·流行病与统计方法·

中老年人居住环境质量与抑郁症状轨迹的关联

程安然，王茜，怀一胜，尹平，陈跃来
上海中医药大学附属龙华医院睡眠医学中心，上海 200032

摘要：目的　探讨中国中老年人居住环境质量评分（living environmental quality score，LEQS）与抑郁症状轨迹的关联及疼痛部位数量的潜在中介作用。**方法**　基于中国健康与养老追踪调查（China Health and Retirement Longitudinal Study，CHARLS）2011—2020 年数据，纳入 6 888 名≥45 岁中老年人。采用基于群体的轨迹模型识别 10 项流调中心抑郁量表（10-item Center for Epidemiologic Studies Depression Scale，CESD-10）评分轨迹，多分类 logistic 回归分析 LEQS 及其组成指标与抑郁症状轨迹的关联，并进行城乡分层和中介效应分析。**结果**　共识别出五类抑郁症状轨迹。与 LEQS 高风险组相比，中、低风险组进入高水平持续组的相对风险比（relative risk ratio，*RRR*）分别为 0.39（95%*CI*：0.29～0.53）和 0.29（95%*CI*：0.18～0.46）；LEQS 每增加 1 分，该组 *RRR*=0.65（95%*CI*：0.59～0.72）。全部使用清洁燃料者进入高水平持续组的相对风险最低（*RRR*=0.26，95%*CI*：0.17～0.39）。疼痛部位数量的间接效应为 -0.004（95%*CI*：-0.007～-0.002）。**结论**　较好的居住环境质量与较低的不良抑郁症状轨迹风险相关，疼痛部位数量可能参与二者之间的关联。

关键词：居住环境质量；抑郁症状；轨迹分析；中老年人；疼痛部位数量
中图分类号：R749.4　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1003-8507（2026）19-3470-07
DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202606042

Association between living environmental quality and depressive symptom trajectories among middle-aged and older adults

CHENG An-ran, WANG Xi, HUAI Yi-sheng, YIN Ping, CHEN Yue-lai
Sleep Medicine Center, Longhua Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200032, China

Abstract: Objective To examine the association between the living environmental quality score (LEQS) and depressive symptom trajectories among middle-aged and older adults in China and to assess the potential mediating role of pain-site count. **Methods** Data from 6 888 participants aged ≥45 years in the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS), 2011—2020, were analyzed. Group-based trajectory modeling was used to identify trajectories of 10-item Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CESD-10) scores. Multinomial logistic regression was used to assess the associations of LEQS and its components with depressive symptom trajectories, followed by urban-rural stratified analyses and mediation analysis. **Results** Five depressive symptom trajectories were identified. Compared with the high-risk LEQS group, the moderate- and low-risk groups had lower relative risk ratios (*RRR*s) for membership in the persistently high trajectory, with *RRR*s of 0.39 (95% *CI*: 0.29-0.53) and 0.29 (95% *CI*: 0.18-0.46), respectively. For each 1-point increase in LEQS, the *RRR* for this trajectory was 0.65 (95% *CI*: 0.59-0.72). Participants who exclusively used clean household fuels had the lowest *RRR* for this trajectory (*RRR*=0.26, 95% *CI*: 0.17-0.39). The indirect effect through pain-site count was -0.004 (95% *CI*: -0.007~-0.002). **Conclusion** Better living environmental quality was associated with a lower risk of unfavorable depressive symptom trajectories, and pain-site count may be involved in this association.

Keywords: Living environmental quality; Depressive symptoms; Trajectory analysis; Middle-aged and older adults; Pain-site count

抑郁是影响健康老龄化的重要公共卫生问题，2021 年全球抑郁患者高达 3.32 亿，造成 5 633 万伤残调整寿命年[1]；中国成人终生和 12 个月患病率分别为 6.8%和 3.6%[2]。抑郁症状还与心脑血管疾病、功能受限等结局相关[3-4]。中老年人受慢性病和功能下降等影响，症状常呈长期异质性变化，识别可干预因素具有重要意义。

$PM_{2.5}$ 暴露、固体燃料、住房类型和室温等居住因素均可能与抑郁症状相关[5-8]。居住环境具有多维性，综合评分已用于评价心血管疾病和关节炎等结局[9-10]。已有研究发现综合生活环境与抑郁轨迹相关，睡眠时

基金项目：上海龙华国家医学中心核心攻关问题研究指令性项目（GFB2401-2-1，GFB2401-2-2）；2024 年岐黄学者培养项目（国中医药人教函[2025]182 号）；上海市经济和信息化委员会 2025 年促进产业高质量发展专项先导产业创新（人工智能专题）项目（2025-GZL-RGZN-01037）
作者简介：程安然（1998—），女，博士在读，研究方向：针刺治疗内科疾病的临床及基础研究
通信作者：陈跃来，E-mail：chenyuelai@163.com

间可能发挥中介作用[11]，但疼痛相关躯体通路证据有限。

疼痛是中老年人常见症状，与抑郁发生和持续相关。较差居住环境与疼痛风险升高相关[12]，疼痛可通过自评健康和生活满意度下降影响情绪[13]；空气污染、温度不适及设施不足也可能增加疼痛负担。因此，疼痛部位数量可能是二者间的潜在躯体通路，但目前纵向证据仍有限。

本研究利用中国健康与养老追踪调查（China Health and Retirement Longitudinal Study，CHARLS）2011—2020 年数据[14]构建居住环境质量评分（living environmental quality score，LEQS），识别抑郁症状轨迹，进一步分析 LEQS 及其组成指标与轨迹的关联，并探讨城乡差异和疼痛部位数量的潜在中介作用，以期为居住环境改善和高风险人群识别提供依据。

1　对象与方法

1.1　资料来源与研究对象　数据来源于 CHARLS[14]。该研究采用多阶段概率抽样，于 2011 年开展基线调查，并于 2013、2015、2018 和 2020 年随访；研究经北京大学生物医学伦理委员会批准（IRB00001052-11015），所有受访者均签署知情同意书。纳入 2011 年基线调查中年龄≥45 岁且 LEQS 和 10 项流调中心抑郁量表（10-item Center for Epidemiologic Studies Depression Scale，CESD-10）资料完整的受访者，排除 2011—2020 年 CESD-10 总测量次数少于 3 次者，最终纳入 6 888 人。见图 1。

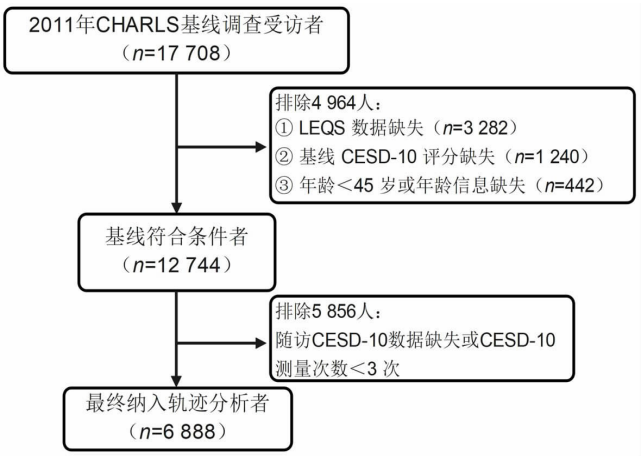


图 1　研究对象筛选流程图

Figure 1　Flowchart of participant selection

1.2　居住环境质量评估　居住环境包括室外 $PM_{2.5}$、家庭能源燃料、住房类型、室内温度和水源五项，构建方法参考既往 CHARLS 研究[9-11]。采用 2011 年居住城市年均 $PM_{2.5}$ 浓度表征基线暴露[15]，＜35 μg/m³ 计 1 分，否则计 0 分[16]；烹饪和取暖均使用清洁能源计 2 分，仅一项清洁或混合使用计 1 分，均为固体燃料计 0 分；多层建筑、室温舒适和自来水各计 1 分。总分 0～6 分，分为高（0～2 分）、中（3～4 分）和低风险组（5～6 分）[9]。

1.3　抑郁症状评估　采用 CESD-10 评估抑郁症状，10 个条目各计 0～3 分，总分 0～30 分，得分越高症状越重。使用 2011、2013、2015、2018 和 2020 年连续评分构建轨迹。

1.4　疼痛部位数量　根据 CHARLS 问卷所列头、肩、上肢、胸腹、背腰、臀、下肢及颈部等 15 个部位的疼痛报告计算数量，数量越多表示负担越重。2011 年数据用于基线调整，2013 年数据用于中介分析。

1.5　协变量　协变量包括年龄、性别、婚姻状况、教育水平、城乡居住地、地区、饮酒、吸烟和慢性病数量分组。其中慢性病数量分组依据 14 种自报医生诊断疾病计算，分为 0、1、2 和≥3 种。

1.6　统计学方法　采用 Stata 17.0 分析。以 traj 插件和删失正态模型拟合 2011—2020 年 CESD-10 轨迹[17]，依据赤池信息准则（Akaike information criterion，AIC）、贝叶斯信息准则（Bayesian information criterion，BIC）、样本量校正贝叶斯信息准则（sample-size adjusted Bayesian information criterion，SABIC）、熵值（entropy）、平均后验概率（average posterior probability，AvePP）及可解释性选择模型，AvePP＞0.70 视为分类质量可接受。连续和分类变量分别以（均数 ± 标准差）、例数（%）表示，组间采用方差分析或 χ^2 检验，并比较纳入与未纳入者基线特征。以低水平稳定轨迹和 LEQS 高风险组为参照进行多分类 logistic 回归，报告相对风险比（relative risk ratio，*RRR*）及 95%置信区间，调整上述协变量；进一步分析 LEQS 连续值、组成指标及城乡分层，并以 Wald 检验交互作用。中介分析设 2011 年 LEQS 为暴露、2013 年疼痛部位数量为中介、2020 年 CESD-10 为结局，调整基线 CESD-10、疼痛及其他协变量。双侧检验，检验水准 α=0.05。

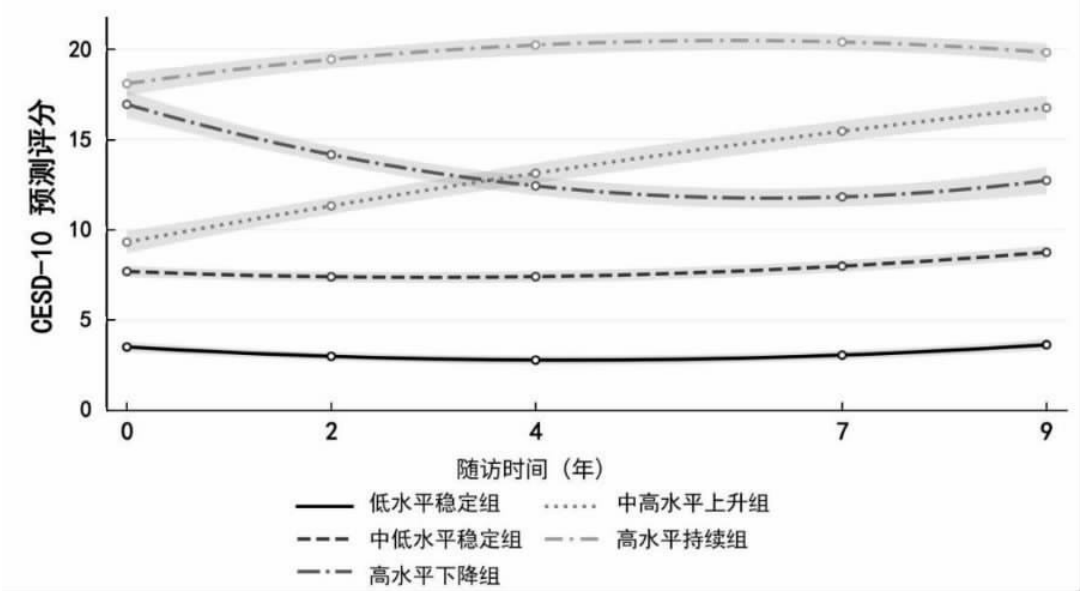
2　结　果

2.1　抑郁症状轨迹识别　最终确定五类轨迹：低水平稳定组 2 046 人（29.70%）、中低水平稳定组 3 016 人（43.79%）、高水平下降组 622 人（9.03%）、中高水平上升组 792 人（11.50%）、高水平持续组 412 人（5.98%）。各组 AvePP 为 72.85%～85.16%，模型估计与最优分配比例接近，分类质量可接受。见表 1、2，图 2。

表 1　抑郁症状轨迹模型拟合指标

Table 1　Model fit indices for depressive symptom trajectory models

类别数	AIC	BIC	ΔBIC	SABIC	熵值	AvePP (%)	模型估计各组比例 Pj(%)
1	−109 052.91	−109 066.59	5 885.47	−109 060.23	—	—	100.00
2	−104 554.88	−104 582.23	1 401.11	−104 569.52	0.825	94.29	68.96 / 31.04
3	−103 554.96	−103 595.99	414.87	−103 576.92	0.759	89.07	47.21 / 40.28 / 12.51
4	−103 315.68	−103 370.38	189.26	−103 344.96	0.700	83.30	30.51 / 42.13 / 21.29 / 6.07
5	−103 112.75	−103 181.12	0.00	−103 149.35	0.710	79.62	30.39 / 41.69 / 9.64 / 12.39 / 5.89



注：轨迹线为基于删失正态分布的五类群体轨迹模型预测值，阴影带表示模型预测值的 95%*CI*。

图 2　2011—2020 年中国中老年人 CESD-10 评分轨迹

Figure 2　CESD-10 score trajectories among Chinese middle-aged and older adults, 2011—2020

表 2　五类抑郁症状轨迹模型的分类质量

Table 2　Classification quality of the five-class depressive symptom trajectory model

轨迹组别	实际分配人数	最优分配比例(%)	模型估计比例 P_j(%)	AvePP(%)
低水平稳定组	2 046	29.70	30.39	84.75
中低水平稳定组	3 016	43.79	41.69	80.10
高水平下降组	622	9.03	9.64	72.85
中高水平上升组	792	11.50	12.39	75.21
高水平持续组	412	5.98	5.89	85.16

注：AvePP 为平均后验概率；P_j 为模型估计组别比例；最优分配比例为根据最大后验概率分配至各轨迹组后的实际比例。

2.2　纳入与未纳入样本基线特征比较　12 744 名基线符合条件者中，6 888 人纳入轨迹分析。与未纳入者相比，纳入者年龄和 LEQS 较低，女性、低教育、已婚及农村居民比例较高，地区和慢性病分布亦不同；疼痛部位数量、饮酒和吸烟差异无统计学意义。见表 3。

2.3　不同抑郁症状轨迹组基线特征比较　各轨迹组基线特征差异均有统计学意义，见表 4。与低水平稳定组相比，其他组女性、低教育、非已婚、农村及西部居民比例较高，慢性病负担较重；高水平持续组 LEQS 最低且高风险者比例最高。

表 3　纳入与未纳入轨迹分析参与者的基线特征比较 [($\bar{x} \pm s$), n(%)]

Table 3　Baseline characteristics of participants included and not included in the trajectory analysis [($\bar{x} \pm s$), n(%)]

变量	纳入组(n=6 888)	未纳入组(n=5 856)	P 值
年龄(岁)	57.34 ± 7.87	61.65 ± 10.83	<0.001
基线 CESD-10 评分	8.37 ± 6.21	8.60 ± 6.49	0.038
基线疼痛部位数量	1.49 ± 2.89	1.40 ± 2.88	0.097
LEQS	2.62 ± 1.45	2.90 ± 1.57	<0.001
女性	3 768(54.7)	2 918(49.8)	<0.001
小学及以下	6 128(89.0)	4 988(85.2)	<0.001
已婚	6 248(90.7)	4 875(83.2)	<0.001
农村居住	4 557(66.2)	2 977(50.8)	<0.001
地区			<0.001
东北	523(7.6)	613(10.5)	
东部	2 964(43.0)	2 437(41.6)	
中部	1 235(17.9)	904(15.4)	
西部	2 166(31.4)	1 902(32.5)	
当前饮酒	2 291(33.3)	1 881(32.1)	0.168
当前吸烟	2 082(30.2)	1 837(31.4)	0.368
慢性病数量分组(种)			<0.001
0	2 211(32.1)	1 729(29.5)	
1	2 097(30.4)	1 680(28.7)	
2	1 371(19.9)	1 212(20.7)	
≥3	1 209(17.6)	1 235(21.1)	

注：LEQS 为居住环境质量评分。

表 4　不同抑郁症状轨迹组基线特征比较[($\bar{x}\pm s$),n(%)]

Table 4　Baseline characteristics across depressive symptom trajectory groups [($\bar{x}\pm s$), n(%)]

变量	总体	低水平稳定组	中低水平稳定组	高水平下降组	中高水平上升组	高水平持续组	P 值
样本量	6 888	2 046	3 016	622	792	412	
年龄(岁)	57.34 ± 7.87	56.72 ± 7.94	57.41 ± 7.93	58.41 ± 7.59	57.53 ± 7.79	57.91 ± 7.47	<0.001
性别							<0.001
女	3 768(54.7)	834(40.8)	1 640(54.4)	430(69.1)	543(68.6)	321(77.9)	
男	3 120(45.3)	1 212(59.2)	1 376(45.6)	192(30.9)	249(31.4)	91(22.1)	
教育水平							<0.001
小学及以下	6 128(89.0)	1 662(81.2)	2 723(90.3)	593(95.3)	751(94.8)	399(96.8)	
初中	682(9.9)	334(16.3)	270(9.0)	28(4.5)	39(4.9)	11(2.7)	
高中及以上	78(1.1)	50(2.4)	23(0.8)	1(0.2)	2(0.3)	2(0.5)	
婚姻状况							<0.001
非已婚	640(9.3)	126(6.2)	269(8.9)	91(14.6)	92(11.6)	62(15.0)	
已婚	6 248(90.7)	1 920(93.8)	2 747(91.1)	531(85.4)	700(88.4)	350(85.0)	
居住地							<0.001
城市	2 331(33.8)	920(45.0)	995(33.0)	139(22.3)	194(24.5)	83(20.1)	
农村	4 557(66.2)	1 126(55.0)	2 021(67.0)	483(77.7)	598(75.5)	329(79.9)	
地区							<0.001
东北	523(7.6)	192(9.4)	222(7.4)	34(5.5)	47(5.9)	28(6.8)	
东部	2 964(43.0)	1 048(51.2)	1 268(42.0)	238(38.3)	298(37.6)	112(27.2)	
中部	1 235(17.9)	349(17.1)	588(19.5)	95(15.3)	133(16.8)	70(17.0)	
西部	2 166(31.4)	457(22.3)	938(31.1)	255(41.0)	314(39.6)	202(49.0)	
当前饮酒							<0.001
否	4 597(66.7)	1 189(58.1)	2 015(66.8)	471(75.7)	599(75.6)	323(78.4)	
是	2 291(33.3)	857(41.9)	1 001(33.2)	151(24.3)	193(24.4)	89(21.6)	
当前吸烟							<0.001
否	4 806(69.8)	1 321(64.6)	2 078(68.9)	473(76.0)	601(75.9)	333(80.8)	
是	2 082(30.2)	725(35.4)	938(31.1)	149(24.0)	191(24.1)	79(19.2)	
慢性病数量分组(种)							<0.001
0	2 211(32.1)	915(44.7)	948(31.4)	111(17.8)	181(22.9)	56(13.6)	
1	2 097(30.4)	622(30.4)	960(31.8)	176(28.3)	244(30.8)	95(23.1)	
2	1 371(19.9)	307(15.0)	616(20.4)	165(26.5)	187(23.6)	96(23.3)	
≥3	1 209(17.6)	202(9.9)	492(16.3)	170(27.3)	180(22.7)	165(40.0)	
LEQS 得分	2.62 ± 1.45	2.94 ± 1.47	2.63 ± 1.45	2.24 ± 1.32	2.42 ± 1.36	1.94 ± 1.26	<0.001
LEQS 分组							<0.001
高风险(0～2 分)	3 754(54.5)	925(45.2)	1 622(53.8)	416(66.9)	478(60.4)	313(76.0)	
中风险(3～4 分)	2 051(29.8)	684(33.4)	916(30.4)	156(25.1)	223(28.2)	72(17.5)	
低风险(5～6 分)	1 083(15.7)	437(21.4)	478(15.8)	50(8.0)	91(11.5)	27(6.6)	
基线 CESD-10 得分	8.37 ± 6.21	3.55 ± 3.08	8.00 ± 4.43	18.24 ± 4.16	9.20 ± 4.15	18.48 ± 5.29	<0.001

2.4　LEQS 与抑郁症状轨迹的关联　以低水平稳定组和 LEQS 高风险组为参照，中、低风险组进入高水平下降、中高水平上升和高水平持续组的 *RRR* 分别为 0.62、0.77、0.39 和 0.41、0.66、0.29；LEQS 每增加 1 分，进入各非低水平稳定轨迹的相对风险均降低。见表 5。

家庭能源燃料的关联最稳定。与固体燃料相比，混合和清洁燃料使用者进入各非低水平稳定轨迹的相对风险均较低，其中清洁燃料者进入高水平持续组的 *RRR* 为 0.26。室温适宜和 $PM_{2.5}$<35 μg/m³ 亦与该组风险降低相关，水源未见显著关联。见表 5。

2.5　城乡分层分析　LEQS 与轨迹的关联存在城乡交互作用($P_{交互}$=0.011)。在城市居民中，较高 LEQS 与高水平下降、中高水平上升和高水平持续轨迹风险降低相关；农村居民中主要与高水平下降和高水平持续轨迹相关，城市关联更明显。见表 6。

表 5　居住环境质量评分与抑郁症状轨迹的关联[*RRR*(95%*CI*)]

Table 5　Associations of LEQS with depressive symptom trajectories [*RRR* (95% *CI*)]

暴露因素	分类	中低水平稳定组	高水平下降组	中高水平上升组	高水平持续组
LEQS 分类	高风险	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)
	中风险	0.87(0.76 ~ 1.00)*	0.62(0.49 ~ 0.78)***	0.77(0.63 ~ 0.95)*	0.39(0.29 ~ 0.53)***
	低风险	0.87(0.73 ~ 1.03)	0.41(0.29 ~ 0.58)***	0.66(0.50 ~ 0.89)**	0.29(0.18 ~ 0.46)***
LEQS 连续变量	每增加 1 分	0.93(0.89 ~ 0.98)**	0.79(0.73 ~ 0.86)***	0.87(0.81 ~ 0.93)***	0.65(0.59 ~ 0.72)***
住房类型	单层	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)
	多层	1.26(1.10 ~ 1.46)**	1.01(0.80 ~ 1.27)	1.26(1.02 ~ 1.55)*	0.82(0.61 ~ 1.10)
室内温度	不适宜	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)
	适宜	0.98(0.83 ~ 1.16)	0.81(0.63 ~ 1.04)	1.01(0.80 ~ 1.29)	0.68(0.51 ~ 0.90)**
水源情况	非自来水	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)
	自来水	0.97(0.85 ~ 1.11)	0.93(0.75 ~ 1.14)	0.95(0.79 ~ 1.15)	0.90(0.70 ~ 1.15)
家庭能源燃料	全部固体燃料	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)
	混合燃料	0.73(0.63 ~ 0.84)***	0.53(0.42 ~ 0.68)***	0.65(0.53 ~ 0.81)***	0.41(0.30 ~ 0.56)***
	全部清洁燃料	0.63(0.53 ~ 0.75)***	0.41(0.30 ~ 0.55)***	0.44(0.34 ~ 0.58)***	0.26(0.17 ~ 0.39)***
室外 $PM_{2.5}$(μg/m³)	$PM_{2.5}$≥35	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)	1.00(Ref)
	$PM_{2.5}$<35	0.91(0.72 ~ 1.15)	1.06(0.76 ~ 1.48)	0.96(0.70 ~ 1.32)	0.64(0.41 ~ 0.98)*

注:*P<0.05;**P<0.01;***P<0.001;以低水平稳定抑郁症状轨迹为结局参照组;LEQS 为居住环境质量评分;模型调整年龄、性别、教育水平、婚姻状况、城乡居住地、地区、饮酒状况、吸烟状况和慢性病数量分组。

表 6　LEQS 分类与抑郁症状轨迹关联的城乡分层分析

Table 6　Urban-rural stratified analysis of the association between LEQS categories and depressive symptom trajectories

结局轨迹	居住地	中风险 vs.高风险		低风险 vs.高风险	
		RRR(95%*CI*)	*P* 值	*RRR*(95%*CI*)	*P* 值
中低水平稳定组	城市	0.87(0.68 ~ 1.10)	0.244	0.84(0.66 ~ 1.08)	0.167
	农村	0.90(0.75 ~ 1.07)	0.215	0.97(0.72 ~ 1.32)	0.853
高水平下降组	城市	0.50(0.33 ~ 0.76)	0.001	0.29(0.18 ~ 0.48)	<0.001
	农村	0.68(0.52 ~ 0.89)	0.005	0.59(0.35 ~ 0.97)	0.039
中高水平上升组	城市	0.43(0.29 ~ 0.63)	<0.001	0.47(0.31 ~ 0.71)	<0.001
	农村	0.98(0.77 ~ 1.24)	0.853	0.87(0.56 ~ 1.35)	0.539
高水平持续组	城市	0.29(0.17 ~ 0.50)	<0.001	0.17(0.09 ~ 0.32)	<0.001
	农村	0.45(0.31 ~ 0.64)	<0.001	0.49(0.25 ~ 0.96)	0.037

注:以低水平稳定抑郁症状轨迹为结局参照组;模型调整年龄、性别、教育水平、婚姻状况、地区、饮酒状况、吸烟状况和慢性病数量分组。

2.6　中介分析　调整基线 CESD-10、疼痛及其他协变量后,LEQS 与 2013 年疼痛部位数量呈负相关(a=-0.047,95%*CI*:-0.076 ~ -0.027),2013 年疼痛部位数量与 2020 年 CESD-10 评分呈正相关(b=0.085,95%*CI*:0.063 ~ 0.105,均 P<0.001)。总效应为-0.023(95%*CI*:-0.047 ~ 0.000,P=0.056),直接效应为-0.019(95%*CI*:-0.041 ~ 0.003,P=0.113),间接效应为-0.004(95%*CI*:-0.007 ~ -0.002)。见图 3。

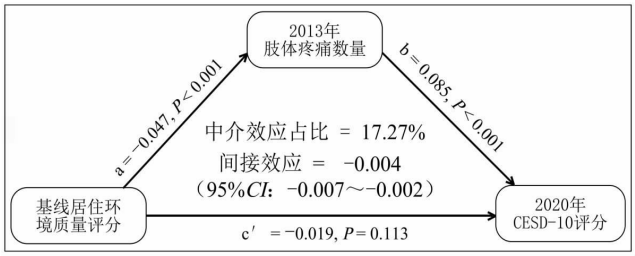


图 3　疼痛部位数量在 LEQS 与抑郁症状关联中的潜在中介路径

Figure 3　Potential mediating pathway of pain-site count in the association between LEQS and depressive symptoms

3　讨　论

本研究基于 2011—2020 年 CHARLS 纵向数据识别出五类中老年人抑郁症状轨迹。较高的基线 LEQS 与较低的不良抑郁症状轨迹风险相关,其中家庭能源燃料的关联较为稳定;该关联在城乡之间存在差异,且在城市居民中更明显。中介分析提示,疼痛

部位数量可能参与 LEQS 与后续抑郁症状之间的关联。

轨迹分析可揭示抑郁症状长期变化的异质性[17]。既往研究表明，中老年人抑郁症状存在低水平稳定、高水平持续、升高和下降等不同发展模式[18]。本研究识别出的高水平持续组虽占比较低，但长期维持较高 CESD-10 评分；中高水平上升组则表现为症状逐渐加重，均应作为持续筛查和干预的重点人群。

既往研究发现，住宅建筑、室内设施及社区环境均与中老年人抑郁症状及其变化轨迹相关[7,19]，睡眠时间可能在生活环境与高上升抑郁轨迹之间发挥中介作用[11]。本研究在此基础上进一步关注疼痛部位数量这一躯体健康指标，从疼痛负担角度补充了综合居住环境与长期抑郁症状变化之间的潜在联系。

在 LEQS 各组成指标中，家庭能源燃料与抑郁症状轨迹的关联较为稳定。既往研究显示，固体燃料使用、长期 $PM_{2.5}$ 暴露及温度不适均可能增加抑郁症状风险[5-6,8]。本研究中，混合燃料使用者和全部使用清洁燃料者进入多种不良轨迹的相对风险均较低，较低 $PM_{2.5}$ 暴露和适宜室内温度也与部分不良轨迹风险降低相关。这表明清洁能源使用、空气质量改善和室内热舒适度提升可能有助于改善心理健康。但住房类型的单项分析结果与 LEQS 的赋分方向并不完全一致，可能与 CHARLS 仅将住房划分为单层和多层建筑，未进一步记录居住楼层、电梯配置、居住拥挤程度以及采光、通风等信息有关。因此，仅用单层或多层建筑难以完整反映中老年人的实际居住条件，也说明综合评分中的不同指标可能具有不同的作用方向和强度。

城乡分层结果显示，LEQS 与抑郁症状轨迹的关联在城市居民中更为明显。这可能因为在城市地区，LEQS 升高往往伴随着家庭设施、室内居住条件和空气质量的改善，也可能与公共服务和医疗资源的可及性较高有关。而农村居民的心理健康除受居住环境影响外，还可能与劳动强度、经济状况、家庭照护以及基层医疗资源等因素有关。因此，针对不同地区开展居住环境干预时，还需结合城乡居民的生活方式和资源条件。

中介分析显示，在调整基线 CESD-10 评分和疼痛部位数量后，较低 LEQS 与后续疼痛负担增加相关，而疼痛负担又与远期抑郁症状升高相关。既往研究发现，较差的居住环境质量与单部位及多部位疼痛风险增加有关[12]；空气污染、室内潮湿及温湿度变化也可能通过炎症、氧化应激和神经敏化等途径影响疼痛[20-22]。疼痛可能通过自评健康下降和生活满意度降低等途径影响情绪健康[13]，慢性疼痛与抑郁还可能共享神经环路及神经免疫机制[23]。因此，疼痛部位数量可能是连接居住环境质量与后续抑郁症状的潜在躯体通路，但仍需更强的因果推断研究验证。

本研究存在以下局限。首先，观察性研究不能直接推断因果关系，LEQS、疼痛和抑郁症状之间仍可能存在未测量混杂及双向影响；尽管采用 2013 年疼痛部位数量并调整基线抑郁和疼痛，相关结果仍应视为潜在线索。且 LEQS 仅基于基线居住环境构建，未能反映随访期间搬迁、燃料更换或室内环境变化；等权赋分也可能低估不同指标的效应差异。$PM_{2.5}$ 采用城市年均浓度匹配，难以代表个体实际暴露。由于纳入者与未纳入者在部分基线特征上存在差异，完整病例分析仍可能引入选择偏倚，结果外推需谨慎。

综上，较高的居住环境质量与较低的不良抑郁症状轨迹风险相关，家庭能源燃料可能是重要组成因素，且该关联存在城乡差异。疼痛部位数量可能参与居住环境质量与后续抑郁症状之间的关联。研究结果可为居住环境改善、清洁能源推广及高风险人群识别提供流行病学依据。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Rong J, Wang X, Cheng P, et al.Global, regional and National burden of depressive disorders and attributable risk factors, from 1990 to 2021: results from the 2021 Global Burden of Disease study [J]. British Journal of Psychiatry, 2025, 227(4): 688-697.

[2] Lu J, Xu XF, Huang YQ, et al. Prevalence of depressive disorders and treatment in China: a cross-sectional epidemiological study[J]. Lancet Psychiatry, 2021, 8(11): 981-990.

[3] Krittanawong C, Maitra NS, Qadeer YK, et al. Association of depression and cardiovascular disease [J]. American Journal of Medicine, 2023, 136(9): 881-895.

[4] Chen HY, Huang JH, Zhang SY, et al. Independent and joint associations of depressive symptoms and social isolation on trajectories of functional disability among middle-aged and older adults[J]. Archives of Public Health, 2026, 84(1): 84.

[5] Xue T, Guan T, Zheng Y, et al. Long-term $PM_{2.5}$ exposure and depressive symptoms in China: a quasi-experimental study [J]. Lancet Reg Health West Pac, 2021, 6: 100079.

[6] Shao JW, Ge TT, Liu YS, et al. Longitudinal associations between household solid fuel use and depression in middle-aged and older Chinese population: A cohort study [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2021, 209: 111833.

[7] Li CS, Zhou Y. Residential environment and depressive symptoms among Chinese middle- and old-aged adults: A longitudinal population-based study[J]. Health & Place, 2020, 66: 102463.

[8] Jin J, Xu Z, Cao R, et al. Long-term apparent temperature, extreme temperature exposure,and depressive symptoms: a longitudinal study in China [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(4): 3229.

[9] Yang Y, Cao L, Xia Y, et al. The effect of living environmental factors

on cardiovascular diseases in Chinese adults: results from a cross-sectional and longitudinal study [J]. European Journal of Preventive Cardiology, 2023, 30(11): 1063-1073.

[10] Liu R, Zhou Y, Liu Y, et al.Association between living environmental quality and risk of arthritis in middle-aged and older adults: a national study in China[J]. Front Public Health, 2023, 11:1181625.

[11] Sun JQ, Fan JW, Jia XC, et al. The association between living environment and depression: the mediating role of sleep duration[J]. Journal of Prevention, 2026, 47: 977-991.

[12] Hou SL, Zhao X, Liu R. Association between living environmental quality and body pain in middle-aged and older adults: a National study in China[J]. Archives of Public Health, 2025, 83(1): 236.

[13] Huang JJ, Liang TF, Guo C, et al. The impact of hearing ability on depression among retired middle-aged and elderly individuals in China: the chain mediating role of self-rated health and Life satisfaction [J]. Journal of Health Population and Nutrition, 2025, 44 (1): 70.

[14] Zhao YH, Hu YS, Smith JP, et al. Cohort profile: the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) [J]. International Journal of Epidemiology, 2014, 43(1): 61-68.

[15] Wei J, Li ZQ, Lyapustin A, et al. Reconstructing 1-km-resolution high-quality PM2.5 data records from 2000 to 2018 in China: spatiotemporal variations and policy implications[J]. Remote Sensing of Environment, 2021, 252: 112136.

[16] 中华人民共和国环境保护部，国家质量监督检验检疫总局. GB 3095-2012 环境空气质量标准[S]. 北京：中国环境科学出版社，2012.
Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. GB 3095-2012 Ambient air quality standards [S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2012.(In Chinese)

[17] Nagin DS, Jones BL, Elmer J. Recent advances in Group-Based trajectory modeling for clinical research [J]. Annual Review of Clinical Psychology, 2024, 20(1): 285-305.

[18] Zhang BY, Lin YD, Hu MJ, et al. Associations between trajectories of depressive symptoms and rate of cognitive decline among Chinese middle-aged and older adults: An 8-year longitudinal study [J]. Journal of Psychosomatic Research, 2022, 160: 110986.

[19] Li XY. The effect of community environment on the trajectory of depressive symptoms and cohort differences among middle-aged and older Chinese adults[J]. Front Public Health, 2024, 12: 1480295.

[20] Zeng H, Wang R, Zhang J, et al. How air pollution relates to chronic pain in middle-aged and older adults:a nationwide cohort study[J]. Age and Ageing, 2025, 54(10): afaf291.

[21] Zhang Y, Mei Y, Yu W, et al. Association of indoor dampness indicators with rheumatic diseases/symptoms in older adults: A comparative cross-sectional study in Chongqing and Beijing [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2024, 31 (8): 11633-11646.

[22] Zhang Y, Yu W, Gao N, et al. Sensitive thresholds of indoor temperature-humidity on arthritis in older adults: A year-round cohort time-series study with PELT change-point detection [J]. Building and Environment, 2026, 287: 113781.

[23] Li M, She K, Zhu P, et al. Chronic pain and comorbid emotional disorders: neural circuitry and neuroimmunity pathways [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2025, 26(2): 436.

收稿日期：2026-06-04

（上接第 3463 页）

cognitive phenotypes, and plasma biomarkers for Alzheimer's disease in Chinese older adults: A population-based study[J]. Alzheimer's & Dementia : the Journal of the Alzheimer's Association, 2025, 21(5): e70303.

[26] Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype [J]. The Journals of Gerontology. Series a, Biological Sciences and Medical Sciences, 2001, 56 (3): M146-M156.

[27] Evans IEM, Martyr A, Collins R, et al. Social isolation and cognitive function in later Life: a systematic review and Meta-Analysis [J]. Journal of Alzheimer's Disease, 2019, 70(s1): S119-S144.

[28] 邢怡文，马丽娜. 轻度认知功能障碍与肌少症相关性[J]. 中华老年医学杂志，2024，43(5)：572-576.
Xing YW, Ma LN. Research advances on the correlation between mild cognitive impairment and sarcopenia [J]. Chinese Journal of Geriatrics, 2024, 43(5): 572-576.(In Chinese)

[29] 李方舟，吴迪菲，陈旭娇. 营养干预对老年人认知障碍防控的影响[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志，2025，12(3)：293-300.
Li FZ, Wu DF, Chen XJ. Effects of nutritional interventions on the prevention and control of cognitive impairment in the elderly [J]. Electronic Journal of Metabolism and Nutrition of Cancer, 2025, 12 (3): 293-300.(In Chinese)

[30] Huang XX, Zhao XY, Li B, et al. Comparative efficacy of various exercise interventions on cognitive function in patients with mild cognitive impairment or dementia: A systematic review and network meta-analysis [J]. Journal of Sport and Health Science, 2022, 11(2): 212-223.

[31] Zhang Z, Xu HJ, Zhang RJ, et al. Frailty and depressive symptoms in relation to cardiovascular disease risk in middle-aged and older adults[J]. Nature Communications, 2025, 16(1): 6008.

收稿日期：2026-01-01