的神经保护剂,EGCG 的摄入可增强认知功能,改善胰岛素敏感性,减少大脑中淀粉样蛋白 β 的产生,从而减少神经炎症并预防与神经退行性疾病相关的神经病理学,包括阿尔茨海默病。

表 4 小鼠海马体中 GSH-Px 和 T-SOD 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 hippocampus 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	397.17 \pm 33.24	28.32 \pm 8.63	4.32 \pm 0.65	6.40 \pm 2.28
衰老组	269.61 \pm 20.09 [#]	14.35 \pm 4.04	1.29 \pm 0.21 [#]	26.79 \pm 5.58
Vc 灌胃组	398.56 \pm 25.25 [*]	21.91 \pm 0.76	4.32 \pm 0.48 [*]	6.69 \pm 0.96 [*]
油茶灌胃组	371.94 \pm 88.41 [*]	26.81 \pm 5.05 [*]	3.86 \pm 1.28 [*]	9.20 \pm 6.00 [*]

表 5 小鼠脑组织中 GSH-Px 和 T-SOD 活性以及 T-AOC 和 MDA 水平

Table 5 The enzyme activities of GSH-Px and T-SOD, the levels of T-AOC and MDA in brain tissue 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	542.04 \pm 49.84	14.67 \pm 2.55	2.75 \pm 0.34	10.90 \pm 0.86
衰老组	261.88 \pm 15.01 [#]	8.80 \pm 1.25 [#]	2.28 \pm 0.13	20.02 \pm 6.13 [#]
Vc 灌胃组	500.83 \pm 11.88 [*]	11.27 \pm 0.70 [*]	2.88 \pm 0.11	10.47 \pm 3.38 [*]
油茶灌胃组	1129.99 \pm 31.02 ^{#*o}	24.39 \pm 2.44 ^{#*o}	2.08 \pm 0.42	16.62 \pm 1.24 ^{#o}

表 5 可见,与正常组相比,衰老组脑部 GSH-Px 降低了 51.69% ($P<0.05$),T-SOD 显著降低 40.01% ($P<0.05$),而 MDA 含量升高了 83.67% ($P<0.05$);

与衰老组相比,Vc 灌胃组脑部 GSH-Px 和 T-SOD 均显著升高,分别升高了 91.24% 和 28.07% ($P<0.05$),而 MDA 含量降低了 47.70% ($P<0.05$);油茶干预后

脑组织中 GSH-Px 和 T-SOD 分别增加了 331.49% 和 177.16% ($P < 0.05$), 且 MDA 水平下降了 16.98% ($P < 0.05$), 且改善效果明显优于阳性对照药剂 Vc 干预组。上述实验数据表明, 油茶能通过提升衰老小鼠海马体和脑组织的抗氧化能力, 减轻 D-半乳糖对脑部的损伤。

2.4 衰老模型小鼠海马体、脑组织病理学观察

海马体是脑部负责学习记忆的区域。图 1 可见, 正常组海马体 (图 1a) 锥体细胞排列十分紧密, 细胞核圆而大, 核仁清晰; 衰老组 (图 1b) 锥体细胞和神经元细胞排列相对稀疏、杂乱, 可见核固缩现象^[25]。由图 2 可以看到, 与正常组相比, 衰老组小鼠大脑皮质神经细胞排列疏松、着色变浅, 数量明显变少, 出现空泡样变 (图 2b); 油茶干预组与衰老组比较, 海马体空泡样变情况明显改善 (图 1d); 大脑皮层神经

细胞数量有所增多 (图 2d)。图 1 和图 2 病理切片结果说明, 油茶干预明显改善 D-半乳糖诱导的海马体和脑组织病理变化。

2.5 油茶对衰老模型小鼠肠道组织生化指标的影响

膳食多酚主要被小肠消化吸收, 多项研究证实, 多酚化合物可以明显改善衰老相关的氧化应激和炎症, 调节肠道菌群, 降低神经退行性疾病的风险^[26,27]。表 6 可见, 与衰老组比较, 油茶干预组肠道组织中 GSH-Px、和 CAT 分别增加了 4.91%、和 92.57%, 且 MDA 水平降低了 9.67%, 但无显著性差异 ($P > 0.05$), 而 T-SOD 相比衰老组显著增加了 588.43% ($P < 0.05$), 表明油茶能在一定程度上提高模型小鼠肠道的抗氧化能力。

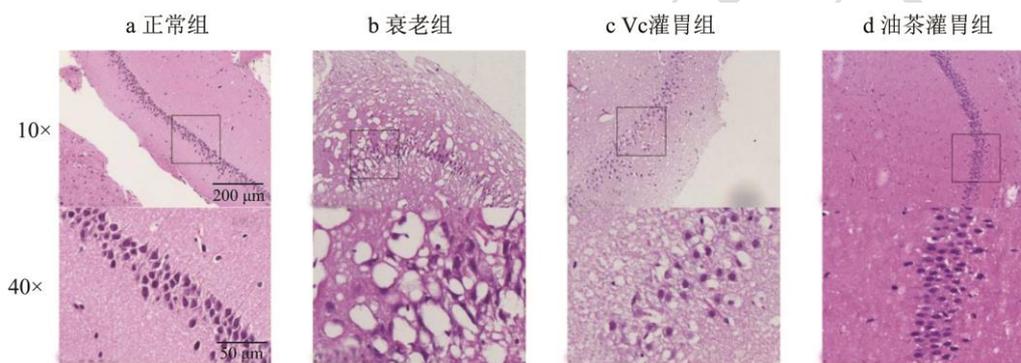


图 1 小鼠海马组织病理切片图

Fig.1 Histopathological images of mice hippocampus

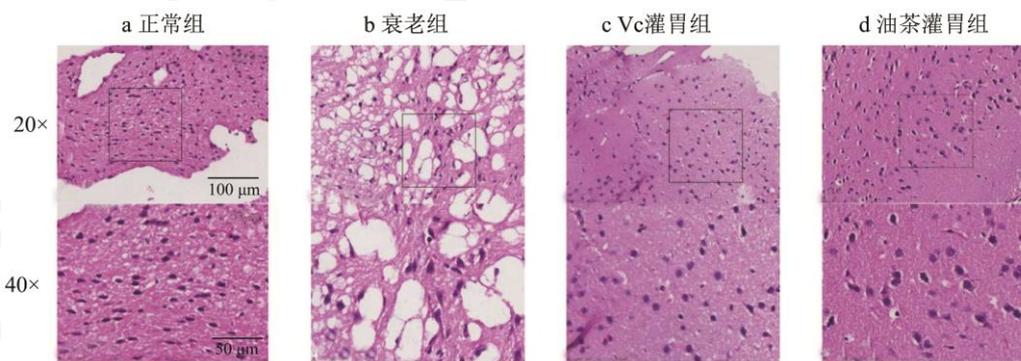


图 2 小鼠脑组织病理切片图

Fig.2 Histopathological images of mice brain tissue

表 6 小鼠肠道组织中 GSH-Px 和 T-SOD 活性以及 CAT 和 MDA 水平

Table 6 The enzyme activities of GSH-Px and T-SOD, the levels of CAT and MDA in intestinal tissue of mice (n=8)

组别	GSH-px/(mol/mg prot)	T-SOD/(U/mg prot)	CAT/(U/mg prot)	MDA/(nmol/mg prot)
正常组	266.89±178.90	120.31±49.65	328.82±89.71	63.79±28.82
衰老组	202.07±66.96	85.30±37.52	309.43±103.22	68.02±9.08
Vc 灌胃组	303.07±124.18	144.36±17.59	756.24±352.41 ^{##}	74.19±7.33
油茶灌胃组	211.99±113.35	153.12±110.89	510.92±153.46	61.44±23.42

3 结论

经过连续 4 周的恭城油茶干预, D-半乳糖衰老模型小鼠的海马体、脑指数明显升高, 脑组织的抗氧化酶(GSH-Px 和 T-SOD)活性显著升高, MDA 含量显著下降, 说明恭城油茶具有减轻脑部氧化应激的作用。海马体和脑组织病理学观察可见, 模型小鼠海马区锥体细胞和大脑皮质神经细胞的变性及空泡情况得到改善, 表明恭城油茶对 D-半乳糖诱导的脑损伤具有保护作用。上述研究结果为该特色饮食在预防脑老化及改善认识衰退方面的应用提供了实验室依据, 但相关作用机制仍有待深入的研究。

参考文献

- [1] Gill L, Jonathan H, Andrew S, et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the lancet commission [J]. *The Lancet*, 2020, 396(10248): 413-446.
- [2] 王佳杰,王新童,李远恒,等.用于改善认知障碍的靶向 $\alpha 7$ 型尼古丁乙酰胆碱受体正向变构调节剂的研发现状[J].*药学进展*,2020,44(8):573-587.
- [3] Sparkman N L, Johnson R W. Neuroinflammation associated with aging sensitizes the brain to the effects of infection or stress [J]. *Neuroimmunomodulation*, 2008, 15(4-6): 323-330.
- [4] Abha C, Ved C. Beneficial effects of walnuts on cognition and brain health [J]. *Nutrients*, 2020, 12(2): 550-550.
- [5] Verburgh K. Nutrigenetics: 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(1): 17-24.
- [6] 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.
- [7] BarardoD, Thornton D, Thoppil H, et al. The drug age database of aging-related drugs [J]. *Aging Cell*, 2017, 16(3): 594-597.
- [8] 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.
- [9] 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*,2019,11:2545- 2551.
- [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] 莫清莲,王缙,戴铭,等.恭城油茶的药用价值探析[A].*中国民族民间医药*,2018,27(24):11-14.
- [12] 李忠友,方志峰,唐振柱,等.广西饮用油茶地区居民血脂异常影响因素分析[A].*公共卫生与预防医学*,2017,28(3):87- 90.
- [13] Cai J S, Liu S Z, LiY, et al. Effects of oil tea on obesity and dyslipidemia: A cross-sectional study in China. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy* [J]. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 2021, 14: 3173-3185.
- [14] 牛佳玮,莫玲,王子程,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.
- [15] GB/T 8313-2018,茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法[S].
- [16] Li J J, Mo L, Song J L. Improvement effect of *ficus vasculosa* ethanol extract on D-galactose-induced mice aging [J]. *Natural Product Communications*, 2019, 14(12): 1-7.
- [17] 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):25-30,8.
- [18] 田勇,周督,邹双忆,等.昆仑雪菊水溶性黄酮提取物对 D-半乳糖致衰老小鼠学习记忆障碍的改善作用[J].*食品科学*, 2019,40(1):162-168.
- [19] 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.
- [20] Zhu K, Zeng X F, Tan F, et al. Effect of insect tea on D-galactose-induced oxidation in mice and its mechanisms [J]. *Food Science & Nutrition*, 2019, 7(12): 4105-4115.
- [21] He M, Zhao L, Wei M J, et al. Neuroprotective effects of (-)-epigallocatechin-3-gallate on aging mice induced by D-galactose [J]. *Biol Pharm Bull*, 2009, 32(1): 55-60.
- [22] Yang H, Xie J, Mu W, et al. Tea polyphenols protect learning and memory in sleep-deprived mice by promoting AMPA receptor internalization [J]. *Neuroreport*, 2020, 31(12): 857-864.
- [23] Ho S, Liu J, Wu R. Establishment of the mimetic aging effect in mice caused by D-galactose [J]. *Biogerontology*, 2003, 4(1): 15-18.
- [24] Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, et al. Health benefits and chemical composition of matcha green tea: a review [J]. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 2020, 26(1): 85.
- [25] 苗明三,彭孟凡,刘保松,等.五味子粉对 D-半乳糖致小鼠衰老模型的影响[J].*中草药*,2018,49(13):3074-3081.
- [26] Wu M, Luo Q Y, Nie R X, et al. Potential implications of polyphenols on aging considering oxidative stress, inflammation, autophagy, and gut microbiota [J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2020, 61(13): 1-19.
- [27] Mithul Aravind S, Wichienchot S, Tsao R, et al. Role of dietary polyphenols on gut microbiota, their metabolites and health benefits [J]. *Food Research International*, 2021, 142: 110189.