

# 人参牛油果纳米制剂抗衰老、心血管保护、中枢神经保护及改善糖尿病作用研究

周宁<sup>1\*</sup>, 朱翔<sup>1</sup>, 史小方<sup>1</sup>, 彭家伟<sup>2</sup>, 宋存峰<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北京煦堂生物科技有限公司 北京

<sup>2</sup>纳米技术及应用国家工程研究中心 上海

<sup>3</sup>上海交通大学 上海

**【摘要】目的** 探讨人参牛油果丸纳米制剂在抗衰老、心血管保护、中枢神经保护及改善糖尿病方面的综合功效。**方法** 通过斑马鱼模型, 分别构建过氧化氢诱导的衰老模型、维拉帕米诱导的心衰模型、霉酚酸吗啉乙酯诱导的中枢神经损伤模型及高糖高脂饲料诱导的糖尿病模型, 评价人参牛油果丸纳米制剂对各模型的干预效果。通过 q-PCR 检测衰老相关基因 spns1 表达, 分析心输出量评估心功能, AO 染色观察神经细胞凋亡, 并测定血糖水平。**结果** 人参牛油果丸纳米制剂可显著上调衰老模型斑马鱼 spns1 基因表达( $P<0.001$ ), 提升心衰模型心输出量( $P<0.001$ ), 抑制中枢神经细胞凋亡( $P<0.001$ ), 并降低糖尿病模型血糖水平( $P<0.05$ )。在最大耐受浓度范围内, 各模型均未出现明显毒性反应。**结论** 人参牛油果丸纳米制剂具有多靶点、多途径的协同作用, 在抗衰老、心血管保护、神经保护及降血糖方面表现出显著功效, 其作用机制与多种活性成分的协同效应及纳米技术提升生物利用度密切相关。

**【关键词】** 中药复方纳米制剂; 人参牛油果丸; 抗衰老; 心血管保护; 中枢神经保护; 糖尿病

**【收稿日期】**2025 年 11 月 16 日 **【出刊日期】**2025 年 12 月 15 日 **【DOI】**10.12208/j.ircm.20250042

## Research on the anti-aging, cardiovascular protective, central nervous system protective, and anti-diabetic effects of ginseng and avocado nano-formulations

Ning Zhou<sup>1\*</sup>, Xiang Zhu<sup>1</sup>, Xiaofang Shi<sup>1</sup>, Jiawei Peng<sup>2</sup>, Cunfeng Song<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Beijing Xutang Biotechnology Co., Ltd., Beijing

<sup>2</sup>National Engineering Research Center for Nanotechnology and Its Applications, Shanghai

<sup>3</sup>Shanghai Jiao Tong University, Shanghai

**【Abstract】Objective** To investigate the comprehensive effects of Ginseng and Avocado Pill Nanopreparation on anti-aging, cardiovascular protection, central nervous system protection, and improvement of diabetes. **Methods** Zebrafish models were established, including an H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced aging model, a verapamil-induced heart failure model, a mycophenolate mofetil-induced central nervous injury model, and a high-glucose/high-fat diet-induced diabetes model. The intervention effects of the Ginseng and Avocado Pill Nanopreparation were evaluated by detecting spns1 gene expression via q-PCR, analyzing cardiac output, observing neuronal apoptosis through AO staining, and measuring blood glucose levels. **Results** The nanopreparation significantly up-regulated spns1 gene expression in the aging model ( $P<0.001$ ), improved cardiac output in the heart failure model ( $P<0.001$ ), inhibited neuronal apoptosis in the central nervous injury model ( $P<0.001$ ), and reduced blood glucose levels in the diabetes model ( $P<0.05$ ). No significant toxic reactions were observed within the maximum tolerated concentration range. **Conclusion** The Ginseng and Avocado Pill Nanopreparation exhibits multi-target and multi-pathway synergistic

\*通讯作者: 周宁

effects, demonstrating significant efficacy in anti-aging, cardiovascular protection, neuroprotection, and hypoglycemic activity. Its mechanism is closely associated with the synergistic effects of multiple active components and enhanced bioavailability via nanotechnology.

**【Keywords】** Traditional Chinese medicine compound nanopreparation; Ginseng and avocado pill; Anti-aging; Cardiovascular protection; Central nervous system protection; Diabetes

随着全球人口老龄化进程加速及生活方式的改变, 年龄相关性疾病及代谢性疾病的患病率持续攀升, 构成了严峻的公共卫生挑战。数据显示, 我国心血管病的患者超过 2.9 亿例, 并呈持续上升趋势, 已成为我国居民死亡的首要杀手<sup>[1]</sup>。中枢神经系统疾病以感觉、运动、认知等功能障碍为主要特征, 包括神经退行性疾病、脑血管疾病、癫痫功能性疾病等, 发病率逐年增加<sup>[2]</sup>。例如, 阿尔茨海默病是一种与年龄相关的多因素神经退行性疾病, 全球患者已超 3500 万, 预计 2050 年将达 1.52 亿<sup>[3,4]</sup>。糖尿病是一类以血糖水平异常升高为典型特征的代谢性疾病, 预计到 2025 全球患者将达到 7.02 亿, 是继肿瘤、心脑血管疾病之后严重威胁人类健康的第 3 大疾病<sup>[5]</sup>。目前, 针对这些复杂疾病的治疗方案往往存在局限性, 如药物副作用、多药联用带来的相互作用、价格高、患者依从性差以及单一靶点难以应对多因素疾病等。因此, 开发具有多靶点、整体调节、安全性高的干预策略成为当前研究的热点, 其中源于药食同源的功能性食品展现出巨大潜力<sup>[6]</sup>。

中医药是中华民族的传统瑰宝, 在“治未病”和整体调节方面具有独特优势。人参作为我国传统的名贵中药材, 始载于《神农本草经》, 具有大补元气、复脉固脱、补脾益肺、生津养血、安神益智等功效。研究表明, 人参含有人参皂苷、多糖、蛋白质、挥发油、萜类、醇类、脂肪酸类和氨基酸类等多种活性成分, 具有抗衰老、心血管保护、中枢神经保护、改善糖尿病等多种药理作用<sup>[7,8]</sup>。牛油果(鳄梨)作为一种营养丰富的水果, 富含不饱和脂肪酸、膳食纤维、维生素、植物甾醇和多种抗氧化物质, 研究表明其在抗氧化、降血脂、降血压、保肝、保护神经等作用具有良好作用<sup>[9]</sup>。将人参与牛油果科学配伍, 有望通过多靶点、多途径、多层次的协同增效作用, 在延缓衰老、保护心血管及中枢神经、改善糖尿病等方面发挥综合效益。

然而, 传统中药制剂通常存在一定的局限性, 如生物利用度低、性质不稳定、半衰期短、靶向性差

等问题, 严重限制其进一步开发和应用。与传统制剂相比, 纳米制剂的核心优势在于通过“纳米化”技术, 利用其微小尺寸与高表面积/体积比的性能, 有效解决传统制剂的局限性<sup>[10,11]</sup>。研究显示, 通过控制纳米化药物的粒径大小可以影响药物被动靶向至不同的部位; 还可以在纳米制剂表面修饰特异性配体, 通过“配体-受体”相互作用, 增强药物在特定组织器官的富集, 从而实现“增效减毒”的目标<sup>[12,13]</sup>。基于此, 将具有协同增效作用的人参和牛油果配伍使用, 并通过纳米技术进行剂型改造, 制备人参牛油果丸纳米制剂。本研究旨在通过动物实验评价该纳米制剂在抗衰老、心血管保护、中枢神经保护及改善糖尿病方面的功效, 为其后续开发与应用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

悦尔仙人参牛油果丸纳米制剂(简称: 人参牛油果丸纳米制剂, 批号 20241101, 由北京煦堂生物科技有限公司提供, 其主要成分为人参和牛油果); 白藜芦醇(批号 F2121344, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司); 复方丹参滴丸(批号 X240403, 天士力医药集团股份有限公司); L-还原型谷胱甘肽(谷胱甘肽, 批号 SLCG8572, Sigma 公司); 盐酸二甲双胍片(批号 ACL1077, 中美上海施贵宝有限公司); 过氧化氢溶液(批号 G2023089, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司); FastKing cDNA 第一链合成试剂盒(批号 X1213, 天根生化科技有限公司); RNA 提取试剂盒(批号 TL2204001643C, 佛山奥维生物科技有限公司)。盐酸维拉帕米、甲基纤维素、霉酚酸吗啉乙酯、葡萄糖(上海阿拉丁生化科技股份有限公司); 吡啶橙(AO, 上海麦克林生化科技有限公司); 血糖仪试纸(罗氏诊断产品有限公司); 鸡蛋蛋黄粉(浙江艾格生物科技股份有限公司)。

斑马鱼(野生型 AB 品系, 杭州环特生物科技股份有限公司, 实验动物使用许可证号: SYXK(浙)2022-0004), 饲养于 28℃ 标准养鱼用水中(水质:

每 1 L 反渗透水中加入 200 mg 速溶海盐, 电导率为 450~550  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH 为 6.5~8.5, 硬度为 50~100  $\text{mg}/\text{L}$   $\text{CaCO}_3$ 。

### 1.2 仪器与设备

解剖显微镜 (OLYMPUS SZX7, 日本 OLYMPUS 公司); CCD 相机 (VertA1, 上海土森视觉科技有限公司); 电子天平 (CP214, 美国 OHAUS 公司); 全自动样品快速研磨仪 (JXFSTPRP-24L, 上海净信实验设备科技部); 心跳血流分析仪 (ZebraBlood 3.4, 法国 ViewPoint Life Sciences 公司); 高速冷冻离心机 (Heraeus Fresco17, 德国 ThermoFisher 公司); T100 型普通 PCR 扩增仪、荧光定量 PCR 仪 (新加坡 BIO-RAD 公司); 紫外-可见光分光光度计 (Nanodrop2000, 美国 Thermo 公司); 血糖仪 (ACCU-CHEK Performa, 罗氏诊断产品有限公司)。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 最大耐受浓度 (MTC) 测定

各实验开始前, 均先进行 MTC 测定。随机选取相应发育阶段的斑马鱼胚胎或幼鱼, 置于 6 孔板或烧杯中, 水溶给予不同浓度的人参牛油果丸纳米制剂, 同时设置正常对照组和模型对照组。在特定诱导条件下 (详见各模型) 处理相应时间后, 观察斑马鱼死亡率及表型, 确定无明显毒副作用的最高浓度为 MTC, 用于后续功效评价。

#### 1.3.2 抗衰老功效评价

随机选取受精后 6 小时 (6 hpf) 斑马鱼胚胎于 6 孔板中 (30 尾/孔), 分为正常对照组、模型对照组 (1000  $\mu\text{M}$   $\text{H}_2\text{O}_2$ )、阳性对照组 (白藜芦醇 20.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 及桴乐仙人参牛油果丸纳米制剂给药组 (31.2, 62.5, 125  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )。除正常对照组外, 其余各组均水溶给予 1000  $\mu\text{M}$   $\text{H}_2\text{O}_2$  建立衰老模型, 期间每天换液。28 $^\circ\text{C}$ 处理 6 天后, 利用 RNA 提取试剂盒提取斑马鱼总 RNA, 并通过紫外-可见光分光光度计测定纯度和浓度。按照 cDNA 第一链合成试剂盒反转录为 cDNA, 通过 q-PCR 检测  $\beta$ -actin (内参) 和 spns1 基因的表达水平, 计算 spns1 基因的相对表达量。

#### 1.3.3 心血管保护功效评价

随机选取 2 天 pf (2 dpf) 斑马鱼幼鱼于 6 孔板中 (30 尾/孔), 分为正常对照组、模型对照组 (20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  盐酸维拉帕米)、阳性对照组 (复方丹参滴丸

250  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 及桴乐仙人参牛油果丸纳米制剂给药组 (62.5, 125, 250  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )。样品预处理 4 小时后, 除正常对照组外, 其余各组水溶给予 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  盐酸维拉帕米建立斑马鱼心衰模型。28 $^\circ\text{C}$ 处理 1 小时后, 每组随机选取 10 尾斑马鱼, 使用心跳血流分析仪录制视频, 分析心输出量。

#### 1.3.4 中枢神经保护功效评价

随机选取 1 dpf 斑马鱼幼鱼于 6 孔板中 (30 尾/孔), 分为正常对照组、模型对照组 (0.4  $\mu\text{M}$  霉酚酸吗啉乙酯)、阳性对照组 (谷胱甘肽 615  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 及桴乐仙人参牛油果丸纳米制剂给药组 (31.2, 62.5, 125  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )。除正常对照组外, 其余各组水溶给予 0.4  $\mu\text{M}$  霉酚酸吗啉乙酯建立中枢神经损伤模型, 处理 1 天。处理结束后, 进行 AO 染色, 荧光显微镜下观察并拍照, 使用图像分析软件定量神经轴细胞凋亡荧光强度。

#### 1.3.5 改善糖尿病功效评价

随机选取 5 dpf 斑马鱼幼鱼于烧杯中 (30 尾/杯), 分为正常对照组、模型对照组 (高糖高脂饲料)、阳性对照组 (二甲双胍 400  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 及人参牛油果丸纳米制剂给药组 (15.6, 31.2, 62.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )。除正常对照组外, 其余各组通过白天给予蛋黄粉、晚上给予葡萄糖的高糖高脂饲料建立糖尿病模型, 处理 2 天。处理结束后, 清洗斑马鱼, 使用血糖仪测定其葡萄糖水平。

### 1.4 统计学处理

实验数据以均值  $\pm$  标准误差 (mean  $\pm$  SD) 表示。采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析, 组间比较采用单因素方差分析 (ANOVA),  $P < 0.05$  表明差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 MTC 测定结果

在各模型条件下, 考察浓度范围内均未出现斑马鱼死亡的情况, 且未见明显异常表型。人参牛油果丸纳米制剂对斑马鱼的 MTC 分别为: 抗衰老模型 125  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 心血管保护模型 250  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 中枢神经保护模型 125  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 改善糖尿病模型 62.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

### 2.2 人参牛油果丸纳米制剂的抗衰老功效评价

提取斑马鱼总 RNA, 利用紫外-可见光分光光度计测定 RNA 的浓度及 A260/A280 比值, 结果见表 1。结果显示, 各组 RNA 的 A260/A280 比值均在 1.8-2.2 之间, 表明提取得到斑马鱼总 RNA 质量较好, 可用于

后续q-PCR实验。

两种基因的引物序列如下:  $\beta$ -actin (Forward: 5'-TCGAGCAGGAGATGGGAACC-3'; Reverse: 5'-CTCGTGGATACCGCAAGATTC-3'); spns1 (Forward: 5'-TGCACGGTTCGATTCAAGTCT-3'; Reverse: 5'-GACATCACTGCTGGAAAATGC-3')。

q-PCR 实验结果如图 1 所示, 与正常对照组相比,  $H_2O_2$  模型对照组斑马鱼 spns1 基因相对表达量显著降低 ( $P<0.001$ ), 说明衰老模型成功构建。与模型对照组相比, 阳性药白藜芦醇及人参牛油果丸纳米制剂均能显著上调 spns1 基因的表达, 且呈浓度依赖性, 提示人参牛油果丸纳米制剂具有抗衰老的功效。

### 2.3 人参牛油果丸纳米制剂的心血管保护功效评价

通过计算心输出量, 评价人参牛油果丸纳米制剂对心血管功能的影响。图 2 结果显示, 与正常对

照组相比, 维拉帕米模型对照组斑马鱼心输出量显著下降 ( $P<0.001$ ), 说明心衰模型成功构建。与模型对照组相比, 阳性药复方丹参滴丸及人参牛油果丸纳米制剂 (125, 250  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 组的心输出量显著提升 ( $P<0.001$ ), 数值接近正常水平, 说明该纳米制剂具有一定的心血管保护功效。

### 2.4 人参牛油果丸纳米制剂的中枢神经保护功效评价

AO 是一种能特异性地与细胞内的核酸结合荧光染料, 其荧光强度的强弱直接反映了细胞凋亡的严重程度。如图 3-4 所示, 正常对照组只能观察到少许的绿色荧光, 而神经损伤模型对照组斑马鱼中枢神经轴出现大量荧光 ( $P<0.001$ ), 说明存在大量凋亡细胞。与模型对照组相比, 阳性药谷胱甘肽及人参牛油果丸纳米制剂 (62.5, 125  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 能显著降低凋亡荧光强度 ( $P<0.001$ ), 表明其能有效抑制神经细胞凋亡。

表 1 不同分组总 RNA 的浓度及 A260/A280 比值 (n = 3)

组别	浓度 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	RNA 浓度			A260/A280		
		样本一	样本二	样本三	样本一	样本二	样本三
正常对照组	-	0.856	0.871	0.789	2.03	1.98	2.02
模型对照组	-	0.835	0.875	0.785	1.96	2.01	2.00
白藜芦醇	20.0	0.774	0.882	0.794	1.98	1.99	1.97
	31.2	0.748	0.857	0.770	1.98	1.99	2.00
人参牛油果丸纳米制剂	62.5	0.755	0.817	0.823	1.98	1.98	1.99
	125	0.796	0.804	0.815	2.01	1.98	2.01

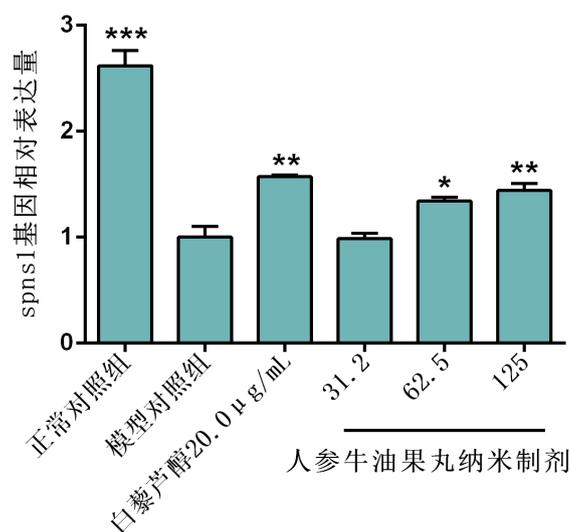


图 1 样品处理后斑马鱼 spns1 相对表达量

与模型对照组比较, \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

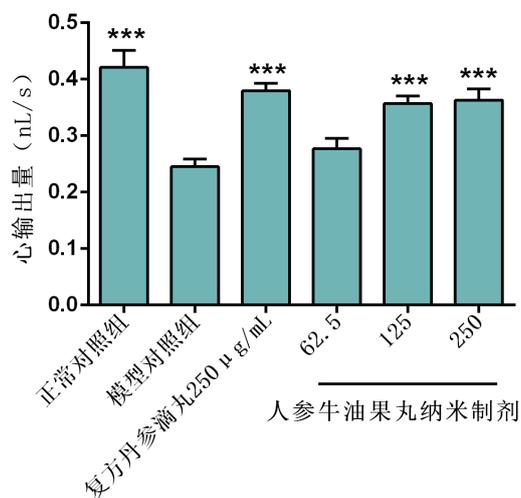


图2 样品处理后斑马鱼心输出量

与模型对照组比较, \*\*\*p<0.001

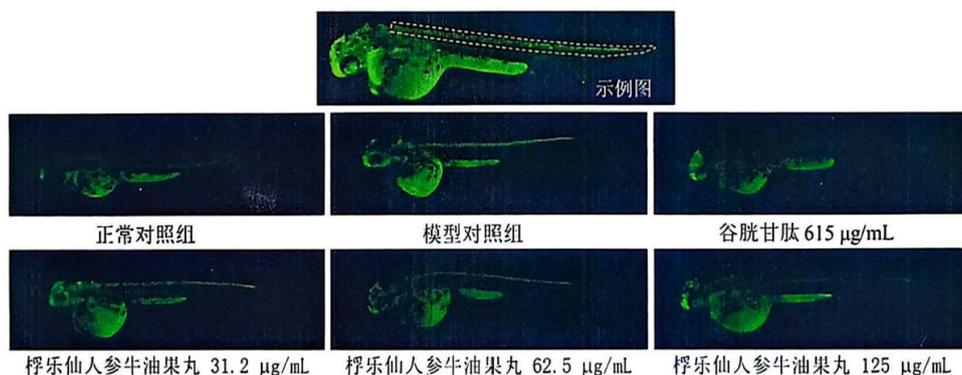


图3 样品处理后斑马鱼中枢神经细胞凋亡荧光强度典型图

注: 黄色虚线框为分析部分神经轴

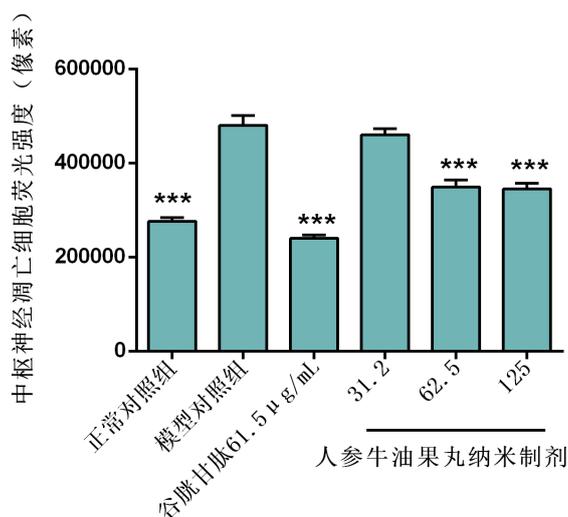


图4 样品处理后斑马鱼中枢神经细胞凋亡荧光强度

与模型对照组比较, \*\*\*p<0.001

### 2.5 人参牛油果丸纳米制剂的改善糖尿病功效评价

血糖测定结果显示(图5),与正常对照组相比,模型对照组斑马鱼血糖水平显著升高( $P<0.001$ ),

说明糖尿病模型构建成功。与模型对照组相比,阳性药二甲双胍及人参牛油果丸纳米制剂组(31.2, 62.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )的血糖显著降低,说明该制剂具有改善糖尿病的功效。

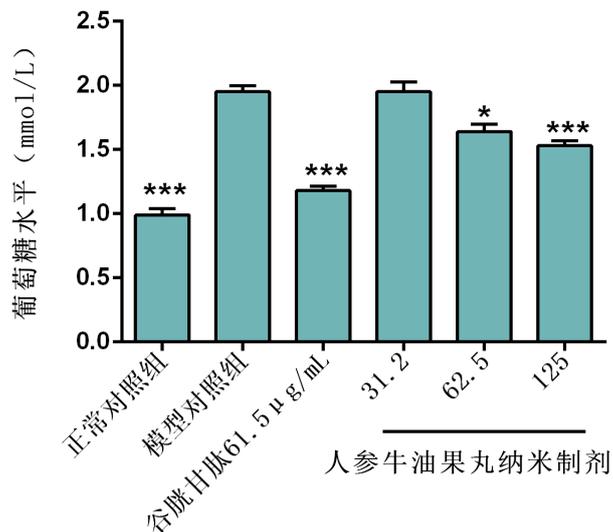


图5 样品处理后斑马鱼葡萄糖水平

与模型对照组比较, \* $p<0.05$ , \*\*\* $p<0.001$

### 3 讨论

本研究利用斑马鱼构建四种疾病模型,系统评价了人参牛油果丸纳米制剂的多重生物学功效。结果表明,该制剂在抗衰老、心血管保护、中枢神经保护及改善糖尿病方面均表现出显著效果,其作用机制与组方中人参和牛油果活性成分的科学配伍密切相关。中药配伍是中医学理论的重要组成部分,《神农本草经》记载“有单行者,有相须者,有相使者,有相畏者,有相恶者,有相反者,有相杀者。凡此七情,合和视之”<sup>[14]</sup>。随着科学研究的不断深入,人参与牛油果配伍的协同效应日益彰显,为其“相须为用”的配伍理论提供了科学依据。

在抗衰老方面,人参牛油果丸纳米制剂能显著上调衰老相关基因 *spns1* 的表达。*Spns1* 是一种跨膜转运蛋白,可调控自噬溶酶体的生物合成,并在细胞衰老与存活过程中发挥作用<sup>[15]</sup>。在斑马鱼中,*spns1* 基因的缺失会导致卵黄中不透明物质的积累,同时出现卵黄延伸现象并加速生物衰老<sup>[16,17]</sup>。本研究结果显示,人参牛油果丸纳米制剂可逆转  $\text{H}_2\text{O}_2$  诱导的 *spns1* 下调,提示其可能通过调节细胞自噬延缓衰老进程。人参皂苷已被证实可通过抗细胞衰老、

抗氧化应激、抑制端粒缩短、维持线粒体稳态等多种机制发挥抗衰老作用,涉及 SIRT1/eNOS/NO、SIRT6/NF- $\kappa\text{B}$ 、Wnt/ $\beta$ -catenin、AMPK 等多种信号通路<sup>[8]</sup>。牛油果中的抗氧化物质(如维生素 E、多酚)可减轻氧化应激损伤,李若等<sup>[9]</sup>研究发现牛油果油对羟自由基清除能力和超氧阴离子自由基清除能力均高于抗坏血酸,具有显著的抗氧化活性。

《神农本草经》指出人参能“主补五脏,安精神,止惊悸,除邪气,明目,开心益智”,临床上被广泛应用于治疗多种心血管疾病。现代药理研究表明,人参的主要活性成分具有对抗心律失常,抑制心肌细胞凋亡,激活心肌细胞自噬,减轻心肌纤维化程度,降低心脏缺血再灌注损伤,保护心肌,减轻心肌组织炎症反应,缓解血管痉挛,减轻外周疼痛等作用<sup>[18]</sup>。此外,牛油果已被证实通过降血脂、抗炎、抗血栓等机制预防心血管疾病,与其富含的不饱和脂肪酸、植物甾醇和角鲨烯密切相关。

中枢神经系统疾病以感觉、运动、认知等功能障碍为主要特征,严重降低患者的生活质量。人参皂苷 Rd 是一种达玛烷型三萜类化合物,已被证实可通过抗炎、抗氧化应激、抗凋亡、调节  $\text{Ca}^{2+}$  超载与

线粒体功能等途径发挥神经保护作用<sup>[19]</sup>。有研究发现, 牛油果提取物可以通过抗氧化途径、抑制炎症基因表达和自噬激活来保护听觉毛细胞免受新霉素诱导的损伤。此外, MOTTA 等<sup>[20]</sup>研究显示牛油果油可以降低氢化可的松诱导的氧化应激和细胞凋亡, 对神经母细胞具有重要保护作用。本研究以霉酚酸吗啉啉乙酯为造模剂, 通过构建中枢神经损伤斑马鱼模型评价人参牛油果丸纳米制剂的中枢神经的影响。结果显示, 该制剂能显著抑制神经损伤诱导的细胞凋亡, 发挥显著的中枢神经保护作用。

糖尿病是胰岛素分泌不足引起的内分泌代谢性疾病。大量研究表明, 多种人参皂苷(如 Rg1、Rg2, Rg3, Rh1) 通过改善胰岛素抵抗、保护胰岛细胞、促胰岛素分泌、促进葡萄糖转运等途径发挥抗糖尿病及其并发症的作用<sup>[21]</sup>。牛油果油具有显著的预防糖尿病及其诱发症的功效<sup>[9]</sup>。人参牛油果丸纳米制剂将二者功效整合, 显示出良好的降糖潜力。

值得一提的是, 中药纳米制剂技术优势在本研究中的体现尤为关键。传统制剂存在水溶性低、吸收慢、溶出率低、生物利用度低等局限性, 导致治疗效果往往差强人意。经纳米化处理后, 活性成分的粒径减小, 比表面积增大, 不仅提高了溶解度和稳定性, 更有利于肠道吸收和体内分布, 从而提高药物在体内的生物利用度。这可能解释了在相对较低的给药浓度下, 人参牛油果丸纳米制剂能表现出显著的抗衰老、心血管保护、中枢神经保护及改善糖尿病功效。

#### 4 结论

人参牛油果丸纳米制剂在本实验条件下展现出显著的抗衰老、心血管保护、中枢神经保护及改善糖尿病的综合功效。其作用机制与人参和牛油果活性成分的多靶点协同效应, 以及纳米技术提升生物利用度密切相关。本研究为人参牛油果丸纳米制剂在预防和辅助治疗年龄相关性疾病和代谢性疾病方面提供了初步的实验依据, 也为其进一步开发和应用奠定了基础。

#### 参考文献

- [1] Assessment TJTFfGot, China MoCRi. 中国心血管病风险评估和管理指南 [J]. 中国循环杂志, 2019, 34(01): 4-28.
- [2] 王晨莉, 窦金金, 侯惠玲, 等. 药食同源中药防治中枢神经系统疾病的研究进展 [J]. 中中药学, 2024, 22(12): 3318-3327.
- [3] Abdul Manap AS, Almadodi R, Sultana S, et al. Alzheimer's disease: A review on the current trends of the effective diagnosis and therapeutics [J]. Front Aging Neurosci, 2024, 16: 1429211.
- [4] Collaborators GBDDF. Estimation of the global prevalence of dementia in 2019 and forecasted prevalence in 2050: An analysis for the global burden of disease study 2019 [J]. Lancet Public Health, 2022, 7(2): e105-e125.
- [5] 李意春, 郝二伟, 刘婧曦, 等. 中国和东盟国家常用传统药物治疗糖尿病及其并发症药理作用的研究进展 [J]. 中草药, 2021, 52(04): 1165-1176.
- [6] 王馨妍, 孙凤霄, 张敬, 等. 代谢性心血管疾病发病机制及中医药治疗研究进展 [J]. 辽宁中医杂志: 1-13.
- [7] 杜莹, 邸晴, 赵相轩. 人参化学成分与药理作用研究进展 [J]. 药学前沿, 2025, 29(09): 1576-1592.
- [8] 李红蓉, 张世雄, 李雅文, 等. 人参抗衰老研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(03): 196-207.
- [9] 陈宏著, 邓新宇, 黄达荣, 等. 牛油果油的营养成分和功效研究进展 [J]. 中国油脂, 2022, 47(08): 90-96.
- [10] Singh AR, Desu PK, Nakkala RK, et al. Nanotechnology-based approaches applied to nutraceuticals [J]. Drug Deliv Transl Res, 2022, 12(3): 485-499.
- [11] Farokhzad OC, Langer R. Impact of nanotechnology on drug delivery [J]. ACS Nano, 2009, 3(1): 16-20.
- [12] Pan W, Zheng X, Chen G, et al. Nanotechnology's application in type 1 diabetes [J]. Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol, 2020, 12(6): e1645.
- [13] Song N, Sun S, Chen K, et al. Emerging nanotechnology for alzheimer's disease: From detection to treatment [J]. J Control Release, 2023, 360: 392-417.
- [14] 郑晓宇, 宋文婷, 张业昊, 等. 中药组分配伍理论研究思路 [J]. 中国中西医结合杂志, 2025, 45(11): 1311-1316.
- [15] Khan A, Fahad TM, Akther T, et al. Carbofuran accelerates the cellular senescence and declines the life span of spns1 mutant zebrafish [J]. J Cell Mol Med, 2021, 25(2): 1048-

- 1059.
- [16] Sasaki T, Lian S, Qi J, et al. Aberrant autolysosomal regulation is linked to the induction of embryonic senescence: Differential roles of beclin 1 and p53 in vertebrate spns1 deficiency [J]. PLoS Genet, 2014, 10(6): e1004409.
- [17] Kishi S, Bayliss PE, Uchiyama J, et al. The identification of zebrafish mutants showing alterations in senescence-associated biomarkers [J]. PLoS Genet, 2008, 4(8): e1000152.
- [18] 陈昕, 阚晨静, 高磊, 等. 人参在心血管系统疾病中的研究进展 [J]. 云南中医中药杂志, 2021, 42(11): 79-82.
- [19] 张瑜玉, 张炜, 孔德志. 人参皂苷 rd 的神经保护作用机制研究进展 [J]. 现代中药研究与实践, 2023, 37(02): 92-97.
- [20] Motta JR, Jung I, Azzolin VF, et al. Avocado oil (persea americana) protects sh-sy5y cells against cytotoxicity triggered by cortisol by the modulation of bdnf, oxidative stress, and apoptosis molecules [J]. J Food Biochem, 2021, 45(2): e13596.
- [21] 孙美, 李继文, 马金颖, 等. 稀有人参皂苷的生物转化及其降血糖活性研究进展 [J]. 吉林农业大学学报, 2023, 45(06): 674-684.

**版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**