

· 论 著 ·

基于组轨迹模型的老年人膳食多样性与认知功能研究

董春玲^{1,2}, 王冲³, 关添元², 刘玥², 李雪莹², 张玉海²

1.陕西中医药大学公共卫生学院, 陕西 咸阳 712046; 2.空军军医大学军事预防医学系军队卫生统计学教研室, 特殊作业环境危害评估与防治教育部重点实验室, 陕西 西安 710032; 3.陕西中医药大学医学科研实验中心, 陕西 咸阳 712046

摘要: **目的** 应用组轨迹模型分析老年人膳食多样性与认知功能的关系, 为制定膳食预防认知功能损伤策略提供依据。**方法** 基于中国老年健康影响因素跟踪调查 (CLHLS) 项目, 收集2008—2018年≥65岁老年人的人口学信息、生活行为、心理幸福感和日常生活活动能力等资料。采用食物频率问卷调查膳食多样性, <7分判定为低膳食多样性。采用中文版简易精神状态检查表评估认知功能, 以2008—2018年认知功能得分建立组轨迹模型, 分析认知功能变化轨迹; 采用无序多分类logistic回归模型分析膳食多样性与认知功能的关联。**结果** 收集1 613人资料, 年龄 $M(Q_R)$ 为72.00 (10.00)岁。男性810人, 占50.22%; 女性803人, 占49.78%。组轨迹模型分析结果分为低水平正常组、高水平正常组和先慢后快下降组, 分别为796、585和232人, 占49.35%、36.27%和14.38%; 其中低膳食多样性分别为497、311和166人, 占62.44%、53.16%和71.55%, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。无序多分类logistic回归分析结果显示, 调整人口学信息、生活行为、心理幸福感和日常生活活动能力后, 先慢后快下降组与高水平正常组比较, 低膳食多样性 ($OR=1.622$, 95% CI : 1.103~2.384) 与老年人认知功能存在统计学关联。**结论** 低膳食多样性可能增加老年人认知功能损伤风险。

关键词: 认知功能; 膳食多样性; 老年人; 组轨迹模型

中图分类号: R195 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-5087 (2025) 09-0865-05

Association between dietary diversity and cognitive function among the elderly based on group-based trajectory model

DONG Chunling^{1,2}, WANG Chong³, GUAN Tianyuan², LIU Yue², LI Xueying², ZHANG Yuhai²

1.School of Public Health, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi 712046, China; 2.Department of Military Health Statistics, Faculty of Military Preventive Medicine, Air Force Medical University, Key Laboratory of Hazard Assessment and Control in Special Operational Environment, Ministry of Education, Xi'an, Shaanxi 710032, China; 3.Medical Research Experimental Center, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi 712046, China

Abstract: Objective To analyze the association between dietary diversity and cognitive function among the elderly using group-based trajectory model, so as to provide the basis for formulating dietary intervention strategies to prevent cognitive impairment. **Methods** Based on the Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (CLHLS) project, demographic information, lifestyle behaviors, psychological well-being, and activities of daily living of elderly individuals aged ≥65 years from 2008 to 2018 were collected. Dietary diversity was assessed using a food frequency questionnaire, with a score of <7 points defined as low dietary diversity. Cognitive function was evaluated using the Chinese version of the Mini-Mental State Examination (MMSE). A group-based trajectory model was established based on cognitive function scores from 2008 to 2018 to analyze the trajectories of cognitive function change. The association between dietary diversity and cognitive function was analyzed using a multinomial logistic regression model. **Results** A total of 1 613 individuals were collected, with a median age was 72.00 (interquartile range, 10.00) years. There were 810 males (50.22%) and 803 females (49.78%). The group-based trajectory model analysis categorized the participants into three groups: the

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2025.09.001

基金项目: 国家自然科学基金项目 (82473726, 82073662)

作者简介: 董春玲, 硕士研究生在读, 公共卫生专业

通信作者: 张玉海, E-mail: zhyh@fmmu.edu.cn

low-level normal group, the high-level normal group, and the slow-then-rapid decline group, comprising 796 (49.35%), 585 (36.27%), and 232 (14.38%) individuals, respectively. Among these groups, the numbers of individuals with low dietary diversity were 497 (62.44%), 311 (53.16%), and 166 (71.55%), respectively, with a statistically significant difference ($P < 0.05$). Multinomial logistic regression analysis showed that after adjusting for demographic information, lifestyle behaviors, psychological well-being, and activities of daily living, compared with the high-level normal group, low dietary diversity was statistically associated with cognitive function in the slow-then-rapid decline group ($OR = 1.622$, 95%CI: 1.103–2.384). **Conclusion** Low dietary diversity may increase the risk of cognitive impairment among the elderly.

Keywords: cognitive function; dietary diversity; the elderly; group-based trajectory model

截至 2023 年末,我国 ≥ 60 岁人口占总人口的 21.1%,进入中度老龄化社会^[1]。随着年龄增长,老年人认知功能损伤风险明显增加^[2]。认知功能损伤不仅严重影响老年人生活质量,更给家庭和社会带来沉重的经济负担。及早识别可改变的危险因素并开展针对性预防,对减少或延缓认知障碍进展至关重要^[3]。既往研究表明,年龄、遗传因素、心理状况和生活方式等是影响老年人认知功能的重要因素^[4],饮食通过营养物质的抗氧化、神经递质调节及脑结构维持等直接作用影响认知功能受到关注^[5]。本研究基于中国老年健康影响因素跟踪调查(Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey, CLHLS)项目,采用组轨迹模型分析老年人膳食多样性与认知功能的关联,为制定膳食预防认知功能损伤策略提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究资料来源于 CLHLS 项目 2008—2018 年数据库,该项目由北京大学健康老龄与发展研究中心/国家发展研究院组织调查,覆盖全国 23 个省(自治区、直辖市),调查 ≥ 35 岁人群,每 2~3 年开展 1 次随访调查。本研究对象纳入标准:(1)基线时认知功能得分 ≥ 24 分;(2)年龄 ≥ 65 岁;(3)2008 年、2011 年、2014 年和 2018 年均完成随访调查。排除标准:(1)患精神疾病;(2)患恶性肿瘤;(3)评估膳食多样性的变量缺失 $\geq 30\%$ 。CLHLS 项目通过北京大学生物医学伦理委员会审查(IRB00001052-13074)。研究对象均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集

通过 CLHLS 项目 2008—2018 年数据库收集老年人资料,包括:(1)人口学信息,年龄、性别、民族、居住地、文化程度、婚姻状况和退休前职业;(2)生活行为,吸烟、饮酒和棋牌活动;(3)心理幸福感受得分;(4)日常生活活动能力得分。

1.2.2 认知功能评估

采用中文版简易精神状态检查表^[6]评估认知功能。该量表共 24 个条目,包括定向、注册、注意力、记忆、语言和视觉构建技能的认知维度。总分为 0~30 分,0~9 分为严重损伤,10~17 分为中度损伤,18~23 分为轻度损伤,24~30 分为正常^[7]。该量表的 Cronbach's α 为 0.96^[8]。

1.2.3 膳食多样性调查

采用 CLHLS 项目中的食物频率问卷调查 13 种食物的摄入频率,包括新鲜水果、蔬菜、肉类、鱼类、蛋类、豆类、腌制蔬菜、糖、茶、大蒜、牛奶、坚果、蘑菇或海藻;新鲜水果和蔬菜摄入频率为几乎每天或经常、其他 11 种食物摄入频率为几乎每天计 1 分,反之计 0 分,所有食物计分之总和为膳食多样性评分(dietary diversity score, DDS)。总分为 0~13 分,DDS 越高表示膳食多样性越高, < 7 为低膳食多样性, ≥ 7 分为高膳食多样性^[9]。

1.2.4 组轨迹模型建立及评价

组轨迹模型于 1999 年提出,假设轨迹组中的所有个体具有相同行为,用于探索类别(子群)之间的差异。本研究采用 R 4.4.1 软件建立认知功能组轨迹模型,纳入 2008 年、2011 年、2014 年和 2018 年研究对象认知功能得分,预先构建包含 1~6 个潜在轨迹组候选模型,每个轨迹组分别采用线性、二次多项式和三次多项式函数进行参数化,捕捉认知功能随时间的动态变化,估计各组轨迹参数,评估模型的拟合优度及轨迹特征的临床可解释性,选取最优轨迹模型^[10]。

采用以下指标评价模型拟合效果:(1)赤池信息准则(Akaike information criterion, AIC)和贝叶斯信息准则(Bayesian information criterion, BIC),值越小表示模型拟合越好;(2)平均后验概率(average posterior probability, Avepp),量化个体归属于最可能潜在类别的概率,评估分组结果的可靠性, > 0.7 为分组结果具有合理可靠性;(3)正确分类优势(odds of correct classification, OCC),评估研究对象

正确分类到每一组的概率，>5 表示模型分配精度较高；（4）每个轨迹组的成员数不少于样本量的 5%，保证模型的稳定性和代表性。

1.3 统计分析

采用 SPSS 26.0 软件统计分析。定量资料不服从正态分布的采用中位数和四分位数间距 [$M(Q_R)$] 描述，组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验；定性资料采用相对数描述，组间比较采用 χ^2 检验。采用无序多分类 logistic 回归模型分析膳食多样性与认知功能的关联。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

收集 1 613 名老年人资料，年龄 $M(Q_R)$ 为 72.00 (10.00) 岁。男性 810 人，占 50.22%；女性 803 人，占 49.78%。汉族 1 536 人，占 95.23%。居住在农村 1 075 人，占 66.65%。小学/初中文化程度 795 人，占 49.29%。已婚同住 1 020 人，占 63.24%。退休前职业为农业 1 139 人，占 70.61%。

2.2 认知功能轨迹分析

拟合 6 组认知功能轨迹模型，模型 3 为最优轨

迹模型，各评价指标均符合要求（AIC=28 984.210，BIC=29 079.020，3 个轨迹组的 Avepp 分别为 0.936、0.899 和 0.949，OCC 分别为 14.343、17.209 和 105.186）。根据认知功能评估标准和轨迹特点对 3 个轨迹组命名。轨迹组 1，2008 年认知功能得分为 27.99 分，随访期间有所下降，但仍维持在正常范围内，命名为低水平正常组，796 人占 49.35%。轨迹组 2，2008 年认知功能得分较高，为 29.23 分，随访期间稳定，命名为高水平正常组，585 人占 36.27%。轨迹组 3，认知功能得分由 27.34 分缓慢下降至 22.97 分，后迅速下降至 11.19 分，命名为先慢后快下降组，232 人占 14.38%。

2.3 3 组认知功能轨迹组老年人基本特征比较

低水平正常组、高水平正常组和先慢后快下降组低膳食多样性分别为 497、311 和 166 人，占 62.44%、53.16% 和 71.55%，差异有统计学意义 ($P<0.05$)。3 组认知功能轨迹组老年人的年龄、性别、居住地、文化程度、婚姻状况、退休前职业、吸烟、饮酒、棋牌活动、心理幸福感得分和日常生活活动能力得分比较，差异有统计学意义（均 $P<0.05$ ）。见表 1。

表 1 3 组认知功能轨迹组老年人基本特征比较 [n (%)]
Table 1 Comparison of basic characteristics among the elderly in three cognitive function trajectories [n (%)]

项目	研究对象 ($n=1\ 613$)	低水平正常组 ($n=796$)	高水平正常组 ($n=585$)	先慢后快下降组 ($n=232$)	χ^2/H 值	P 值
年龄 ^①	72.00 (10.00)	73.00 (10.00)	70.00 (7.00)	78.00 (11.00)	195.386	<0.001
性别					71.200	<0.001
女	803 (49.78)	422 (53.02)	221 (37.78)	160 (68.97)		
男	810 (50.22)	374 (46.98)	364 (62.22)	72 (31.03)		
民族					0.701	0.704
汉族	1 536 (95.23)	757 (95.10)	560 (95.73)	219 (94.40)		
少数民族	77 (4.77)	39 (4.90)	25 (4.27)	13 (5.60)		
居住地					14.985	0.001
农村	1 075 (66.65)	550 (69.10)	356 (60.85)	169 (72.84)		
城市	538 (33.35)	246 (30.90)	229 (39.15)	63 (27.16)		
文化程度					208.739	<0.001
未受过教育	702 (43.52)	386 (48.49)	140 (23.93)	176 (75.86)		
小学/初中	795 (49.29)	367 (46.11)	373 (63.76)	55 (23.71)		
高中及以上	116 (7.19)	43 (5.40)	72 (12.31)	1 (0.43)		
婚姻状况					60.919	<0.001
已婚同住	1 020 (63.24)	487 (61.18)	429 (73.33)	104 (44.83)		
其他	593 (36.76)	309 (38.82)	156 (26.67)	128 (55.17)		
退休前职业					36.235	<0.001
非农业	474 (29.39)	204 (25.63)	223 (38.12)	47 (20.26)		
农业	1 139 (70.61)	592 (74.37)	362 (61.88)	185 (79.74)		
吸烟					15.894	<0.001

表 1 (续) Table 1 (continued)

项目	研究对象 (n=1 613)	低水平正常组 (n=796)	高水平正常组 (n=585)	先慢后快下降组 (n=232)	χ^2/H 值	P 值
是	389 (24.12)	186 (23.37)	167 (28.55)	36 (15.52)	9.751	0.008
否	1 224 (75.88)	610 (76.63)	418 (71.45)	196 (84.48)		
饮酒					25.464	0.001
是	370 (22.94)	167 (20.98)	159 (27.18)	44 (18.97)		
否	1 243 (77.06)	629 (79.02)	426 (72.82)	188 (81.03)		
棋牌活动					25.252	<0.001
几乎每天	163 (10.11)	79 (9.92)	61 (10.43)	23 (9.91)		
≥1次/周	104 (6.45)	44 (5.53)	51 (8.72)	9 (3.88)	36.021	<0.001
≥1次/月	61 (3.78)	29 (3.64)	28 (4.79)	4 (1.72)		
<1次/月	96 (5.95)	42 (5.28)	47 (8.03)	7 (3.02)	104.518	<0.001
从不	1 189 (73.71)	602 (75.63)	398 (68.03)	189 (81.47)		
膳食多样性					25.252	<0.001
低	974 (60.38)	497 (62.44)	311 (53.16)	166 (71.55)		
高	639 (39.62)	299 (37.56)	274 (46.84)	66 (28.45)	36.021	<0.001
心理幸福感得分 ^①	27.00 (5.00)	26.60 (5.00)	27.00 (5.00)	26.00 (5.75)		
日常生活活动能力得分 ^①	24.00 (0)	24.00 (0)	24.00 (0)	24.00 (2.00)	104.518	<0.001

注：^①表示采用 $M(Q_n)$ 描述，组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验；同列其他项采用 $n(%)$ 描述，组间比较采用 χ^2 检验。

2.4 膳食多样性与认知功能关联的无序多分类 logistic 回归分析

以认知功能轨迹组为因变量，以膳食多样性为自变量，建立 3 个无序多分类 logistic 回归模型：模型 1 未调整变量，模型 2 调整年龄、性别、民族、居住

地、文化程度、婚姻状况和退休前职业，模型 3 在模型 2 的基础上进一步调整吸烟、饮酒、棋牌活动、心理幸福感得分和日常生活活动能力得分。结果显示，相较于高水平正常组，先慢后快下降组低膳食多样性与认知功能存在统计学关联 ($P<0.05$)。见表 2。

表 2 膳食多样性与认知功能轨迹关联的无序多分类 logistic 回归分析

Table 2 Multinomial logistic regression analysis of the association between dietary diversity and cognitive function trajectories

因变量	自变量	参照组	模型 1		模型 2		模型 3	
			OR 值 (95%CI)	P 值	OR 值 (95%CI)	P 值	OR 值 (95%CI)	P 值
低稳定正常组	膳食多样性	高	1.464 (1.179~1.819)	0.001	1.200 (0.944~1.526)	0.137	1.137 (0.888~1.456)	0.191
	低							
先慢后快下降组	膳食多样性	高	2.216 (1.596~3.077)	<0.001	1.646 (1.126~2.406)	0.010	1.622 (1.103~2.384)	0.014
	低							

注：因变量以高水平正常组为参照。

3 讨 论

本研究基于 CLHLS 项目 2008—2018 年调查数据，对 1 613 名基线认知功能正常的≥65 岁老年人进行分析，通过组轨迹模型分为低水平正常组、高水平正常组和先慢后快下降组。无序多分类 logistic 回归分析结果显示，相较于高水平正常组，先慢后快下降组低膳食多样性的老年人认知功能损伤风险更高 ($OR=1.622$)，提示膳食多样性与老年人认知功能变化有关。

2008—2018 年高水平正常组老年人的认知功能得分维持在较高水平，该组代表认知功能较为健康的群体，发生认知功能损伤风险低。低水平正常组老年人基线认知功能处于正常范围偏低水平，但随访期间下降较缓慢，始终处于认知功能正常水平，提示其认知储备可能具备“缓慢消耗”特征，未来进展为认知功能损伤的风险较低。而先慢后快下降组老年人基线时可能已处于认知功能正常向轻度认知障碍 (mild cognitive impairment, MCI) 转换的临界点，或已隐匿存在 MCI 状态，在随访后期出现认知功能快速

下降,是认知功能损伤早期识别与干预的重点人群,及时监测其认知功能变化对延缓疾病进展具有重要价值。

膳食多样性可能通过以下途径影响老年人认知功能变化。一方面是营养素缺乏的直接神经损伤效应,低膳食多样性的老年人食物摄入类型单一,易导致机体无法获取足量的必需营养素,从而影响认知功能,且长期缺乏会破坏认知功能的生理基础,加速认知能力下降。例如, ω -3 多不饱和脂肪酸可通过调节神经细胞膜流动性、抑制神经炎症反应保护神经元功能;类胡萝卜素、维生素 E 与维生素 C 作为强效抗氧化剂,能清除脑组织中过量活性氧,减少氧化应激对神经细胞的损伤;维生素 B₆、维生素 D 可通过参与神经递质合成、维持血脑屏障完整性发挥神经保护作用^[11]。另一方面是营养不良介导的间接疾病关联效应,长期低膳食多样性易引发营养不良,进一步导致免疫功能下降,间接增加认知功能损伤风险。营养不良与心血管疾病的发生密切相关,如维生素 B₆ 缺乏会导致同型半胱氨酸水平升高,损伤血管内皮细胞,进而引发脂质沉积、血小板聚集,促进动脉粥样硬化形成^[12];而心血管疾病会减少脑血流量、破坏脑血管网络,导致脑缺血缺氧,加速认知功能损伤进程^[13]。

现有研究多聚焦于单一食物(如鱼类、坚果)或特定膳食模式(如地中海饮食)与认知功能静态水平的关联^[14],本研究通过组轨迹模型捕捉认知功能的长期变化轨迹,并发现低膳食多样性可能负面影响认知功能。增加膳食多样性具有低成本、易执行、高获益的特点,既是延缓年龄相关性认知功能损伤的有效手段,也是维持老年人整体健康、预防慢性病和提升生活质量的基础要求^[11-12]。建议可通过加强社区健康教育、开展老年人膳食干预等方式,增加日常饮食中的膳食多样性,降低认知功能损伤风险。

参考文献

- [1] ZHU C G, WALSH C, ZHOU L L, et al. Latent classification analysis of leisure activities and their impact on ADL, IADL and cognitive ability of older adults based on CLHLS (2008-2018) [J/OL]. *Int J Environ Res Public Health*, 2023, 20 (2) [2025-08-03]. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021546>.
- [2] 黄文, 李金, 陈奇峰. 老年人认知功能损害的影响因素分析 [J]. *预防医学*, 2020, 32 (11): 1130-1133.
HUANG W, LI J, CHEN Q F. Influencing factors for cognitive impairment among the elderly [J]. *China Prev Med J*, 2020, 32 (11): 1130-1133. (in Chinese)
- [3] MA T P, LIAO J Q, YE Y G, et al. Social support and cognitive activity and their associations with incident cognitive impairment in cognitively normal older adults [J/OL]. *BMC Geriatr*, 2024, 24 (1) [2025-08-03]. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-04655-5>.
- [4] ZHANG C, TANG D S, WANG Y, et al. Community support and promoting cognitive function for the elderly [J/OL]. *Front Psychol*, 2022, 13 [2025-08-03]. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.942474>.
- [5] NAUREEN Z, DHULI K, MEDORI M C, et al. Dietary supplements in neurological diseases and brain aging [J]. *J Prev Med Hyg*, 2022, 63 (2 Suppl.3): 174-188.
- [6] AN R, LIU G G. Cognitive impairment and mortality among the oldest-old Chinese [J]. *Int J Geriatr Psychiatry*, 2016, 31 (12): 1345-1353.
- [7] WANG X Y, LI S H, ZHANG Z N, et al. Association between widowhood and cognitive function among Chinese older adults with hearing impairment: the moderating effect of social support and participation [J/OL]. *BMC Geriatr*, 2024, 24 (1) [2025-08-03]. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05358-7>.
- [8] ZHU A N, CHEN H, SHEN J, et al. Interaction between plant-based dietary pattern and air pollution on cognitive function: a prospective cohort analysis of Chinese older adults [J/OL]. *Lancet Reg Health West Pac*, 2022, 20 [2025-08-03]. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2021.100372>.
- [9] SHEN X Y, CHEN X H, CHEN X H, et al. Association of vision and hearing impairment and dietary diversity among the oldest old in China: findings from the Chinese longitudinal healthy longevity survey [J/OL]. *BMC Public Health*, 2024, 24 (1) [2025-08-03]. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19482-x>.
- [10] 彭星, 李逸晗, 陈振霆, 等. 基于组轨迹模型的中老年人群衰弱与认知功能关联研究 [J]. *预防医学*, 2025, 37 (5): 449-454.
PENG X, LI Y H, CHEN Z T, et al. Association between frailty and cognitive function among middle-aged and elderly populations based on group-based trajectory model [J]. *China Prev Med J*, 2025, 37 (5): 449-454. (in Chinese)
- [11] MOSCONI L, MURRAY J, TSUI W H, et al. Mediterranean diet and magnetic resonance imaging-assessed brain atrophy in cognitively normal individuals at risk for Alzheimer's disease [J]. *J Prev Alzheimers Dis*, 2014, 1 (1): 23-32.
- [12] JIN Y Z, LIANG J, HONG C L, et al. Cardiometabolic multimorbidity, lifestyle behaviours, and cognitive function: a multicohort study [J]. *Lancet Healthy Longev*, 2023, 4 (6): 265-273.
- [13] 应旭华, 李松涛, 翟羽佳, 等. 老年人脉压差与认知功能的关系研究 [J]. *预防医学*, 2016, 28 (11): 1119-1122.
YING X H, LI S T, ZHAI Y J, et al. A study on the association between pulse blood pressure and cognitive function among the elders in Yuhuan County of Zhejiang Province [J]. *China Prev Med J*, 2016, 28 (11): 1119-1122. (in Chinese)
- [14] ZHONG W F, SONG W Q, WANG X M, et al. Dietary diversity changes and cognitive frailty in Chinese older adults: a prospective community-based cohort study [J/OL]. *Nutrients*, 2023, 15 (17) [2025-08-03]. <https://doi.org/10.3390/nu15173784>.

收稿日期: 2025-05-23 修回日期: 2025-08-03 本文编辑: 高碧玲