

空巢老人居住环境与认知障碍关联的贝叶斯网络分析

张世纪^{1,2}, 田艳珍¹, 李金秀², 邓力邦^{1,2}, 张涛^{1,2}, 付建军³

摘要:目的 探讨居住环境多层次因素对空巢老人认知障碍的关联路径, 识别关键直接与间接预测因子, 为针对性环境干预提供依据。**方法** 基于社会生态模型, 采用中国老年健康影响因素跟踪调查(CLHLS)2018 年数据, 共纳入 5 961 名空巢老人。通过单因素分析和 LASSO 回归筛选潜在预测变量, 利用 R 语言 bnlearn 包构建贝叶斯网络结构, 采用禁忌搜索算法进行结构学习, 基于贝叶斯估计算法进行参数学习, 并使用 Netica 软件进行概率预测。**结果** 空巢老人认知障碍发生率为 18.7%。经 LASSO 回归筛选, 11 个变量被纳入贝叶斯网络模型, 其结果显示: 是否吸烟、医疗服务可及性、房间是否有霉味、杀虫剂使用频率与认知障碍直接相关; 夏季开窗通风频率、是否使用管道天然气、厨房是否通风、居住地、驱蚊剂使用频率、冬季开窗通风频率、社区是否提供健康教育与认知障碍间接连接。吸烟、房间有霉味、医疗服务不可及、经常使用杀虫剂的空巢老人发生认知障碍的风险最大(71.0%)。**结论** 居住环境相关因素可通过多路径影响空巢老人认知功能, 其认知障碍预防策略需采取多因素、整合性的社区和居家干预模式。

关键词: 空巢老人; 认知障碍; 社会生态模型; 居住环境; 医疗服务可及性; 吸烟; 真菌; 居家护理

中图分类号: R473.2; R161.7 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2026.10.001

Bayesian network analysis of the effect of living environment on cognitive impairment in empty-nest older adults

Zhang Shiji, Tian Yanzhen, Li Jinxiu, Deng Libang, Zhang Tao, Fu Jianjun. Department of Nursing, Zhuzhou Hospital Affiliated to Xiangya School of Medicine, Central South University, Zhuzhou 412000, China

Abstract: **Objective** To explore the pathways linking residential environmental factors with cognitive impairment among empty-nest older adults, aiming to identify key direct and indirect predictors and provide a basis for targeted environmental interventions. **Methods** Based on the theoretical framework of the socio-ecological model, data were obtained from the 2018 Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (CLHLS), including a total of 5,961 empty-nest older adults. Potential predictors were initially screened through univariate analysis and LASSO regression. The Bayesian network structure was constructed using the R bnlearn package, with the Tabu search algorithm applied for structure learning and Bayesian estimation for parameter learning. Probability predictions were performed using Netica software. **Results** The incidence of cognitive impairment among empty-nest older adults was 18.7%. After LASSO regression screening, 11 variables were included in the Bayesian network model. The Bayesian network model identified four factors directly associated with cognitive impairment: smoking, accessibility of healthcare services, presence of mold smell in the room, and frequency of pesticide use. Seven factors were indirectly linked to cognitive impairment: frequency of window ventilation in summer, use of pipeline natural gas, kitchen ventilation, residential location, frequency of mosquito repellent use, frequency of window ventilation in winter, and availability of community health education. The subgroup with all four risk factors: smoking, presence of mold smell in the room, lack of accessible healthcare services, and frequent pesticide use had the highest risk of cognitive impairment, reaching 71.0%. **Conclusion** Residential environmental factors are associated with cognitive function in empty-nest older adults through multiple pathways. Prevention strategies for cognitive impairment should adopt a multi-factorial and integrated intervention model involving both community and household approaches.

Keywords: empty-nest older adults; cognitive impairment; social ecological model; living environment; accessibility of healthcare services; smoking; fungi; home care

空巢老人是指年龄 ≥ 60 岁独自生活或仅与配偶共同生活的老年人^[1]。预计至 2030 年我国空巢老人将高达 2 亿人, 空巢家庭比例超 90%^[2]。与非空巢同龄人相比, 空巢老人认知障碍发生率高达 15.5%^[3],

已成为严峻的公共健康问题。空巢老人发生认知障碍与教育程度^[4]、社会支持^[5]、居住环境^[6]等因素有关。基于社会生态模型, 居住环境是涵盖微观住房物理条件、中观社区服务与支持及宏观城乡地域差异的多层次系统, 是潜在可干预的关键因素^[7]。有研究表明, 不良的环境暴露, 如低氧^[8]、工业排放源^[9-10]等, 会随暴露时间的延长而加剧认知功能的损害; 反之, 良好的宜居环境则对认知健康具有保护作用^[11]。然而, 现有关于居住环境与认知功能的研究多依赖于线性回归模型, 侧重于单一因素的独立效应评估, 难以充分解析多层次环境因素之间及其与个体健康状况之间存在的复杂交互与非线性的网络关联。在我国

作者单位: 1. 中南大学湘雅医学院附属株洲医院护理部(湖南株洲, 412000); 2. 吉首大学医学院; 3. 武汉市第六医院

通信作者: 田艳珍, tianyanzhen2022@163.com

张世纪: 男, 硕士在读, 学生, 1930910293@qq.com

科研项目: 湖南省自然科学基金医卫联合基金项目(2026JJ81979); 湖南省自然科学基金面上项目(2023JJ31019); 2023 年度湖南省教育厅优秀青年项目(23B0517)

收稿: 2025-12-01; 修回: 2026-02-06

独特的城乡二元结构和社会文化背景下,居住环境各维度因素如何相互联结并共同作用于空巢老人的认知健康,其内在的风险路径尚不清晰,缺乏系统探讨。贝叶斯网络(Bayesian Network, BN)是一种结合图论与概率论的不确定性推理模型,能够直观展现变量间的条件依赖关系,并识别复杂的关联路径,尤其适用于处理存在共线性及交互作用的多因素数据^[12-13]。因此,本研究基于社会生态模型,采用 LASSO 回归进行变量筛选以优化模型结构,并结合贝叶斯网络模型,构建并可视化空巢老人认知障碍的居住环境风险路径网络,并识别网络中的关键节点与高风险人群特征,以期为制订适老化居住政策提供循证依据,为应对老龄化挑战提供新的科学干预靶点。

1 对象与方法

1.1 对象

数据来源于由北京大学健康老龄与发展研究中心组织调查的中国老年健康影响因素跟踪调查(Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey, CLHLS)数据库。该调查覆盖 23 个省份,通过随机抽样选取半数县市开展,具有全国代表性。本研究选用最新的 2018 年 CLHLS 数据,涵盖 15 874 名 60 岁及以上老年人。基于空巢老人的定义^[1],本研究通过问卷条目“您现在与谁住在一起?”选择“独居”以及“请列出与您一起居住的住户成员的一些有关情况与老年人的关系”选择“配偶”确定空巢老人,选取符合定义的 60 岁及以上的老年人为研究对象。CLHLS 研究得到了北京大学研究伦理委员会(IRB00001052-13074)的批准。最终纳入 5 961 名老年人的数据。研究对象筛选流程见附件 1。

1.2 方法

1.2.1 因变量

本研究将是否发生认知障碍作为因变量。CLHLS 采用中文版简易精神状态检查表(Mini-Mental State Examination, MMSE)对老年人的认知功能进行评估。MMSE 是最具影响的标准化智力状态检查工具之一,包括一般能力(6 条)、反应能力(3 条)、注意力和计算能力(6 条)、回忆能力(3 条)、语言理解与自我协调能力(6 条)5 个维度共 24 个条目。总分为 0~30 分,得分越高代表认知功能越好,<24 分定义为认知障碍,≥24 分定义为认知正常^[14]。

1.2.2 自变量

通过对既往相关文献^[5-7,15]和 CLHLS 问卷的梳理,初步确定 24 个潜在影响因素。基于社会生态模型,将这些因素分为 3 个维度:微观系统、中观系统、宏观系统因素。

1.2.2.1 微观系统因素

包括住房物理条件(是否有单独的卧室、房间是否漏雨、房间是否有霉味、厨房是否通风);室内环境暴露(驱蚊剂使用频率、杀虫剂使用频率);家庭能源使用(是否使用管道天然气、是否使用

煤炭、是否使用柴草、是否使用空气净化装置);个人健康行为(饮水类型、是否吸烟、春夏秋冬四季开窗通风频率)。春夏秋冬四季开窗通风频率通过问卷条目“在过去的 12 个月内,您家春夏秋冬四季开窗通风情况?”进行评判,“>5 次/周”视为经常开窗,“1~5 次/周”视为偶尔开窗,“<1 次/周”视为不开窗。本研究根据“饮用水在摄入前是否经过有效的消毒或杀菌处理”这一核心原则,将饮水类型划分为两类。生水指未经过任何有效消毒杀菌处理、直接饮用的水,如直接饮用自来水、井水、泉水等;烧开过的水(含纯净水)指所有经过有效终末消毒处理的水,不仅包括经物理煮沸的水,也包括采用其他等效杀菌技术处理的水,如经过净水装置深度处理并可直接饮用的水。

1.2.2.2 中观系统因素

社区服务环境(社区是否提供健康教育、社区是否提供家访服务、社区是否提供心理咨询服务、医疗服务可及性);社区物理环境(住宅类型、与交通主干道的距离)。医疗服务可及性,以问卷中“如果您生重病,请问能及时到医院治疗吗”该题项来衡量,由于潜在的自身障碍、医疗服务质量及目前未满足的个人需求等方面与医疗服务的可及性紧密相关,因此个体的感知更能体现医疗服务可及的程度^[16]。此外,因本研究构建的贝叶斯网络模型主要处理分类变量关系,为将连续型变量“与交通主干道的距离”纳入模型,我们基于既往研究^[9,17],将其转化为二分类变量,划分为“≤200 m”与“>200 m”。

1.2.2.3 宏观系统因素

居住地(城市/农村)、饮水种类(井水、河水或湖水、泉水、塘水、自来水)。

1.2.3 控制变量(即协变量)

考虑到混杂因素的影响,协变量包括社会人口学因素:年龄、性别、婚姻状况(有配偶/无配偶)、受教育程度(文盲/非文盲)、家庭经济水平(困难、一般、富裕);行为方式因素:是否运动锻炼(否/是)、看电视的频率(从不、偶尔、经常)、吃水果的频率(从不、偶尔、经常)。贝叶斯网络作为处理概率关系的图模型,其结构学习与参数估计在处理分类变量时具有更好的稳定性和解释性,因此,基于以往研究^[18],将年龄离散化为“60~<70 岁、70~<80 岁、≥80 岁”。

1.2.4 统计学方法

将收集的数据资料汇总录入至 Excel 软件,双人核对录入。采用多重插补法^[15]对缺失数据进行处理,使用 R 软件“mice 包”进行插补,插补模型纳入了本研究中涉及的所有变量,并设置了 5 个插补数据集,最终结果基于合并后的数据进行分析。通过 SPSS23.0 软件进行统计分析,检验水准 $\alpha=0.05$ 。基于以往研究,将连续数值型资料离散化为计数资料。对于一般资料进行描述性统计分析。通过单因素分析筛选潜在预测变量,计数资料采用 χ^2 检验,设定 $\alpha=0.05$ 筛选差异有统计学意义的候选变量。使用 Rstudio4.5.0 软件的“glmnet”包进行

LASSO 回归筛选变量,通过十折交叉验证确定最优调整参数。利用 Rstudio4.5.0 软件的“bnlearn”包进行贝叶斯网络的模型构建,利用禁忌搜索算法进行结构学习,利用贝叶斯估计算法进行参数学习,为验证贝叶斯网络结构的稳健性,采用 Bootstrap 重抽样方法进行边稳定性检验(R=100),以稳定性系数>0.6 作为边稳定性的判断标准。同时,通过比较约束模型与无约束模型的贝叶斯信息准则(BIC)值,进一步评估模型的拟合优度和有效性。通过 Netica5.18 软件实现贝叶斯网络推理。

2 结果

2.1 空巢老人一般资料 共纳入 5 961 名空巢老人,其中男 3 079 名,女 2 882 名;年龄 60~<70 岁 712 名、70~<80 岁 2 019 例,≥80 岁 3 230 例;婚姻状况,有配偶 3 667 名,无配偶 2 294 名;受教育程度,文盲 2 305 名,非文盲 3 656 名;5 687 名有单独的卧室;仅 1 948 名所在社区提供家访服务;4 101 名所在社区提供心理咨询服务。存在认知障碍的空巢老人为 1 115 名(18.7%),不存在认知障碍的空巢老人为 4 846 名(81.3%)。

2.2 空巢老人认知障碍的单因素分析 单因素分析结果显示,性别、年龄、是否有单独的卧室、婚姻状况、受教育程度,社区是否提供家访服务、是否提供心理咨询服务与空巢老人认知障碍率的分布无统计学关联(均 $P>0.05$)。差异有统计学意义的项目,见表 1。

表 1 空巢老人认知障碍的单因素分析 人

项目	赋值	人数	无认知障碍 (n=4 846)	认知障碍 (n=1 115)	χ^2	P
居住地					80.845	<0.001
农村	0	4 353	3 419	934		
城镇	1	1 608	1 427	181		
住宅类型*					63.604	<0.001
平房		4 456	3 519	937		
1~3 层的公寓		275	239	36		
≥4 层公寓无电梯		853	750	103		
≥4 层公寓有电梯		345	310	35		
可移动的家		32	28	4		
房间漏雨					11.398	0.001
否	0	4 581	3 767	814		
是	1	1 380	1 079	301		
与交通主干道的距离					12.683	<0.001
≤200 m	0	2 360	1 971	389		
>200 m	1	3 601	2 875	726		
驱蚊剂使用频率					22.258	<0.001
从不	0	2 552	2 005	547		
偶尔	1	2 688	2 246	442		
经常	2	721	595	126		
杀虫剂使用频率					30.792	<0.001
从不	0	4 078	3 238	840		
偶尔	1	1 672	1 431	241		
经常	2	211	177	34		
使用管道天然气					80.685	<0.001
否	0	4 880	3 863	1 017		
是	1	1 081	983	98		
使用煤炭					18.934	<0.001
否	0	5 761	4 707	1 054		
是	1	200	139	61		

续表 1 空巢老人认知障碍的单因素分析 人

项目	赋值	人数	无认知障碍 (n=4 846)	认知障碍 (n=1 115)	χ^2	P
使用柴草					13.357	<0.001
否	0	4 121	3 401	720		
是	1	1 840	1 445	395		
厨房通风					75.966	<0.001
否	0	665	458	207		
是	1	5 296	4 388	908		
使用空气净化装置					10.098	0.001
否	0	5 529	4 470	1 059		
是	1	432	376	56		
房间有霉味					44.568	<0.001
否	0	4 934	4 087	847		
是	1	1 027	759	268		
吸烟					223.792	<0.001
否	0	3 629	3 170	459		
是	1	2 332	1 676	656		
春季开窗通风频率					6.954	<0.001
从不	0	384	242	142		
偶尔	1	2 495	2 020	475		
经常	2	3 082	2 584	498		
夏季开窗通风频率					97.568	<0.001
从不	0	199	112	87		
偶尔	1	1 375	1 069	306		
经常	2	4 387	3 665	722		
秋季开窗通风频率					96.560	<0.001
从不	0	340	210	130		
偶尔	1	2 449	1 984	465		
经常	2	3 172	2 652	520		
冬季开窗通风频率					93.029	<0.001
从不	0	1 465	1 066	399		
偶尔	1	2 465	2 076	389		
经常	2	2 031	1 704	327		
社区提供健康教育					19.569	<0.001
否	0	3 406	2 703	703		
是	1	2 555	2 143	412		
医疗服务可及性					38.306	<0.001
不可及	0	238	157	81		
可及	1	5 723	4 689	1 034		
饮水类型					6.979	0.008
生水	0	293	221	72		
烧开过的水(含纯净水)	1	5 668	4 625	1 043		
饮水种类*					<0.001 [#]	
井水		1 067	811	256		
河水或湖水		54	42	12		
泉水		99	81	18		
塘水		6	5	1		
自来水		4 735	3 907	828		

注: *住宅类型以平房为对照;饮水种类以井水为对照。[#]为 Fisher 精确概率法。

2.3 LASSO 回归筛选变量 采用 LASSO 回归进行变量筛选,在回归模型中同时纳入单因素分析差异有统计学意义的 21 个居住环境变量及年龄、性别、受教育程度、经济水平等 8 个关键协变量[协变量赋值:年龄,60~<70 岁=0,70~<80 岁=1,≥80 岁=2;性别,女=0,男=1;婚姻状况,无配偶=0,有配偶=1;受教育情况,文盲=0,非文盲=1;家庭经济水平,困难=0,一般=1,富裕=2;运动锻炼,否=0,是=1;看电视的频率,从不=0,偶尔=1,经常=2;吃水果的频率,从不=0,偶尔=1,经常=2]。通过对居住环境变量施加 L1 惩罚项,同时对协变量设置零惩罚(强制保留),随着惩罚系数 λ 的增加,模型中自变量的数量逐渐减少,经十折交叉验证后确定 lambda.min(λ=0.0013)和 lambda.1se(λ=0.0187)2 个参数。本研究根据 lambda.1se 取值下的回归系数筛选出与认知

障碍独立相关的 11 核心居住环境预测因子,即是否吸烟、夏季开窗通风频率、是否使用管道天然气、厨房是否通风、居住地、医疗服务可及性、杀虫剂使用频率、房间是否有霉味、驱蚊剂使用频率、冬季开窗通风频率、社区是否提供健康教育,见表 2。交叉验证误差图及系数轨迹图,见附件 2。

表 2 纳入变量的 LASSO 回归系数

变量	LASSO 回归系数
是否吸烟	0.362
夏季开窗通风频率	-0.141
是否使用管道天然气	-0.106
厨房是否通风	-0.088
居住地	-0.073
医疗服务可及性	-0.052
杀虫剂使用频率	0.036
房间是否有霉味	0.034
驱蚊剂使用频率	0.021
冬季开窗通风频率	-0.012
社区是否提供健康教育	-0.002

2.4 空巢老人认知障碍贝叶斯网络模型的建立 依据 LASSO 回归分析筛选出的 11 个变量作为网络节点,构建一个含 12 个节点、22 条有向边的贝叶斯网络模型,并获得各节点的条件概率。Bootstrap 边稳定性检验显示,网络平均边稳定性为 0.323,其中 20 条边的稳定性系数 > 0.6,15 条关键路径的稳定性系数达到 1.00 的完全稳定水平,表明网络核心结构具有高度稳健性。模型比较分析显示,当前约束模型的 BIC 值(-41 010.24)优于无约束模型,进一步验证了模型的有效性。结果显示是否吸烟、医疗服务可及性、房间是否有霉味、杀虫剂使用频率与认知障碍直接连接;夏季开窗通风频率、是否使用管道天然气、厨房是否通风、居住地、驱蚊剂使用频率、冬季开窗通风频率、社区是否提供健康教育与认知障碍间接连接,如图 1。

2.5 空巢老人认知障碍贝叶斯网络模型的推理 通过 Netica5.18 软件构建贝叶斯网络概率预测模型。表 3 为以认知障碍为节点的条件概率表,展示了是否吸烟、医疗服务可及性、房间是否有霉味、杀虫剂使用频率与认知障碍条件概率的依赖关系。吸烟、医疗服务不可及、房间有霉味、经常使用杀虫剂的空巢老人发生认知障碍的风险最大(71.0%)。

3 讨论

3.1 空巢老人认知障碍现状 结果显示,空巢老人的认知障碍发生率为 18.7%,与 Zhai 等^[19]研究报告水平相近,提示认知障碍在空巢老人这一特定群体中是一个普遍存在的公共卫生问题。高于刘鑫鑫等^[20]研究中老年人群认知障碍发生率,考虑原因可能是研究对象不一致。本研究聚焦空巢老人,其面临着社会支持网络薄弱、代际情感互动缺失与健康行为维持困难等挑战,认知障碍发生风险更高^[21]。因此,为实现有效的风险防控,建议将空巢老人列为认知障碍筛查与干预的

优先群体,实现风险关口前移。

表 3 以是否吸烟、医疗服务可及性、房间是否有霉味、杀虫剂使用频率为直接节点的发生认知障碍的条件概率表

吸烟	医疗服务可及性	房间有霉味	杀虫剂使用频率	认知障碍(%)	
				否	是
是	不可及	是	从不	93.9	6.1
是	不可及	是	偶尔	50.0	50.0
是	不可及	是	经常	29.0	71.0
是	不可及	否	从不	85.3	14.7
是	不可及	否	偶尔	70.8	29.2
是	不可及	否	经常	53.2	46.8
是	可及	是	从不	75.6	24.4
是	可及	是	偶尔	66.9	33.1
是	可及	是	经常	64.0	36.0
是	可及	否	从不	80.4	19.6
是	可及	否	偶尔	80.0	20.0
是	可及	否	经常	71.2	28.8
否	不可及	是	从不	85.6	14.4
否	不可及	是	偶尔	64.7	35.3
否	不可及	是	经常	50.0	50.0
否	不可及	否	从不	91.0	9.0
否	不可及	否	偶尔	71.0	29.0
否	不可及	否	经常	50.0	50.0
否	可及	是	从不	87.2	12.8
否	可及	是	偶尔	80.5	19.5
否	可及	是	经常	73.7	26.3
否	可及	否	从不	95.4	4.6
否	可及	否	偶尔	90.4	9.6
否	可及	否	经常	88.1	11.9

3.2 与认知障碍直接关联的关键风险因素

3.2.1 微观系统暴露:室内霉味的关键信号与潜在中介 基于贝叶斯网络的拓扑图显示,微观系统的“房间是否有霉味”被识别为与认知障碍直接相连的关键变量,与 Harding 等^[22]的研究结果一致。该变量在环境暴露因素网络中处于核心枢纽地位,不仅是能源使用与通风状况的末端表现,也与化学产品使用行为存在关联,可能共同构成环境暴露的累积效应。霉味不仅是环境潮湿与微生物暴露的综合标志,其潜在的健康威胁更可能通过诱发神经炎症与氧化应激等生物通路造成认知功能下降。本研究条件概率表进一步显示,在控制“不吸烟、医疗服务可及、从不使用杀虫剂”变量后,“房间有霉味”转变为“房间无霉味”,认知障碍的预测概率将从 12.8%下降至 4.6%。空巢老人受结构性因素限制,往往对居住环境问题的识别与改善能力不足。本研究数据表明,92.75%的空巢老人未使用空气净化装置,23.15%的住房存在漏雨问题,反映出该群体长期处于不良居住环境中的现实困境。因此,从促进认知健康的角度出发,建议将居住环境评估纳入空巢老人健康管理常规工作,推广便捷的环境检测工具,重点改善有霉味的居住环境,从而降低认知障碍风险,为认知障碍的预防提供新路径。

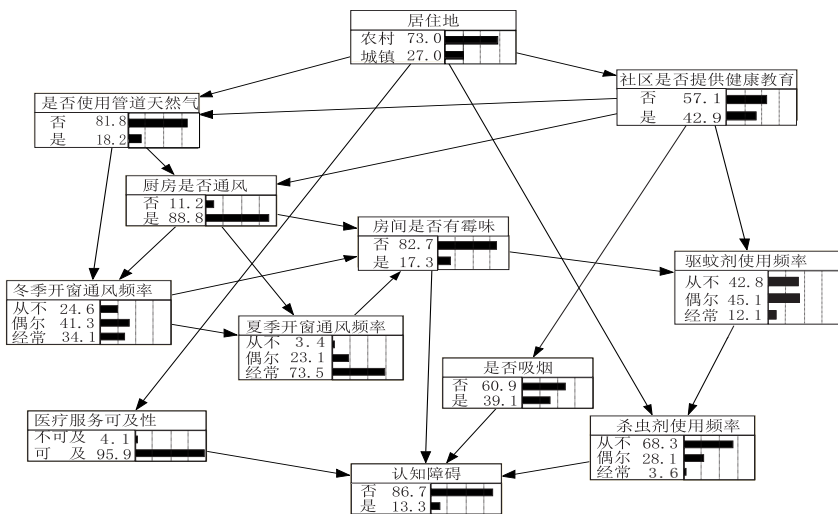


图 1 空巢老人认知障碍的贝叶斯网络模型拓扑图

3.2.2 微观系统行为: 吸烟的独立性风险 本研究贝叶斯网络模型显示,微观系统的“是否吸烟”是与认知障碍直接相关的关键变量,与 Zhang 等^[23]的研究结果一致。网络拓扑结构显示,“是否吸烟”变量不仅直接指向认知障碍,还作为“社区是否提供健康教育”的下游节点存在,为可调控中介变量。空巢老人因缺乏子女的日常监督与情感支持,可能更易维持长期形成的吸烟习惯,吸烟所致脑血管及氧化应激损伤更易累积加速认知衰退。本研究数据也证实,吸烟的空巢老人占比达 39.12%,其中有 28.13% 报告存在认知障碍。条件概率分析进一步量化了这一关联的程度,在控制“医疗服务可及、房间无霉味、从不使用杀虫剂”变量后,吸烟人群发生认知障碍的风险为 19.6%,较不吸烟者增加 15.0%。因此,基于贝叶斯网络揭示的“是否吸烟”节点与“社区健康教育”的路径联系,针对空巢老人认知功能的防护可考虑采取多层次的干预策略:在个体层面加强戒烟宣教与支持;在社区层面营造无烟环境并提供便捷的戒烟服务;同时通过定期家访和健康监测,增强对空巢老人的社会支持。

3.2.3 中观系统防线: 医疗服务可及性的核心保障作用 本研究贝叶斯网络模型显示,属于中观系统的“医疗服务可及性”与认知障碍存在直接关联,与郭爱妹等^[24]的研究结果相一致。便捷的医疗服务不仅与疾病的及时诊疗相关,更与规律的健康监测、慢性病管理及用药依从性紧密相连^[25]。空巢老人由于缺乏子女陪同就医、协助预约挂号及协调医疗资源的支持,医疗服务可及性可在一定程度上弥补其微观系统中家庭支持的不足,成为维护认知健康的重要支持因素。条件概率表显示,在控制“吸烟、房间有霉味、经常使用杀虫剂”的条件不变的情况下,医疗服务可及性从“不可及”转变为“可及”,认知障碍预测概率将从 71.0% 下降至 36.0%。因此,针对空巢老人的认知障碍防控,建议从被动治疗转向主动健康保障,通过加

强基层医疗机构与社区的联动、发展上门医疗服务与远程医疗咨询,并建立针对空巢老人的就医绿色通道,以系统性提升其医疗服务的实际可及性,从而有助于减缓因就医障碍可能引发的认知功能衰退进程。

3.2.4 微观-宏观交织: 家用杀虫剂使用的复杂暴露背景 本研究贝叶斯网络模型显示,“杀虫剂使用频率”与空巢老人认知障碍之间存在直接的边连接,提示家庭环境化学暴露与神经系统健康之间存在关联,与 Wang 等^[26]的研究结果一致。“杀虫剂使用频率”在环境暴露网络中处于重要位置,既作为化学暴露的直接指标,又与居民的生活习惯和地域特征相互关联。网络拓扑结构显示,“杀虫剂使用频率”不仅作为终端节点直接指向认知障碍,杀虫剂具神经毒性,可诱发氧化应激与胆碱能损伤,加速认知衰退。空巢老人因代谢功能减退、血脑屏障通透性增加,以及缺乏子女对居家化学用品使用的指导,可能对神经毒性效应更为易感。同时“杀虫剂使用频率”也作为“驱蚊剂使用频率”和“居住地”的下游节点存在。这反映出,居民在应对不同虫害时可能表现出相似的化学防治行为模式,而城乡或地域差异可能与居民的杀虫剂使用模式有关,农村地区可能因农业生产环境、居住条件等因素而表现出相对较高的使用频率。空巢老人由于缺乏子女对家庭环境管理的参与和建议,可能更依赖于传统的化学防治方法,且对产品选择和安全使用的知识较为有限,可能增加潜在的暴露水平。本研究条件概率表显示,在控制其他变量的条件下,高频使用杀虫剂的空巢老人发生认知障碍的风险较低频使用者会有不同程度的增加。“吸烟、医疗不可及、有霉味、从不使用杀虫剂”组合下认知障碍预测概率仅 6.1%,这主要源于“从不使用杀虫剂”在该人群中表现为极强的保护因素。从条件概率表可见,无论其他风险因素如何,只要杀虫剂使用频率从“从不”变为“偶尔”或“经常”,认知障碍概率均跃升。这提示家庭化学暴露对认知健康的影响远超传统认知风险因素。因此,在杀虫剂使用频率较高的地区,除了推广综合虫害管理理念,鼓励优先采用物理防治方法,还应考虑为高风险群体提供替代性的虫害防治支持,从而有助于降低相关的潜在认知障碍风险。

3.3 与认知障碍间接关联的风险因素 贝叶斯网络

贝叶斯网络

模型揭示了多个通过复杂路径与认知障碍形成间接关联的因素,这些因素分布于社会生态模型的不同层级。在宏观系统层面,“居住地”变量处于网络的最上游,通过“医疗服务可及性”“是否使用管道天然气”“社区是否提供健康教育”和“杀虫剂使用频率”等多个中间变量,形成指向认知障碍的关联路径。这一网络结构提示,城乡或地域差异可能与医疗资源分布、能源结构、社区服务覆盖以及化学暴露模式存在系统性关联,进而通过多层次路径与认知健康形成联系。

在中观系统中,“社区是否提供健康教育”作为一个重要的连接节点,与“是否吸烟”和“驱蚊剂使用频率”,还与“厨房是否通风”“是否使用管道天然气”存在关联。提示,社区健康教育可能通过知识传播、氛围营造和资源链接等途径,与居民的健康行为选择和环境改善行为形成多维度的条件依赖关系。

在微观系统的环境行为层面,通风相关变量形成了相互关联的网络。网络拓扑图显示,“是否使用管道天然气”与“厨房是否通风”存在关联,而厨房通风状况又同时关联着“冬季开窗通风频率”和“夏季开窗通风频率”。提示从能源结构到通风习惯可能存在一定的行为模式联系。综上所述,空巢老人认知障碍的预防干预需要从系统性的视角,采取跨层级的综合策略,包括宏观层面的资源均衡配置、中观层面的社区服务支撑,以及微观层面的居住环境改善,从而构建多层次的认知障碍防控体系。

3.4 高风险关联模式:多因素叠加的协同效应 贝叶斯网络模型显示,同时具有“吸烟、医疗服务不可及、房间有霉味和经常使用杀虫剂”4个特征的空巢老人,其认知障碍的发生风险达到71%,远高于单一因素存在的风险水平。这一高风险组合涵盖了微观系统、中观系统和个人行为多个层面的风险因素,这些因素在网络模型中形成了一条从宏观背景到微观暴露的完整风险路径,共同构成了认知障碍的“高风险画像”。因此,建议对于同时具备多个风险特征的个体,应启动优先干预程序,通过社区—家庭联动的模式,同步推进戒烟支持、居住环境改造、医疗服务对接和化学品使用指导,从而有效阻断多因素风险的协同作用。

4 结论

本研究结果显示,空巢老人认知障碍发生率较高。本研究基于社会生态模型,通过贝叶斯网络模型,系统探讨了居住环境因素与空巢老人认知障碍的关联模式及其复杂的交互关系,清晰显示了各影响因素之间存在的多层次、相互依赖的作用路径,实现了对特定环境风险因素、保护因素及其独立效应强度的精准识别,有助于医护人员识别具有特定风险特征的空巢老人亚群,并为实施早期、精准的干预提供了明确靶点。本研究存在以下局限,首先,未开展基于居住环境贝叶斯网络模型框架下的空巢老人认知障碍

的实证研究;其次,本研究的数据均为受访者自我报告,存在一定的回忆偏倚和报告偏倚;最后,本研究使用的是横断面数据,可进一步挖掘纵向数据集,以纵向探究空巢老人居住环境对其认知功能的影响。

附件1 研究对象筛选流程

附件2 交叉验证误差图及系数轨迹图

请用微信扫码查看



附件1 筛选流程



附件2 误差图及系数轨迹图

参考文献:

- [1] Zhang C, Cai Y, Xue Y, et al. Exploring the influencing factors of quality of life among the empty nesters in Shanxi, China: a structural equation model[J]. Health Qual Life Outcomes, 2021, 19(1):156.
- [2] 中国社会保障学会养老服务分会,青连斌,江丹. 中国养老服务发展报告(2025)[R]. 北京:中国社会保障学会养老服务分会, 2025.
- [3] Feng S, Xie K, Zhang Y, et al. The relationship between skeletal muscle mass and cognitive impairment in older adults: a longitudinal study based on CLHLS[J]. Front Public Health, 2025, 13:1571510.
- [4] Yang F, Li Z, Wang G W, et al. Cognitive function and its influencing factors in empty-nest elderly and non-empty-nest elderly adults in China[J]. Aging (Albany NY), 2021, 13(3):4552-4563.
- [5] 李湘君,王中华. 社会关系类型与空巢老人认知功能的关系研究[J]. 现代预防医学, 2023, 50(5):848-853.
- [6] Pan X, Zhang G N, Lai L C, et al. Analysis of urban-rural differences in cognitive function among empty nest older adult in China based on Blinder-Oaxaca decomposition[J]. Front Public Health, 2025, 13:1577541.
- [7] 郭会平. 空巢老人与认知功能障碍的相关性分析[D]. 长春:长春中医药大学, 2023.
- [8] 米娜,成祥,朱玲玲. 高原环境下认知能力评估技术与军事应用展望[J]. 军事医学, 2024, 48(12):926-930.
- [9] Luo H, Hu H, Zheng Z, et al. The impact of living environmental factors on cognitive function and mild cognitive impairment: evidence from the Chinese elderly population[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1):2814.
- [10] 王燕,付光英,盛琪,等. 环境烟草烟雾对未成年人认知功能的影响及机制[J]. 重庆医学, 2024, 53(14):2216-2219.
- [11] Dai J, Wang M, Zhang H, et al. Effects of indoor biophilic environments on cognitive function in elderly patients with diabetes: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Front Psychol, 2025, 16:1512175.
- [12] 朱明敏. 贝叶斯网络结构学习与推理研究[D]. 西安:西安电子科技大学, 2013.
- [13] 秦艳梅,史雪菲,毛美琦,等. 基于贝叶斯网络模型的社区老年人社会衰弱影响因素分析[J]. 护理学杂志, 2024, 39(20):6-10, 15.
- [14] 何南英,王锦迅,董越,等. 膳食对老年人认知障碍的影响:基于2018年CLHLS数据实证分析[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(8):1998-2001.
- [15] 宋枝璘,郭磊,郑天鹏. 认知诊断缺失数据处理方法的比较:零替换、多重插补与极大似然估计法[J]. 心理学报,

- 2022,54(4):426-444.
- [16] 吴晶,郎颖.医疗服务可及性对老年人健康的影响[J].中国卫生统计,2021,38(6):912-915.
- [17] Yao Y, Jin X, Cao K, et al. Residential proximity to major roadways and cognitive function among Chinese adults 65 years and older[J]. *Sci Total Environ*, 2021, 766:142607.
- [18] 邴婧莹,李熹,李桐瑶,等.居家养老老年人跌倒现状及影响因素研究[J]. *现代预防医学*,2022,49(1):110-114,151.
- [19] Zhai Y, Zhang T, Li Q, et al. Association of empty nest and group activity with cognitive impairment in Chinese older adults: a cross-sectional study[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2020, 90:104120.
- [20] 刘鑫鑫,李敏,张建军,等.北京市房山区老年人群认知障碍患病情况及其影响因素分析[J]. *华南预防医学*, 2025, 51(6):666-669.
- [21] 杨光钦,赵南.积极老年学:应对人口老龄化国家战略的学科需要[J]. *河南师范大学学报(哲学社会科学版)*, 2025, 52(3):89-97.
- [22] Harding C F, Pytte C L, Page K G, et al. Mold inhalation causes innate immune activation, neural, cognitive and emotional dysfunction[J]. *Brain Behav Immun*, 2020, 87:218-228.
- [23] Zhang N, Meng L, Qian Z, et al. Development and validation of a prognostic scoring system for cognitive decline in adults aged 50 and older in China[J]. *Front Aging Neurosci*, 2025, 17:1664943.
- [24] 郭爱妹,顾大男.健康不平等视角下医疗服务可及性对老年健康的影响:基于 CLHLS 数据的实证分析[J]. *人口与发展*, 2020, 26(2):60-69.
- [25] 李从容,王萍.医疗服务可及性对老年人慢性病治疗影响研究[J]. *中国卫生事业管理*, 2020, 37(8):592-595,610.
- [26] Wang Y, Zhu Y, Wu Y, et al. Association of household chemicals use with cognitive function among Chinese older adults[J]. *Heliyon*, 2024, 10(19):e37765.

(本文编辑 赵梅珍)

• 论 著 •

社区老年人生产性参与现状及影响因素研究

余程宏¹, 靳婕², 李继乐¹, 吴妍¹, 鞠梅³

摘要:目的 了解社区老年人生产性参与现状并分析影响因素,为采取针对性措施促进积极老龄化提供参考。方法 采用便利抽样法,选取乐山市 3 个社区的 503 名老年人为调查对象。应用一般资料调查表、简版孤独感量表、家庭关怀度指数问卷、衰老自评问卷、生产性参与量表进行调查。结果 社区老年人生产性参与得分为 42.00(23.00,50.00)分;生产性参与得分与孤独感、自我衰老感呈负相关(均 $P < 0.05$),与家庭功能呈正相关($P < 0.05$);广义线性回归分析结果显示,自评健康状况、有无再就业意愿、孤独感、家庭功能及自我衰老感是社区老年人生产性参与的影响因素(均 $P < 0.05$)。结论 社区老年人生产性参与处于中等水平,相关部门可结合相关影响因素制订干预措施,提升老年人生产性参与水平,从而促进积极老龄化。

关键词:社区; 老年人; 社会活动; 生产性参与; 孤独感; 家庭功能; 自我衰老感; 老年护理

中图分类号:R473.2;TS976.34 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2026.10.007

Current status and influencing factors of productive engagement among community-dwelling older adults

She Chenghong, Jin Jie, Li Jile, Wu Yan, Ju Mei. School of Nursing and Health, Leshan Vocational and Technical College, Leshan 614000, China

Abstract: **Objective** To understand the current status and influencing factors of productive engagement among community-dwelling older adults, aiming to provide reference for taking targeted measures so as to promote active aging. **Methods** A total of 503 community-dwelling older adults were selected by convenience sampling method. A general information questionnaire, the University of California Los Angeles Loneliness Scale, the Family APGAR Index, the Aging Self-rating Questionnaire and the Productive Engagement Scale were used to survey the respondents. **Results** The participants' productive engagement score was 42.00(23.00, 50.00), the score of productive engagement was negatively correlated with loneliness and aging self-rating while positively correlated with family function(all $P < 0.05$). Generalized linear regression analysis showed that self-rating health status, willingness of re-employment, loneliness, family function and aging self-rating were the influencing factors of productive engagement in community-dwelling older adults(all $P < 0.05$). **Conclusion** Community-dwelling older adults' productive engagement is at moderate level. Relevant departments should make concrete interventions according to the associated factors to improve community-dwelling older adults' productive engagement in order to promote active aging.

Keywords: community; older adults; social activities; productive engagement; loneliness; family function; aging self-rating; geriatric care

作者单位:乐山职业技术学院 1. 护理康养学院 2. 生物医药学院(四川 乐山, 614000); 3. 西南医科大学护理学院

通信作者:鞠梅, 593576753@qq.com

余程宏:男, 硕士, 助教, 2217612314@qq.com

科研项目:四川省基层卫生事业发展研究中心项目(SWFZ23-Z-06)

收稿:2025-12-27; 修回:2026-02-22

随着全球人口老龄化进程的加速,我国正逐渐步入“银发时代”。2025 年 7 月,中国老龄协会印发的《2024 年度国家老龄事业发展公报》^[1]提到,截至 2024 年末,我国 60 岁及以上的老年人口达 3.1 亿,占总人口数的 22.0%;其中 65 岁及以上的老年人口已占比总人口的 15.6%,并呈逐年增长趋势。在老龄