

研究报告

知母、天麻等混合水提物对小鼠认知的影响

龚伟¹,侯占军²,荣波¹,袁可¹,李世芬¹,王钟悦¹,雷娟³

(1. 南京医科大学公共卫生学院, 江苏南医大卫生检测中心, 江苏南京 211166; 2. 北京中关村科技发展(控股)股份有限公司, 北京 100050; 3. 北京福太明生物科技有限公司, 北京 100050)

摘要:目的 观察知母、天麻、益智仁、茯苓混合水提物(CGTI)对东莨菪碱所致记忆障碍小鼠认知能力的影响, 并研究CGTI的安全性。方法 雄性昆明小鼠100只, 根据体质量随机分为I、II组, 每组小鼠分为5个剂量组即空白对照组、模型对照组、混合水提物3个剂量组[225、450、900 mg/(kg·BW/d)], 每组10只。行为学测试开始前30 min, 氢溴酸东莨菪碱腹腔注射诱发小鼠记忆障碍模型。各组小鼠行为学实验结束后取海马组织测AChE活性, 同时进行海马组织病理形态观察。结果 模型组小鼠错误次数及海马组织中AChE活性均显著高于空白对照组($P<0.05$), 逃避潜伏期、目标象限停留时间、穿越平台次数、新物体识别指数均显著低于空白对照组($P<0.05$)。CGTI干预后, 450、900 mg/(kg·BW/d)组错误次数显著低于模型组, 逃避潜伏期显著高于模型组($P<0.05$)。450、900 mg/(kg·BW/d)组目标象限停留时间、穿越平台次数和识别指数均显著高于模型组($P<0.05$)。450、900 mg/(kg·BW/d)组的AChE活性显著低于模型对照组($P<0.05$)。CGTI剂量组小鼠海马组织病理形态观察结果出现明显海马神经元保护作用。结论 CGTI能有效改善记忆障碍模型小鼠的学习记忆能力。

关键词:知母; 天麻; 益智仁; 茯苓; 行为学实验; 记忆改善

中图分类号: R155

文献标识码: A

文章编号: 1004-8456(2025)09-0805-06

DOI: 10.13590/j.cjfh.2025.09.002

The effect of mixed water extracts of Anemarrhena asphodeloides and Gastrodia elata on cognition in miceGONG Wei¹, HOU Zhanjun², RONG Bo¹, YUAN Ke¹, LI Shifen¹, WANG Zhongyue¹, LEI Juan³

(1. School of Public Health of Nanjing Medical University, Jiangsu Nanyida Toxicology Testing Center, Nanjing Medical University, Jiangsu Nanjing 211166, China; 2. Beijing Centergate Technologies (Holding) Co., Beijing 100050, China; 3. Beijing Futaiming Biotechnology Co., Beijing 100050, China)

Abstract: Objective Observe the effect of (Mixed aqueous extract of Anemarrhena Rhizoma, Gastrodiae Rhizoma, Alpiniae Oxyphyllae Fructus and Poria Cocos, CGTI) on the cognitive ability of mice with memory impairment induced by scopolamine. **Methods** One hundred male Kunming mice were divided into two groups (Groups I and II) according to their body weights, each group was further divided into five subgroups, a blank control group, a model control group, and three dosage groups of CGTI [225, 450, 900 mg/(kg·BW/d)]. Thirty minutes before the beginning of the behavioral test, scopolamine hydrobromide was intraperitoneally injected to induce the memory impairment model in mice. After the behavioral experiments, the hippocampal tissue was taken to measure the activity of AChE, and pathological morphological observations of the hippocampal tissue were made. **Results** The number of errors in darkness avoidance experiment and the activity of AChE in the hippocampus of the model group were significantly higher than those of the blank control group ($P<0.05$), and the avoidance latency, target quadrant residence time, number of crossing platforms and recognition index were significantly lower than that in the blank group ($P<0.05$). The number of errors in the 450 and 900 mg/kg dose groups was significantly lower than that in the model group, and the escape latency was significantly higher than that in the model group ($P<0.05$). The residence time in the target quadrant, the number of times traversing the platform, the recognition indices were significantly higher in the 450 and 900 mg/kg dose groups than in the model group

收稿日期: 2025-09-24

作者简介: 龚伟 男 实验师 研究方向为动物医学 E-mail: gongokwei@163.com

通信作者: 雷娟 女 高级工程师 研究方向为中药制剂和保健食品开发 E-mail: leiajuan@163.com

($P<0.05$)。The AChE activity in the 450 and 900 mg/kg dose groups were significantly lower than that in the model control group ($P<0.05$)。The pathological morphology observation results of hippocampal tissue in the dose groups showed significant protective effects on hippocampal neurons. **Conclusions** CGTI can effectively improve the learning and memory abilities of mice with memory impairment models.

Key words: Common Anemarrhena Rhizome; gastrodia; tonifying intellect seed; Indian bread; behavioral experiment; memory improvement

记忆是人脑在接受大量的信息、经验和行动时所进行的一种连续的表达,是一种时刻进行“编码”或“学习”的机制^[1]。通过这种机制,人的大脑才能将信息保存下来,其中海马体已经被认为是建构陈述性记忆的关键^[2]。遗传、情绪、疲劳、饮食等都会影响记忆,而饮食营养又是影响记忆的主要因素^[3]。

知母为百合科植物知母的干燥根茎,其有效成分知母皂苷具有明显提高学习记忆能力^[4]。天麻为兰科植物天麻的干燥块茎。天麻提取物具有明显提高器质性痴呆大鼠的学习记忆能力,通过提高氧化应激和神经递质水平达到改善学习记忆的效果^[5]。益智仁为姜科植物益智的果实,具有缓解脂多糖诱导的小鼠学习和记忆障碍的功效,对神经病理性炎症及阿尔茨海默病具有一定的疗效^[6]。茯苓为多孔菌科真菌茯苓的干燥菌核,茯苓水提取物对中枢胆碱能神经系统有明显的调节作用,并可通过调节脑内胆碱能系统,抑制氧化应激,提高小鼠的学习记忆能力^[7]。

本研究在给予小鼠知母、天麻、益智仁、茯苓混合水提取物(Mixed aqueous extract of Anemarrhenae Rhizoma, Gastrodiae Rhizoma, Alpiniae Oxyphyllae Fructus and Poria Cocos, CGTI) 30 d后,用东莨菪碱诱发小鼠记忆障碍模型,通过避暗实验、水迷宫实验以及新物体识别实验来评价其改善记忆作用,为研制改善记忆类的保健食品开发提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物

健康雄性昆明种小鼠,体质量 18~22 g,由南京医科大学大学实验动物中心提供,实验动物生产许可证号为:SCXK(苏)2022-0006,伦理审批编号:DWLL2024051。实验动物在温度为 20~26 ℃、相对湿度为 30%~70% 的屏障环境中饲养,动物屏障使用许可证号:SYXK(苏)2020-0006。

1.2 实验样品与试剂

混合水提物的制备:知母、天麻、益智仁、茯苓混合水提取物(CGTI):知母:天麻:益智仁:茯苓按 4:3:3:8 比例(以质量计)混合,浸泡 30 min,水煎煮提取 2 次(第 1 次用 10 倍量水煎煮 2 h,第 2 次用 8 倍量

水煎煮 2 h,提取液过滤合并,经减压浓缩(真空度 0.06~0.08 Mpa,温度 70~80 ℃)、喷雾干燥得混合水提物,提取物得率约为 15%。样品中天麻素含量为 0.54%,知母皂苷 BII, 2.05%,粗多糖 13%。

试剂:东莨菪碱(上海皓元生物医药科技有限公司,生产批号 504891);乙酰胆碱酯酶(AChE)测定试剂盒(南京建成生物工程研究有限公司,生产批号 20241126);蛋白定量(TP)测定试剂盒(南京建成生物工程研究有限公司,生产批号 20241213)。

1.3 实验仪器

Thermo 组织包埋机(赛默飞世尔科技(中国)有限公司,型号:Histostar 型);Thermo 全自动染色机(赛默飞世尔科技(中国)有限公司,型号:Gemini 型);Thermo 石蜡切片机(赛默飞世尔科技(中国)有限公司,型号:Finesse E+型);光学显微镜(Olympus 公司,日本,型号:MODEL BX53F 型);多功能酶标仪(美谷分子仪器有限公司,美国,型号:Spectra Max M2e);台式离心机(上海安亭科学仪器厂,型号:TG1650-WS 型);电子天平(常熟双杰测试仪器厂,型号:JJ100 型)。

2 方法

2.1 小鼠急性经口试验

用限量法进行小鼠急性经口毒性试验,剂量为 10 000 mg/(kg·BW)。健康成年 SPF 级 ICR 小鼠 20 只,雌雄各半,给样后连续观察 14 d,记录中毒表现及死亡情况。

2.2 行为学实验

2.2.1 分组与给药

雄性昆明种小鼠 100 只,适应性饲养 3 d 后,按体质量随机分为 2 个组(I 组和 II 组),每个组 50 只小鼠。I 组用于新物体识别实验和避暗实验,实验结束后取海马组织测定乙酰胆碱酯酶(Acetylcholinesterase, AChE)活性;II 组用于 Morris 水迷宫实验,实验结束后取海马组织进行病理形态学观察。每个组内的小鼠再随机分为 5 个小组($n=10$),分别为:空白对照组、模型对照组(灌胃给予等体积纯化水);CGTI 低、中、高剂量组(按人体 60 kg 体质量计,每日推荐量为 2.7 g,折合生药材为 18 g/d)

组 225、450、900 mg/(kg·BW/d)(低、中、高,相当于成人推荐剂量的 5、10、20 倍)。

所有组别均每日灌胃给药 1 次,连续给药 30 d。灌胃体积统一为 0.1 mL/10g 体质量。于最后一日灌胃结束后 30 min,行为学测试开始前 30 min,除空白对照组外,其余各组小鼠均腹腔注射东莨菪碱(2 mg/kg)以建立记忆障碍模型;空白对照组则腹腔注射等体积的生理盐水,注射体积统一为 10 mL/kg。

2.2.2 避暗实验

第 1 日,避暗法训练小鼠学习能力,暗室通以 33 V 电压,将小鼠放入明室,趋暗习性使小鼠奔向暗室,受到电击后马上逃回明室,如此训练 5 min。避暗实验第 2 日进行记忆测试,以进入暗室为错误反应,以每只鼠从放入明室至进入暗室遇到电击所需的时间为潜伏期,记录 5 min 内的穿梭次数和首次进入暗室的潜伏期,并进行统计学处理。

2.2.3 Morris 水迷宫实验

Morris 水迷宫实验一般分为定位航行实验和空间探索实验两个阶段。定位航行实验:每天在固定时间段测试,每只小鼠每天从 4 个不同象限入水训练各一次,每次历时 1 min,训练 4 d。将小鼠头朝池壁放入水中,记录动物从放入水中到找到水下平台的时间。在前几次训练中,如果找到水下平台的时间超过 60 s,则引导动物到平台。让动物在平台上停留 10 s 后将小鼠移开、擦干。空间探索实验:最后一次获得性训练结束后,在第 2 天将平台撤除,将动物由原先平台象限的对侧放入水中。记录动物目标象限停留时间和平台穿越次数。

2.2.4 新物体识别实验

实验包括 3 个阶段:适应期、熟悉期和测试期。第 1 阶段,适应期,小鼠在实验装置内(无物体)自由运动 10 min。第 2 阶段,熟悉期,在装置中放入 2 个

相同的物体(确保物体没有气味,不被推动),物体距离两侧壁 10 cm,将小鼠背朝物体从距物体等距离处放入装置中,用摄像头及软件来记录小鼠在 5 min 内探索每个物体的次数、时间和距离。第 3 阶段,测试期,一般选择第 2 阶段完成后的 1 h 作为检测记忆的时间间隔。将两个相同物体中的一个物体替换成一个不同的物体放入装置中,同样将小鼠背朝物体从距物体等距离处放入装置中 5 min。认知指数(Recognition index, RI)计算公式为:RI=新物体周围时间/(新物体周围时间+旧物体周围时间)×100%。该指标越大,小鼠认知能力越强。

2.2.5 脑胆碱酯酶活性检测

实验结束后取小鼠海马组织用乙酰胆碱酯酶试剂盒进行小鼠脑胆碱酯酶活性检测。

2.2.6 HE 染色观察脑组织病理形态

实验结束后取小鼠取海马组织进组织病理形态观察。取脑组织经 4% 多聚甲醛固定后用石蜡包埋、切片、伊红染液染色。显微镜下观察小鼠脑组织损伤情况。

2.3 统计学分析

采用 IBM SPSS Statistics 22 软件统计原始实验数据,检验各原始实验数据的正态性及方差齐性,以方差分析方法统计处理符合正态性及方差齐性要求的数据,对非正态方差不齐的数据采用 Kruskal-Wallis 秩和检验进行统计。

3 结果

3.1 样品安全性评价

小鼠急性经口 LD₅₀>10 g/kg,根据 GB15193.3—2014《食品安全国家标准 急性经口毒性试验》,样品属于无毒级。CGTI 给药 4 周对昆明小鼠体质量无影响,见图 1。

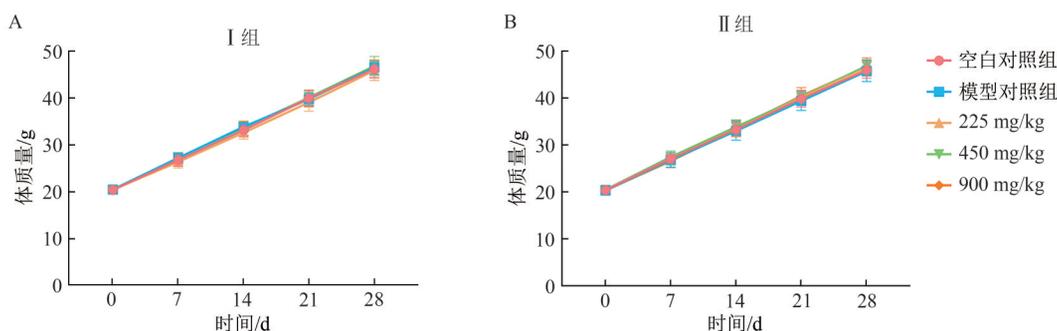


图 1 CGTI对昆明小鼠体质量的影响

Figure 1 Effect of CGTI on body weight in Kunming mice

3.2 小鼠行为学检测

3.2.1 小鼠避暗实验

与空白对照组比较,模型对照组的错误次数显著

升高且逃避潜伏期显著降低($P<0.05$);与模型对照组比较,CGTI 450、900 mg/kg 剂量组的错误次数降低,逃避潜伏期升高,差异均有统计学意义($P<0.05$)。

表1 CGTI提取物对各组小鼠避暗实验结果的影响
Table 1 Effect of extract of CGTI on the results of darkness avoidance experiments in mice ($n=10$)

组别	错误次数/次	逃避潜伏期/s
空白对照组	1.70±1.80	171.5±116.8
模型组	6.20±4.80*	44.9±27.4*
225 mg/kg	4.30±2.90	96.1±84.9
450 mg/kg	2.60±2.50#	152.9±106.8#
900 mg/kg	2.50±2.10#	154.7±80.1#

注:*表示与空白组比较, $P<0.05$;#表示与模型组比较, $P<0.05$

见表1。

3.2.2 小鼠新物体识别能力

与空白对照组比较,模型对照组小鼠新物体识别指数显著降低($P<0.05$);与模型对照组相比,CGTI 450、900 mg/kg 剂量组小鼠新物体识别指数显著升高,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表2。

表2 CGTI提取物对各组小鼠新物体识别实验结果的影响
Table 2 Effect of extract of CGTI on the results of novel object recognition tests in mice

组别	识别旧物体 时间/s($\bar{x}\pm s$)	识别新物体 时间/s($\bar{x}\pm s$)	识别指数/%
空白对照组	7.38±3.82	19.65±9.81	72.70
模型组	9.91±3.54	7.69±2.70	43.69*
225 mg/kg	9.19±2.48	10.72±7.84	53.84
450 mg/kg	11.43±5.42	20.33±9.69	64.01#
900 mg/kg	8.36±5.05	18.87±7.96	69.30#

注:*表示与空白组比较, $P<0.05$;#表示与模型组比较, $P<0.05$

3.2.3 小鼠水迷宫实验

与空白对照组比较,模型对照组小鼠目标象限停留时间明显缩短、穿越平台次数显著减少($P<0.05$);与模型对照组比较,CGTI 450、900 mg/kg 剂量组小鼠目标象限停留时间明显延长、穿越平台次数显著增加,差异均有统计学意义($P<0.05$)。详见表3、图1。

表3 CGTI提取物对各组小鼠水迷宫实验结果的影响
Table 3 Effect of extract of CGTI on the results of water maze experiments in mice ($n=10$)

组别	穿越平台次数 $\bar{x}\pm s$	目标象限停留时间 $\bar{x}\pm s$
空白对照组	9.90±3.57	16.98±8.49
模型组	3.60±1.96*	7.38±2.09*
225 mg/kg	4.60±2.07	11.56±6.33
450 mg/kg	6.80±2.74#	15.16±3.96#
900 mg/kg	6.90±1.67#	15.39±6.42#

注:*表示与空白组比较, $P<0.05$;#表示与模型组比较, $P<0.05$

3.3 小鼠海马中AChE活性

与空白对照组比较,模型对照组小鼠海马组织中AChE活性显著升高($P<0.05$);与模型对照组比较,CGTI 450、900 mg/kg 剂量组小鼠海马组织中AChE活性降低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。各组小鼠海马组织中AChE活性检测结果见图2。

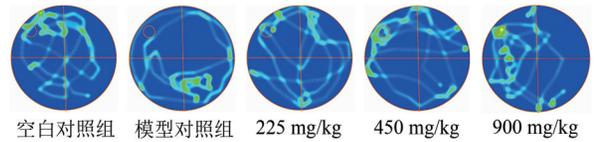


图2 Morris水迷宫动物轨迹热图

Figure 2 Morris water maze animal trajectory map

3.4 小鼠海马组织的病理形态观察

空白对照组小鼠海马组织CA1、CA3、DG区神经细胞数量多、排列整齐,细胞形态完整、结构正常,细胞质丰富,细胞核与细胞质界限清晰可见、核仁明显。

与空白对照组比较,模型对照组海马组织中神经元排列间隙增加,部分细胞数量减少,胞质呈现嗜伊红浓染状态,胞质界限模糊,细胞形态不规则,胞核固缩。

CGTI剂量组小鼠海马组织CA1、CA3、DG区神经细胞排列较整齐,结构相对正常,核浓染和固缩的程度降低。尤其以CGTI 450、900 mg/kg剂量组改善较为明显,这表明中、高剂量CGTI可以明显改善东莨菪碱导致的小鼠海马组织神经细胞受损情况。各组小鼠海马组织CA1、CA3和DG区神经细胞形态学显微图见图3。

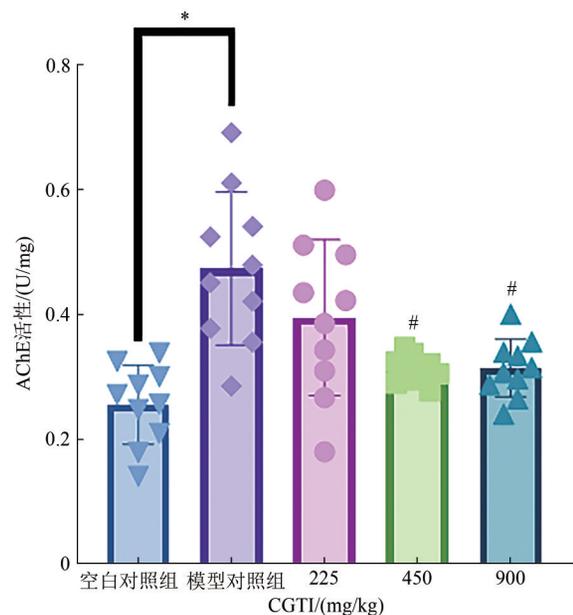


图3 CGTI提取物对各组小鼠海马组织中AChE活性的影响

Figure 3 Effect of extract of CGTI on AChE activity in hippocampus of mice

4 讨论

几千年来,中医一直是中华民族防治疾病的利器,随着科学研究的不断深入,许多中草药的功效也日益明确。本实验验证知母、天麻、益智仁、茯苓混合水提物改善记忆作用并探究其作用机制。方中茯苓宁心安神、健脾化湿;益智仁暖肾固精、温脾

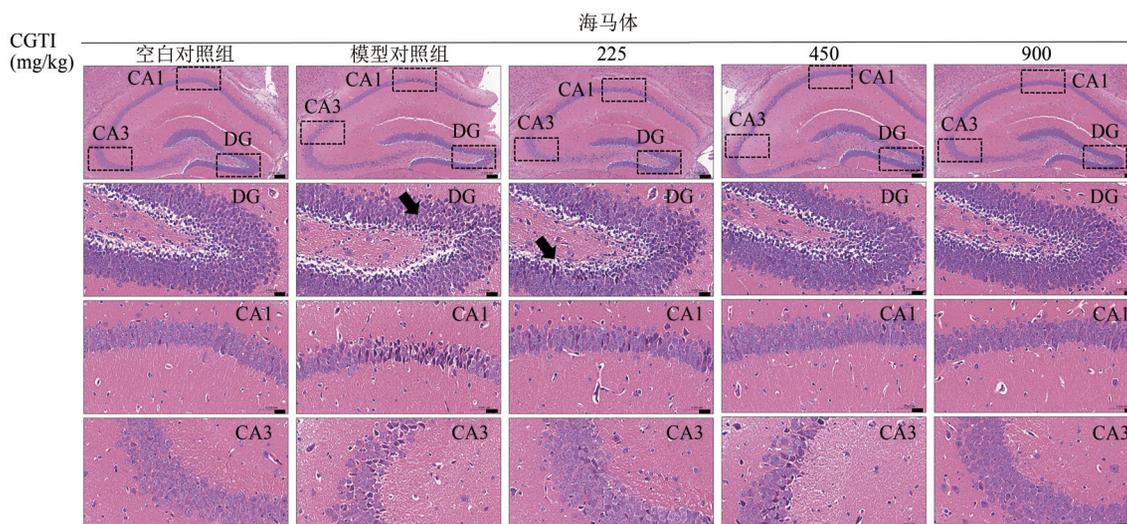


图4 各组小鼠海马组织CA1区、CA3区、DG区HE染色结果($n=3$,上bar=10 μm ;下bar=20 μm)

Figure 4 Results of HE staining of CA1, CA3 and DG regions in hippocampus of mice in each group

止泻;知母“入足少阴肾经、手少阴心经”,可清热泻火、滋阴润燥;天麻息风止痉、平抑肝阳,全方通过多种中药整体协同作用起效,在改善记忆方面具有其独特性。

由本研究结果可知,对昆明小鼠连续灌胃 30 d 后,高、中剂量组的错误次数降低,小鼠新物体识别指数显著升高,小鼠逃避潜伏期显著延长,目标象限停留时间明显延长,穿越平台次数显著增加,小鼠海马组织中 AChE 活性明显降低。剂量组小鼠的海马组织病理学结果提示该混合水提物可以改善东莨菪碱导致的小鼠海马组织神经细胞受损情况。表明知母、天麻、益智仁、茯苓混合水提物能通过降低海马组织中的 AChE 活性,保护组织中神经元受损,从而有效改善记忆障碍模型小鼠的学习认知能力。

在探索知母、天麻、益智仁、茯苓混合水提物对记忆积极影响的研究中,活性成分的鉴定与分析是关键步骤。LEE 等^[8]指出知母皂苷 AI 具有缓解记忆缺失的能力,主要是通过抑制 AChE 及炎症因子表达等途径实现的。AChE 能使人体大脑中的神经递质 ACh 失活,从而阻断神经信号的传递^[9]。ZHAO 等^[10]实验研究结果表明知母皂苷 BII 对阿尔茨海默病 (Alzheimer's disease, AD) 有明显的治疗作用,其机制与抑制小鼠大脑皮质、海马 AChE、抗氧化应激损伤有关。张文新和任沁沁^[11]实验研究结果表明,知母提取物具有提高大鼠学习和记忆功能的作用,其作用机理可能是通过调节胆碱能神经活动来实现的。在对知母改善小鼠的认知障碍研究上所获得的作用机理与本实验结果基本相一致。

有学者通过研究发现天麻素对记忆的影响可能与增加脑中 ACh 的含量有关^[12-13],并通过减少脑中过氧化物的含量,从而达到提高学习记忆的作

用^[13]。天麻素具有对 Tau, A β 蛋白的调节作用从而对学习记忆产生影响^[14]。茯苓中含有多种化学成分,包括有多糖类、三萜类、甾醇类、挥发油类、蛋白质等,多糖类化合物是茯苓的主要活性成分之一^[15]。谢云亮和张博^[16]研究表明通过东莨菪碱诱导小鼠建立痴呆模型,观察到茯苓多糖对小鼠的学习记忆能力有显著的改善作用,其作用机理可能与抑制神经元凋亡、调节中枢胆碱能系统和抗氧化应激有关。近几年来,随着益智仁理论的进一步研究,发现其对提高记忆力有一定的促进作用^[17-18]。嵇志红等^[19]发现益智仁水提物可明显提高大鼠学习记忆的能力,且能提高大鼠海马蛋白质的含量,降低 AChE 的活力。黄凌等^[20]的研究表明,益智仁具有明显的抗帕金森病的作用,但其作用机制尚不明确。推测,益智仁中可能含有抑制 MAO-B 活性的组分,能减少盐酸多巴胺的降解,进而对其神经元起到保护作用。

知母、天麻、益智仁、茯苓这 4 种中药成分混合提取,相辅相成以促进记忆力的改善,为保健食品的研发提供新的思路。未来的研究应进一步深入探讨这些草本混合水提物的分子机制,通过动物模型和人类临床试验验证其在记忆障碍治疗中的有效性。值得注意的是,东莨菪碱模型作为健忘症的经典模型,能够有效验证 CGTI 的记忆保护效应。但鉴于其与 AD 等慢性神经退行性疾病在病理基础上的本质差异,在后续工作中引入慢性老龄或病理模型具有潜在价值。

参考文献

- [1] 张钦,孟迎芳,聂爱情,等.记忆发展神经科学:研究现状与未来展望[J].中国科学(生命科学),2021(6):647-662.

- ZHANG Q, MENG Y F, NIE A Q, et al. Developmental neuroscience of memory: research status and future prospect[J]. Science China Press (Scientia Sinica Vitae), 2021(6): 647-662.
- [2] LYNCH M A. Long-term potentiation and memory[J]. Physiological Reviews, 2004, 84: 87-136.
- [3] 程音, 路新国. 辅助改善记忆功能保健食品的发展研究[J]. 安徽农业科学, 2015(11): 287-288.
- CHENG Y, LU X G. Research on the Development of health food for assisting memory improvement [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences. 2015, 43(11): 287-288.
- [4] 李庆天, 熊燕红, 胡莉, 等. 国内外知母药理研究进展[J]. 科学咨询(科技·管理), 2023(2): 120-124.
- LI Q T, XIONG Y H, HU L, et al. Research progress on pharmacology of Anemarrhenae Rhizoma at home and abroad [J]. Scientific Consultation (Science & Technology·Management), 2023(2): 120-124.
- [5] 魏富芹, 黄蓉, 何海艳, 等. 天麻的药理作用及应用研究进展[J]. 中国民族民间医药, 2021, 30(11): 72-76.
- WEI F Q, HUANG R, HE H Y, et al. Research progress on pharmacological effects and applications of Gastrodiae Rhizoma [J]. Chinese Journal of Ethnomedicine and Ethnopharmacy, 2021, 30(11): 72-76.
- [6] 随家宁, 李芳婵, 郭勇秀, 等. 益智仁化学成分、药理作用及质量标志物研究进展[J]. 药物评价研究, 2020, 43(10): 2120-2126.
- SUI J N, LI F C, GUO Y X, et al. Research progress on chemical constituents, pharmacological effects and quality markers of Alpiniae Oxyphyllae Fructus [J]. Drug Evaluation Research, 2020, 43(10): 2120-2126.
- [7] 冯敏, 郑自明, 万鸣, 等. 茯苓改善小鼠学习记忆功能作用的研究[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(19): 13-18.
- FENG M, JIA Z M, WAN M, et al. Study on the effect of Poria Cocos on improving learning and memory function in mice [J]. Food Research and Development, 2021, 42(19): 13-18.
- [8] LEE B, JUNG K, KIM D. Timosaponin A1, a saponin isolated from Anemarrhena asphodeloides, ameliorates learning and memory deficits in mice [J]. Pharmacology Biochemistry and Behavior, 2009(2): 121-127.
- [9] 黄瑜, 张锡宇, 赵海桃, 等. 沙棘叶提取物的体外抗氧化及乙酰胆碱酯酶抑制能力[J]. 精细化工, 2024, 41(2): 391-400.
- HUANG Y, ZHANG X Y, ZHAO H T, et al. In vitro antioxidant activity and acetylcholinesterase inhibitory capacity of sea buckthorn leaf extract [J]. Fine Chemicals, 2024, 41(2): 391-400.
- [10] ZHAO X, LIU C, QI Y, et al. Timosaponin B- II ameliorates scopolamine-induced cognition deficits by attenuating acetylcholinesterase activity and brain oxidative damage in mice [J]. Metabolic Brain Disease, 2016, 31(6): 1455-1461.
- [11] 张文新, 任沁沁. 知母皂苷对记忆障碍模型大鼠学习记忆的影响[J]. 山西中医药大学学报, 2021, 22(4): 248-251.
- ZHANG W X, REN Q Q. Effect of anemarrhena saponins on learning and memory in rats with memory impairment [J]. Journal of Shanxi University of Chinese Medicine, 2021, 22(4): 248-251.
- [12] 许廷生, 陆龙存, 黄子冬. 天麻有效成分的药理作用分析与临床应用研究进展[J]. 中医临床研究, 2020, 12(21): 133-135.
- XU T S, LU L C, HUANG Z D. Research progress on pharmacological effect analysis and clinical application of active ingredients of Gastrodiae Rhizoma [J]. Clinical Journal of Chinese Medicine, 2020, 12(21): 133-135.
- [13] 明建. 云南特有食药菌活性多糖研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- MING J. Study on active polysaccharides of edible and medicinal fungi endemic to Yunnan [D]. Chongqing: Southwest University, 2008.
- [14] 龚涛武, 郑雪, 石露, 等. 天麻素对急性神经炎症大鼠学习记忆的改善及机制初探[J]. 遵义医科大学学报, 2024, 47(10): 957-963.
- GONG T W, ZHENG X, SHI L, et al. Improvement of gastrodin on learning and memory in rats with acute neuroinflammation and preliminary study on its mechanism [J]. Journal of Zunyi Medical University, 2024, 47(10): 957-963.
- [15] 路平, 史汶龙, 杨思雨, 等. 茯苓化学成分及药理作用研究进展[J]. 中成药, 2024, 46(4): 1246-1254.
- LU P, SHI W L, YANG S Y, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of Poria Cocos [J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2024, 46(4): 1246-1254.
- [16] 谢云亮, 张博. 茯苓多糖对痴呆小鼠学习记忆功能的保护作用及其机制[J]. 食品工业科技, 2024, 45(24): 364-370.
- XIE Y L, ZHANG B. Protective effect of poria polysaccharide on learning and memory function in dementia mice and its mechanism [J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(24): 364-370.
- [17] 冯惠敏. 益智仁改善记忆和缩尿功效的活性成分研究[D]. 无锡: 江南大学, 2019.
- FENG H M. Study on active ingredients of Alpiniae Oxyphyllae Fructus for improving memory and reducing urination [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2019.
- [18] 康梦娇, 汤梓晗, 赵林华, 等. 重构本草——益智仁[J]. 长春中医药大学学报, 2024, 40(12): 1317-1319.
- KANG M J, TANG Z H, ZHAO L H, et al. Reconstructing materia medica—Alpiniae Oxyphyllae Fructus [J]. Journal of Changchun University of Chinese Medicine, 2024, 40(12): 1317-1319.
- [19] 嵇志红, 于新宇, 张晓利, 等. 益智仁水提取物对东莨菪碱所致记忆获得障碍大鼠的干预效应[J]. 中国临床康复, 2005, 9(28): 120-122.
- JI Z H, YU X Y, ZHANG X L, et al. Interventional effect of aqueous extract of Alpiniae Oxyphyllae Fructus on rats with scopolamine-induced memory acquisition impairment [J]. Chinese Journal of Clinical Rehabilitation, 2005, 9(28): 120-122.
- [20] 黄凌, 朱毅, 董志, 等. 益智仁挥发油急性毒性实验及对帕金森小鼠行为学和纹状体多巴胺含量的影响[J]. 中药材, 2008, 31(5): 722-726.
- HUANG L, ZHU Y, DONG Z, et al. Acute toxicity test of volatile oil from Alpiniae Oxyphyllae Fructus and its effects on behavior and striatal dopamine content in Parkinson's mice [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2008, 31(5): 722-726.