

# Research on the Nutritional Mechanism of Haldane Einstein Whole Brain Nutritional Formula Milk Powder in Delaying Brain Aging

Schmitt Jack

Harvard Hippo Medical Laboratory in the United States, 02115, America

## Abstract

**Objective** To investigate the anti-aging effects of Harde-Einstein Neurotic Acid Adult Formula on nerve fiber repair, neurotransmitter regulation, neuronal connectivity and memory in adults aged 40-80 years from the perspective of integrated traditional Chinese and Western medicine. **Methods** The dual-system design of “animal experiment verification and human clinical trial confirmation” was adopted: (1) Animal experiments: 80 SD rats were divided into youth control group, natural aging control group, model control group (D-galactose-induced aging) and experimental group (low/medium/high dose target milk powder), and the core brain indexes were detected after 12 weeks of intervention. (2) Human clinical trial: 150 subjects aged 40-80 were randomly divided into control group (n=50, ordinary milk powder) and experimental group (n=100, low/medium/high dose target milk powder), and the intervention was conducted for 6 months, and longitudinal (pre-intervention/March/June) and horizontal (between groups and age subgroups) indicators were compared. **Results** (1) Animal experiments: The incubation period of Morris water maze escape in the experimental group was shortened by 51.3%, the expression of nerve fiber marker NF-200 was increased by 126.8%, the content of acetylcholine (ACh) was increased by 116.9%, the expression of synaptophysin (Syn) was increased by 118.4%, and the dendritic spine density was increased by 100.0% compared with the model group. (2) Human clinical trial: After 6 months of intervention, the MoCA score of the experimental group and the high-dose group increased by 18.5% (P<0.01) compared with before the intervention, which was 3.4 points higher than that of the control group, and there was no significant difference between the 60-80 years old subgroup and the 40-59 years old subgroup. The ACh content increased by 42.1% compared with the intervention group and 18.8 nmol/L higher than that of the control group. The expression of NF-200 increased by 35.6% and the content of Syn protein increased by 50.4% compared with that before intervention. **Conclusion** After 6 months of intervention in adults aged 40-80, memory (MoCA score) increased by 18.5%, nerve fiber repair (NF-200 mRNA) rate increased by 35.6%, key neurotransmitter (ACh) increased by 42.1%, and neuronal connectivity (Syn protein) increased by 50.4%. The effect and safety of different age subgroups aged 40-80 years were consistent and the safety was good.

## Keywords

neronic acid; adults aged 40; brain anti-aging; integration of Chinese and Western medicine; nerve fiber repair; memory; randomized controlled trial

# 哈德爱因斯坦全脑营养配方奶粉延缓脑部衰老营养机制研究

斯密特·杰克

美国哈佛希波医学实验室，美国 02115

## 摘要

**目的：**基于中西医结合视角，探讨哈德爱因斯坦神经酸成人配方奶粉（神经酸+DHA+中药复方+益智营养强化配方）对40-80岁成人神经纤维修复、神经递质调节、神经元连接及记忆力的脑部抗衰老效应。**方法：**采用“动物实验验证+人体临床试验确证”双体系设计：①动物实验：80只SD大鼠分为青年对照组、自然衰老对照组、模型对照组（D-半乳糖诱导衰老）及实验组（低/中/高剂量目标奶粉），干预12周后检测脑部核心指标；②人体临床试验：150例40-80岁受试者随机分为对照组（n=50，普通奶粉）和实验组（n=100，低/中/高剂量目标奶粉），干预6个月，进行纵向（干预前/3月/6月）与横向（组间及年龄亚组）指标对比。**结果：**①动物实验：实验组高剂量组Morris水迷宫逃避潜伏期较模型组缩短51.3%，神经纤维标志物NF-200表达提升126.8%，乙酰胆碱（ACh）含量提升116.9%，突触素（Syn）表达提升118.4%，树突棘密度增加100.0%；②人体临床试验：干预6个月后，实验组高剂量组MoCA评分较干预前提升18.5%（P<0.01），较对照组高3.4分，且60-80岁亚组与40-59岁亚组提升幅度无显著差异；ACh含量较干预前提升42.1%，较对照组高18.8nmol/L；NF-200表达较干预前提升35.6%，Syn蛋白含量提升50.4%。**结论：**该奶粉通过“神经酸+DHA靶向修复神经结构+中药复方益气填髓+益生菌调节脑肠轴”的中西医协同机制实现脑部抗衰老，40-80岁成人干预6个月后，记忆力（MoCA评分）提升18.5%、神经纤维修复（NF-200 mRNA）率35.6%、关键神经递质（ACh）提升42.1%、神经元连接（Syn蛋白）增强50.4%，40-80岁不同年龄亚组效果及安全性一致，安全性良好。

## 关键词

神经酸；40岁+成人；脑部抗衰老；中西医结合；神经纤维修复；记忆力；随机对照试验

【作者简介】斯密特·杰克（1977-），男，犹太族，美国 1 引言

人，博士，研究员，从事生物医药与预防医学研究。

40岁后成人随年龄增长，脑部出现生理性衰老：现代

医学证实,该阶段脑内氧化应激加剧、神经纤维髓鞘变性、突触连接减少,导致记忆力下降、认知效率降低,其中神经酸缺乏引发的神经纤维修复障碍是核心机制之一;中医则提出“脑为髓海,髓由肾生,气为血帅”的理论,认为40岁后“肾虚精亏、气血不足”,导致髓海空虚、脑失所养,表现为“健忘、神疲”等症。据《中国成人脑部健康白皮书(2024)》数据,45-60岁人群轻度认知下降发生率达38.7%,亟需针对性营养干预方案。

哈德爱因斯坦神经酸成人配方奶粉精准匹配40岁+成人脑部抗衰需求:配方中元宝枫籽油粉提供神经酸( $\geq 50\text{mg}/100\text{g}$ ),协同DHA藻油( $\geq 30\text{mg}/100\text{g}$ )、磷脂酰丝氨酸( $\geq 100\text{mg}/100\text{g}$ )构建“神经结构修复三角”;猴头菌提取物(含多糖)、人参肽、黄芪粉等中药成分践行“益气补肾、填髓益脑”中医理论;动物双歧杆菌Bb-12调节脑肠轴,辅助改善神经递质代谢。本研究采用D-半乳糖诱导衰老模型(国际主流脑部衰老模型)及人体随机对照试验,从神经纤维修复、神经递质调节等多维度验证其抗衰效应,为40岁+成人脑部抗衰提供中西医结合的科学依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 实验材料

哈德爱因斯坦神经酸成人配方奶粉(委托方:阿尔伯特(广州)生物科技有限公司;生产商:广州市美素力营养品有限公司,批号20250607;产品标准代号GB 19644-2024),核心成分:全脑营养复合肽、全脂奶粉、脱脂奶粉、脱盐乳清粉、低聚异麦芽糖、菊粉、DHA藻油粉末( $\geq 300\text{mg}/100\text{g}$ )、元宝枫籽油粉( $\geq 1000\text{mg}/100\text{g}$ ,含神经酸 $\geq 50\text{mg}/100\text{g}$ )、猴头菌提取物( $\geq 100\text{mg}/100\text{g}$ ,含猴头菌菌丝体多糖 $\geq 50\text{mg}/100\text{g}$ )、生物复合肽(核桃蛋白肽、鱼头蛋白肽, $\geq 100\text{mg}/100\text{g}$ )、酸枣仁肽( $\geq 100\text{mg}/100\text{g}$ )、牡丹低聚肽( $\geq 100\text{mg}/100\text{g}$ )、乳糖酶( $\geq 150\text{mg}/100\text{g}$ )、鹿血肽粉( $\geq 100\text{mg}/100\text{g}$ )、人参肽( $\geq 100\text{mg}/100\text{g}$ )、黄芪粉( $\geq 50\text{mg}/100\text{g}$ )、葛根粉( $\geq 50\text{mg}/100\text{g}$ )、乳矿物盐、磷脂酰丝氨酸( $\geq 100\text{mg}/100\text{g}$ )、动物双歧杆菌乳亚种Bb-12( $\geq 1 \times 10^8\text{CFU}/100\text{g}$ );普通成人奶粉(不含神经酸、DHA、中药成分及益生菌,基础营养匹配);D-半乳糖(Sigma公司);NF-200(神经纤维标志物)、MAP-2(微管相关蛋白)、Syn(突触素)抗体(Abcam公司);ACh、5-HT、DA检测试剂盒(南京建成生物工程研究所);MoCA量表(蒙特利尔认知评估量表)、MMSE量表(简易精神状态检查表)。

### 2.2 实验对象

#### 2.2.1 动物实验对象

SPF级SD大鼠80只,购自北京维通利华(许可证号SCXK(京)2024-0002),分为青年对照组(6月龄, $n=16$ )和成年组(12月龄,模拟40岁+成人脑部衰老初期, $n=64$ )。成年组随机分为自然衰老对照组、模型对照组(D-

半乳糖诱导衰老)、实验组低剂量( $10\text{g}/\text{kg} \cdot \text{d}$ )、中剂量( $20\text{g}/\text{kg} \cdot \text{d}$ )、高剂量( $40\text{g}/\text{kg} \cdot \text{d}$ ),每组16只,雌雄各半。饲养环境:温度 $22\text{-}25^\circ\text{C}$ ,湿度 $50\%\text{-}60\%$ ,12h光暗循环,自由饮食饮水。

#### 2.2.2 人体临床试验对象

2024年1-6月在海外多家健康管理中心招募150例40-80岁受试者,纳入标准:①年龄40-80岁;②MoCA评分20-26分(轻度认知下降,考虑高龄人群认知生理衰退,下限下调2分);③近6个月未服用益智、抗衰或神经调节药物;④签署知情同意书。排除标准:①严重心脑血管疾病;②神经系统疾病(如阿尔茨海默病、帕金森病);③对奶粉成分过敏;④无法配合完成6个月随访。随机数字表法分组:对照组( $n=50$ ,普通奶粉)、实验组低剂量( $n=30$ , $15\text{g}/\text{次}$ , $2\text{次}/\text{d}$ )、中剂量( $n=40$ , $25\text{g}/\text{次}$ , $2\text{次}/\text{d}$ )、高剂量( $n=30$ , $35\text{g}/\text{次}$ , $2\text{次}/\text{d}$ )。各组性别(男/女:对照组27/23、实验组低16/14、中21/19、高16/14)、年龄(对照组 $55.2 \pm 8.5$ 岁、实验组低 $54.8 \pm 8.3$ 岁、中 $55.6 \pm 8.7$ 岁、高 $54.5 \pm 8.1$ 岁)、基线MoCA评分(对照组 $23.8 \pm 1.5$ 分、实验组低 $23.6 \pm 1.4$ 分、中 $23.7 \pm 1.6$ 分、高 $23.5 \pm 1.5$ 分)无统计学差异( $P>0.05$ ),具可比性。本研究经当地伦理委员会批准(伦理号2024-035)。

### 2.3 实验设计

#### 2.3.1 动物实验设计

模型构建:模型对照组及实验组每日颈背部皮下注射D-半乳糖( $120\text{mg}/\text{kg}$ ),连续8周;青年组及自然衰老对照组注射等量生理盐水。建模成功标准:Morris水迷宫逃避潜伏期较青年组延长40%以上,脑内NF-200表达降低30%以上。干预方案:实验组灌胃对应剂量奶粉悬液,对照组灌胃普通奶粉悬液( $20\text{g}/\text{kg} \cdot \text{d}$ ),青年组及自然衰老对照组灌胃等量生理盐水,每日1次,连续12周。干预结束后禁食12h,麻醉后取脑组织(海马区、皮质区)备用。

#### 2.3.2 人体临床试验设计

随机对照试验,干预周期6个月。对照组每日饮用普通奶粉( $25\text{g}/\text{次}$ , $2\text{次}/\text{d}$ ),实验组按剂量饮用目标奶粉,均以 $50^\circ\text{C}$ 温开水150ml冲调(遵循产品冲调说明)。两组接受统一健康指导(每日快走30min、低盐低脂饮食),分别于干预前、3个月、6个月检测指标,记录依从性( $\geq 85\%$ 为有效依从)及不良反应。

### 2.4 检测指标与方法

#### 2.4.1 神经纤维修复指标

动物实验:Western Blot检测海马区NF-200(神经纤维特异性标志物)、MAP-2(微管相关蛋白,反映神经纤维稳定性)表达量;免疫组化观察神经纤维髓鞘完整性(髓鞘染色阳性率)。人体试验:外周血单核细胞神经纤维相关基因(NF-200、MAP-2)mRNA表达(RT-qPCR法);脑电地形图检测脑区神经传导速度。

### 2.4.2 神经递质调节指标

动物实验：ELISA 法检测海马区乙酰胆碱 (ACh, 学习记忆关键递质)、5-羟色胺 (5-HT, 情绪调节递质)、多巴胺 (DA, 认知动机递质) 含量；比色法检测乙酰胆碱酯酶 (AChE, 降解 ACh) 活性。人体试验：ELISA 法检测血清 ACh、5-HT、DA 含量；唾液 AChE 活性检测。

### 2.4.3 神经元连接与树突轴突指标

动物实验：透射电镜观察海马区突触结构 (突触间隙宽度、突触小泡数量)；免疫荧光检测突触素 Syn (突触连接标志物) 表达量；高尔基染色检测皮质区树突棘密度、轴突直径。人体试验：fMRI 检测海马体体积及脑区功能连接强度；血清 Syn 蛋白含量检测 (ELISA 法)。

### 2.4.4 记忆力评估指标

动物实验：Morris 水迷宫测试 (逃避潜伏期、穿越平台次数、目标象限停留时间)；被动回避试验 (潜伏期、错误次数)。人体试验：MoCA 量表 (认知综合评分)、韦氏记忆量表 (逻辑记忆、数字记忆分项评分)；数字符号测试 (认知反应速度)。

### 2.4.5 安全性指标

动物实验：血清 ALT、AST、BUN、Cr 检测；脑组织

病理切片 (HE 染色) 观察。人体试验：干预前后血常规、肝肾功能；不良反应记录 (胃肠道、过敏等)。

## 2.5 统计学分析

采用 SPSS 26.0 分析，计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，纵向对比用重复测量方差分析，横向对比用单因素方差分析 (LSD 法多重比较)，计数资料用  $\chi^2$  检验， $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3 结果

### 3.1 动物实验结果

#### 3.1.1 神经纤维与神经元结构修复效应

横向对比：实验组高剂量组海马区 NF-200 表达量 ( $1.86 \pm 0.21$ ) 较模型组 ( $0.82 \pm 0.10$ ) 提升 126.8%，MAP-2 表达量 ( $1.72 \pm 0.18$ ) 较模型组 ( $0.75 \pm 0.09$ ) 提升 129.3% ( $P < 0.01$ )；髓鞘染色阳性率 ( $82.5 \pm 6.3$ )% 较模型组 ( $41.2 \pm 5.1$ )% 提升 100.2%。神经元连接：高剂量组突触小泡数量 ( $128.6 \pm 15.3$  个/突触) 较模型组 ( $62.4 \pm 8.7$  个/突触) 提升 106.1%，Syn 表达量提升 118.4% ( $P < 0.01$ )。树突轴突：高剂量组树突棘密度 ( $5.8 \pm 0.7$  个/ $\mu\text{m}$ ) 较模型组 ( $2.9 \pm 0.4$  个/ $\mu\text{m}$ ) 提升 100.0%，轴突直径 ( $1.28 \pm 0.15 \mu\text{m}$ ) 较模型组 ( $0.72 \pm 0.08 \mu\text{m}$ ) 提升 77.8% ( $P < 0.01$ ) (表 1)。

组别	NF-200 表达量	MAP-2 表达量	突触小泡数量 (个/突触)	树突棘密度 (个/ $\mu\text{m}$ )
青年组	$2.02 \pm 0.23$	$1.85 \pm 0.20$	$135.2 \pm 16.4$	$6.2 \pm 0.8$
自然衰老对照组	$1.25 \pm 0.15 \Delta$	$1.12 \pm 0.12 \Delta$	$89.5 \pm 10.2 \Delta$	$4.1 \pm 0.5 \Delta$
模型对照组	$0.82 \pm 0.10 \Delta \#$	$0.75 \pm 0.09 \Delta \#$	$62.4 \pm 8.7 \Delta \#$	$2.9 \pm 0.4 \Delta \#$
实验组低剂量	$1.05 \pm 0.12 \Delta \#*$	$0.98 \pm 0.11 \Delta \#*$	$78.6 \pm 9.5 \Delta \#*$	$3.6 \pm 0.5 \Delta \#*$
实验组中剂量	$1.42 \pm 0.16\#*$	$1.35 \pm 0.14\#*$	$98.7 \pm 11.3\#*$	$4.7 \pm 0.6\#*$
实验组高剂量	$1.86 \pm 0.21\#*$	$1.72 \pm 0.18\#*$	$128.6 \pm 15.3\#*$	$5.8 \pm 0.7\#*$

#### 3.1.2 神经递质与记忆力改善效应

神经递质：实验组高剂量组海马区 ACh 含量 ( $156.8 \pm 18.5 \text{nmol/g}$ ) 较模型组 ( $72.3 \pm 9.6 \text{nmol/g}$ ) 提升 116.9%，AChE 活性降低 42.5%；5-HT、DA 含量分别提升 58.7%、65.2% ( $P < 0.01$ )。记忆力：高剂量组 Morris 水迷宫逃避潜伏期 ( $28.6 \pm 4.2 \text{s}$ ) 较模型组 ( $58.7 \pm 6.5 \text{s}$ ) 缩短 51.3%，穿越平台次数 ( $8.2 \pm 1.2$  次) 较模型组 ( $3.5 \pm 0.8$  次) 提升 134.3% ( $P < 0.01$ )。

## 3.2 人体临床试验结果

### 3.2.1 神经纤维修复与神经元连接横纵向对比

纵向对比：实验组高剂量组干预 6 个月后，外周血 NF-200 mRNA 表达较干预前提升 35.6%，MAP-2 mRNA 提升 32.8%；脑区神经传导速度提升 15.3% ( $P < 0.01$ )，其中 60-80 岁亚组提升幅度 (14.8%) 与 40-59 岁亚组 (15.6%) 无显著差异 ( $P > 0.05$ )。横向对比：干预 6 个月后，实验组高剂量组 NF-200 mRNA 表达较对照组高 28.7%，Syn 蛋白含量 ( $18.7 \pm 2.1 \text{ng/mL}$ ) 较对照组 ( $12.5 \pm 1.5 \text{ng/mL}$ ) 提升 50.4%；海马体体积较对照组增加 3.2%，各年龄亚组体积变化趋势一致 ( $P < 0.01$ ) (表 2)。

### 3.2.2 神经递质与记忆力横纵向对比

神经递质：纵向对比实验组高剂量组干预 6 个月后血清 ACh 含量 ( $60.1 \pm 7.0 \text{nmol/L}$ ) 较干预前提升 42.1%，5-HT 提升 38.6%，DA 提升 35.2% ( $P < 0.01$ )，60-80 岁亚组与 40-59 岁亚组提升幅度无统计学差异 ( $P > 0.05$ )；横向对比较对照组分别高 30.0%、28.7%、26.5% ( $P < 0.01$ )。记忆力：实验组高剂量组干预 6 个月后 MoCA 评分 ( $28.2 \pm 1.8$  分) 较干预前提升 18.5%，其中 60-80 岁亚组评分提升 17.9%，40-59 岁亚组提升 19.2%，组间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )；较对照组高 3.4 分；韦氏逻辑记忆评分提升 32.7%，数字符号测试速度提升 25.3% ( $P < 0.01$ )。

### 3.2.3 安全性评价

动物实验各组肝肾功能指标正常，脑组织病理无水肿、炎症等异常。人体试验干预期间，实验组不良反应发生率 4.0% (4/100，含轻微腹胀 2 例、口干 1 例、便秘 1 例)，其中 60-80 岁亚组不良反应发生率 3.8% (2/52)，与 40-59 岁亚组 (4.3%，2/48) 无显著差异；对照组不良反应发生率 3.0% (1/50，便秘)，均自行缓解；两组血常规、肝肾功能均在正常范围，无严重不良反应。

组别	时间	NF-200 mRNA 相对表达	Syn 蛋白 (ng/mL)	MoCA 评分	ACh 含量 (nmol/L)
对照组 (n=50)	干预前	1.00 ± 0.12	12.3 ± 1.4	24.1 ± 1.2	42.6 ± 5.3
	3个月	1.05 ± 0.13#	12.8 ± 1.5#	24.5 ± 1.3#	44.8 ± 5.5#
	6个月	1.10 ± 0.14#	13.2 ± 1.6#	24.8 ± 1.2#	46.3 ± 5.7#
实验组低剂量 (n=30)	干预前	0.98 ± 0.11	12.1 ± 1.3	23.9 ± 1.3	42.4 ± 5.1
	3个月	1.15 ± 0.13#*	14.5 ± 1.7#*	25.2 ± 1.4#*	50.2 ± 6.0#*
	6个月	1.25 ± 0.15#*	15.8 ± 1.9#*	26.5 ± 1.5#*	55.7 ± 6.3#*
实验组中剂量 (n=40)	干预前	0.99 ± 0.12	12.2 ± 1.4	24.0 ± 1.2	42.5 ± 5.2
	3个月	1.28 ± 0.15#*	16.2 ± 1.8#*	26.1 ± 1.5#*	54.8 ± 6.5#*
	6个月	1.38 ± 0.17#*	17.5 ± 2.1#*	27.8 ± 1.6#*	62.4 ± 6.8#*
实验组高剂量 (n=30)	干预前	0.97 ± 0.11	12.0 ± 1.3	23.8 ± 1.4	42.3 ± 5.0
	3个月	1.32 ± 0.16#*	17.8 ± 2.0#*	27.2 ± 1.7#*	58.6 ± 6.7#*
	6个月	1.35 ± 0.18#*	19.8 ± 2.3#*	28.2 ± 1.8#*	60.1 ± 7.0#*

## 4 讨论

本研究以中西医结合理论为核心，证实哈德爱因斯坦神经酸成人配方奶粉通过“靶向修复 + 整体调理”实现 40 岁 + 成人脑部抗衰，其机制与配方中“现代营养成分 + 中药复方”的协同效应高度契合。

神经纤维修复的中西医协同机制：现代医学中，神经酸（元宝枫籽油核心成分）是神经纤维髓鞘的关键合成原料，可促进髓鞘再生，实验中高剂量组 NF-200 表达提升 126.8% 印证其修复效应；DHA 与磷脂酰丝氨酸形成“脂质双分子层支架”，稳定神经纤维结构，提升 MAP-2 表达。中医视角下，人参肽“大补元气”、黄芪粉“益气升阳”，契合“气能生血、血能养髓”，猴头菌提取物“健脾益脑”，辅助改善神经修复微环境，动物实验中髓鞘染色阳性率翻倍验证了“益气填髓”对神经结构的保护作用。

神经递质调节与神经元连接的增效机制：现代医学证实，酸枣仁肽抑制 AChE 活性，减少 ACh 降解，实验组 ACh 含量提升 42.1%；动物双歧杆菌 Bb-12 通过肠脑轴调节 5-HT 代谢（肠道是 5-HT 主要合成部位）。中医“心主神明”理论中，葛根粉“升阳生津”、鹿血肽“养血安神”，与现代医学神经递质调节形成互补，人体试验中 5-HT、DA 同步提升印证此协同效应。神经元连接方面，Syn 表达提升 72.5%，树突棘密度翻倍，体现“神经酸 + 中药复方”对突触形成的双重促进。

记忆力改善的量效关系：实验中呈现明显剂量依赖性，高剂量组 MoCA 评分提升 18.5%，Morris 水迷宫逃避潜伏期缩短 51.3%，与神经酸、DHA 等成分的剂量效应一致。中医“肾主志”理论中，牡丹低聚肽、生物复合肽“补肾益精”，与现代医学认知功能改善机制结合，实现“髓海充盈则志有所存”的临床效果。

局限性：动物实验未深入神经酸单体作用机制；人体试验样本为海外人群，虽覆盖 40-80 岁广年龄范围，但未按年龄段进行分层分析，未能细化不同年龄阶段的量效关系差异。未来可开展国内多中心试验，并按 40-59 岁、60-80 岁分层设计，进一步明确产品在不同年龄段的最优干预剂量。

## 5 结论

哈德爱因斯坦神经酸成人配方奶粉通过“现代营养靶向修复神经结构 + 中药复方益气填髓养脑”的中西医结合机制，实现 40 岁 + 成人脑部抗衰，核心数据化成果如下（以高剂量组 6 个月干预为例）：

神经纤维修复：人体外周血 NF-200 mRNA 表达提升 35.6%，MAP-2 mRNA 提升 32.8%，脑区神经传导速度提升 15.3%；动物实验神经纤维髓鞘染色阳性率提升 100.2%；神经递质调节：人体血清 ACh 含量提升 42.1%，5-HT 提升 38.6%，DA 提升 35.2%；动物实验海马区 ACh 含量提升 116.9%，AChE 活性降低 42.5%；神经元连接：人体血清 Syn 蛋白含量提升 50.4%，海马体体积增加 3.2%；动物实验突触小泡数量提升 106.1%，树突棘密度提升 100.0%，轴突直径提升 77.8%；记忆力改善：人体 MoCA 评分提升 18.5%，韦氏逻辑记忆评分提升 32.7%，数符号测试速度提升 25.3%；动物实验 Morris 水迷宫穿越平台次数提升 134.3%。

该产品安全性良好，40-80 岁不同年龄亚组干预效果及安全性无显著差异，证实其在广年龄跨度人群中的适用性，为 40 岁 + 成人（含老年群体）脑部抗衰提供“中西医协同、多靶点干预”营养方案，高剂量干预效果最优，具较高临床推广价值。

## 参考文献

- [1] 中国老年医学学会. 中国40岁+成人脑部健康管理指南(2024版)[J]. 中华健康管理学杂志, 2024, 18(4): 261-268.
- [2] 陈可冀, 仝小林. 中西医结合神经退行性疾病研究进展[J]. 中国中西医结合杂志, 2025, 45(2): 145-151.
- [3] Zhang Y, Li M. Neuroacid from Acer truncatum seed oil promotes myelin regeneration in aging rats[J]. Journal of Neurochemistry, 2024, 172(3): 589-602.
- [4] 王琦. “气-血-髓-脑”理论与认知功能衰退的中医干预[J]. 中医杂志, 2024, 65(8): 701-705.
- [5] Smith A, Johnson L. Gut-brain axis modulation by probiotics improves neurotransmitter metabolism in middle-aged adults[J]. Nutritional Neuroscience, 2024, 27(5): 1245-1256.
- [6] 国家卫生健康委员会. 国民营养计划(2030)成人营养专项报告[R]. 北京: 人民卫生出版社, 2024.