

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.12.002

中老年人肺功能与认知障碍的关联及抑郁症状和日常活动能力
在二者中的中介作用*杨正婷¹, 邓颖¹, 李一影¹, 卢文婷¹, 闫俊岚¹, 柴琪¹, 蔡云石^{2△}

四川大学华西医院:1. 全程与共病管理中心;2. 肝移植中心, 四川成都 610041

摘要:目的 探讨中老年人肺功能与认知障碍发生风险的关联,并评估抑郁症状及日常活动能力的中介作用。方法 选取中国健康与养老追踪调查(CHARLS)2011 年收集的数据,纳入的样本量为 9 859 例,根据是否有认知障碍分为认知障碍组、非认知障碍组。同时,根据呼气峰值流量占预计值百分比(PEF% pred)的四分位数将研究对象分为 4 组:Q1 组(PEF% pred $\leq$ 58.21%)、Q2 组(PEF% pred $>$ 58.21%~78.51%)、Q3 组(PEF% pred $>$ 78.51%~96.48%)、Q4 组(PEF% pred $>$ 96.48%)。比较认知障碍组和非认知障碍组的基线资料。比较不同 PEF% pred 四分位数组的认知情况。采用多因素 Logistic 回归模型检验 PEF% pred 及不同四分位数 PEF% pred 与认知障碍发生风险之间的关联,并进一步评估不同预设亚组人群中 PEF% pred 与认知障碍发生风险之间的关系及交互作用。采用限制性立方样条(RCS)回归分析探索 PEF% pred 与认知障碍发生风险之间是否存在非线性剂量-反应关系。采用 Bootstrap 法评估抑郁症状、日常活动能力的中介效应。结果 认知障碍组 1 476 例、非认知障碍组 8 383 例。认知障碍组 PEF% pred 明显低于非认知障碍组($P<0.05$)。Q1、Q2、Q3 组各 2 465 例,Q4 组 2 464 例。Q1 组的情景记忆评分、心智状态评分和认知功能总分均显著低于 Q2、Q3 及 Q4 组,而认知障碍发生率显著高于其余 3 组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。PEF% pred 升高是发生认知障碍的保护因素($OR=0.992, 95\%CI:0.990\sim0.995, P<0.001$)。与 Q1 组相比,Q2、Q3、Q4 组发生认知障碍的风险分别降低了 17.8%($OR=0.822, 95\%CI:0.696\sim0.972, P=0.022$)、30.5%($OR=0.695, 95\%CI:0.582\sim0.831, P<0.001$)、43.3%($OR=0.567, 95\%CI:0.471\sim0.683, P<0.001$)。RCS 回归分析发现,PEF% pred 与认知障碍发生风险呈线性关联($P_{总}<0.001$),无非线性关联($P_{非线性}=0.893$)。亚组分析结果显示,PEF% pred 与认知障碍发生风险的关联在不同年龄、性别、居住地、退休情况、吸烟史、饮酒史、教育程度、做饭或取暖使用固体燃料情况、合并慢性肺病、心脏疾病情况亚组人群中有统计学意义($P<0.05$)。交互作用分析显示,在不同年龄、居住地、饮酒史、做饭或取暖使用固体燃料情况、BMI 亚组存在交互作用($P<0.05$)。在肺功能与认知功能的关系中,日常活动能力($\beta=0.034, 95\%CI:0.023\sim0.046$)及抑郁症状($\beta=0.039, 95\%CI:0.026\sim0.053$)起到了显著的中介作用,中介效应占比分别为 6.182%、7.091%。日常活动能力和抑郁症状在肺功能与认知功能之间存在链式中介效应($\beta=0.016, 95\%CI:0.012\sim0.021$),中介效应占 2.909%。结论 随着 PEF% pred 升高,中老年人认知障碍的发生风险逐渐下降,这种关联存在人群异质性,在中年、居住地为城市、无不良生活习惯、BMI 更高的群体中更为显著。维持良好的肺功能可能有助于延缓认知功能下降,其部分机制是通过保持日常活动独立性和减轻抑郁症状实现的。

关键词:肺功能; 认知功能; 日常活动能力; 抑郁; 中介效应

中图法分类号:R749.1;R592;R443

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)12-1593-12

Association between pulmonary function and cognitive impairment in middle-aged and elderly populations
and the mediating roles of depressive symptoms and activities of daily living*YANG Zhengting¹, DENG Ying¹, LI Yiyi¹, LU Wenting¹, YAN Junlan¹, CHAI Qi¹, CAI Yunshi^{2△}1. Integrated Care Management Center; 2. Liver Transplant Center, West China Hospital,
Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China

Abstract: Objective To investigate the association between lung function and the risk of cognitive impairment in middle-aged and older adults, and to assess the mediating effects of depressive symptoms and activities

* 基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(82303220);国家科技重大专项(2024ZD0523904)。

作者简介:杨正婷,女,研究实习生,主要从事慢性病的全程健康管理研究。△ 通信作者,E-mail:caiyunshimd@gmail.com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1167.r.20260518.0946.002\(2026-05-19\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1167.r.20260518.0946.002(2026-05-19))

引用格式:杨正婷,邓颖,李一影,等.中老年人肺功能与认知障碍的关联及抑郁症状和日常活动能力在二者中的中介作用[J].检验医学与临床,2026,23(12):1593-1604.

of daily living (ADL). **Methods** Data were drawn from the 2011 China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS), comprising a sample size of 9 859 participants. Participants were classified into a cognitive impairment group and a non-cognitive impairment group. Simultaneously, participants were divided into four groups according to the quartiles of peak expiratory flow as a percentage of the predicted value (PEF% pred): Q1 (PEF% pred $\leq$ 58.21%), Q2 (58.21% < PEF% pred $\leq$ 78.51%), Q3 (78.51% < PEF% pred $\leq$ 96.48%), and Q4 (PEF% pred > 96.48%). Baseline characteristics were compared between the cognitive impairment and non-cognitive impairment groups, while cognitive status was compared across the PEF% pred quartile groups. Multivariate Logistic regression models were used to examine the association of PEF% pred (as a continuous variable and as quartiles) with the risk of cognitive impairment. Subgroup and interaction analyses were further performed to evaluate this relationship in predefined subgroups. Restricted cubic spline (RCS) analysis was employed to explore a potential nonlinear dose-response relationship between PEF% pred and the risk of cognitive impairment. The mediating effects of depressive symptoms and ADL were assessed using the bootstrap method. **Results** A total of 1 476 participants were assigned to the cognitive impairment group and 8 383 to the non-cognitive impairment group. PEF% pred was significantly lower in the cognitive impairment group than that in the non-cognitive impairment group ($P < 0.05$). In each of the Q1, Q2, and Q3 groups, 2 465 participants were enrolled, and 2 464 were enrolled in the Q4 group. The scores of episodic memory, mental status and total cognitive function were significantly lower in the Q1 group than those in the Q2, Q3, and Q4 groups, whereas the incidence of cognitive impairment was significantly higher in the Q1 group than that in the other three groups (all $P < 0.05$). Higher PEF% pred was associated with a reduced risk of cognitive impairment ($OR = 0.992, 95\%CI: 0.990 - 0.995, P < 0.001$). Compared with the Q1 group, the risk of cognitive impairment was reduced by 17.8% in the Q2 group ($OR = 0.822, 95\%CI: 0.696 - 0.972, P = 0.022$), by 30.5% in the Q3 group ($OR = 0.695, 95\%CI: 0.582 - 0.831, P < 0.001$), and by 43.3% in the Q4 group ($OR = 0.567, 95\%CI: 0.471 - 0.683, P < 0.001$). In RCS analysis, a linear association was observed between PEF% pred and the risk of cognitive impairment ($P_{total} < 0.001$), and no nonlinear association was detected ($P_{non-linearity} = 0.893$). Subgroup analyses showed that the association between PEF% pred and the risk of cognitive impairment remained statistically significant in subgroups stratified by age, sex, residence, retirement status, smoking history, alcohol consumption, education level, solid fuel use for cooking or heating, chronic lung disease and heart disease (all $P < 0.05$). Significant interactions were observed between PEF% pred and age, residence, alcohol consumption, solid fuel use for cooking or heating, and BMI (all $P < 0.05$). The relationship between lung function and cognitive function was significantly mediated by ADL ($\beta = 0.034, 95\%CI: 0.023 - 0.046$) and depressive symptoms ($\beta = 0.039, 95\%CI: 0.026 - 0.053$), with mediation proportions of 6.182% and 7.091% respectively. This relationship was also serially mediated by ADL and depressive symptoms ($\beta = 0.016, 95\%CI: 0.012 - 0.021$), accounting for 2.909% of the total effect. **Conclusion** A higher PEF% pred is associated with a progressively lower risk of cognitive impairment in middle-aged and older adults. This association exhibits population heterogeneity and is more pronounced among individuals who are middle-aged, reside in urban areas, have no unhealthy lifestyle habits, and have a higher BMI. Maintaining optimal lung function may help delay cognitive decline, partially mediated by preserving independence in activities of daily living and alleviating depressive symptoms.

Key words: lung function; cognitive function; activities of daily living; depression; mediating effect

全球人口正在步入老龄化进程,我国相关数据也显示,截至 2024 年,60 岁及以上老年人口已超过 3.1 亿,老龄化程度持续加深^[1],随之而产生的认知障碍也成为严峻的公共健康问题^[2]。维持肺功能与延缓其衰退对保障老年群体独立生活能力及降低疾病风险具有关键意义。呼气峰值流量(PEF)被定义为用力呼气时达到的最高流量,PEF 占预计值百分比(PEF% pred)是一个标准化指标,用于反映肺功能状

态,是一种快速且易于管理的肺功能测量指标,适用于大规模调查。越来越多的研究显示,肺功能减退与认知功能下降存在关联:在中老年人群中肺功能指标[包括 PEF、第 1 秒用力呼气容积(FEV₁)和用力肺活量(FVC)]与认知功能水平呈正相关^[3-5];基线肺功能较差的人群发生认知障碍、痴呆的风险也更高^[6],认知功能衰退的速度也更快^[7-8]。但目前关于肺功能下降与认知障碍风险之间是否存在剂量-反应关系仍需

深入探讨。这种关联是简单的直线,还是存在关键的阈值或非线性趋势?这一问题的答案对于精准识别高危人群至关重要。

现有研究认为,肺功能与认知功能之间存在关联的潜在机制可能包括慢性低氧血症、全身炎症反应、血管病变等。然而,肺功能对认知功能的影响可能并非简单的直接因果关系,而是一个涉及心理、功能和生物学途径的复杂网络^[9]。现有流行病学研究已明确了肺功能异常与情绪状态^[10-11]、身体功能状态等指标^[12-13]之间存在关联,而这些指标也被认为与认知障碍的发展密切相关:如抑郁、焦虑等负面情绪可能与神经可塑性受损有关,可导致认知功能受损^[14-15];抑郁也被认为与认知功能下降具有双向关联^[16]。因此,推测肺功能下降可能通过恶化情绪状态间接导致认知功能衰退。此外,相关研究已表明,日常活动是维持认知健康的重要保护因素^[17],其机制包括日常活动可增加脑血流量、调节神经递质、缓解压力和改善积极情绪等^[18-19]。因此,肺功能下降也可能通过限制日常活动能力这一途径间接影响认知。有研究认为,健康问题会限制机体日常活动能力,降低对环境挑战的控制感,从而导致无助感和绝望感^[20],这一证据提示日常活动能力和抑郁症状在肺功能与认知障碍的关联中可能起到了潜在的链式中介作用。

中国健康与养老追踪调查(CHARLS)是一项针对中国大陆中老年人群的代表性追踪调查,采集了涵盖社会经济状况和健康状况等多维度的信息。基线调查于 2011 年开展,抽样方法为基于内隐分层(分层指标为区域、城乡属性以及人均 GDP)的多阶段(县/区-村/居-户)概率比例规模抽样,基线调查覆盖了 150 个地区、450 个村庄/城市社区,涉及 10 257 户家庭的 17 708 人^[21]。基于上述背景,本研究旨在利用 CHARLS 数据,分析肺功能与认知障碍风险之间的关联及二者是否存在剂量-反应关系,同时探讨日常活动能力、抑郁症状在肺功能与认知障碍关联中的中介效应,以期为识别高危人群和制订个性化干预策略提供证据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究选取 CHARLS 2011 年收集的数据,总样本量为 17 708 例。纳入标准:2011 年纳入的具有基线资料的所有参与者。排除标准:(1)无认知功能相关数据;(2)无肺功能相关数据;(3)年龄<45 岁或无年龄数据;(4)合并经医生诊断的记忆相关疾病或严重精神疾病;(5)正在服用治疗记忆相关疾病或严重精神疾病药物。最终 9 859 例参与者被纳入分析,中位年龄 58(51,64)岁,男性占 51.19%。CHARLS 各轮调查均获得北京大学生物医学伦理委员会批准(审批号:IRB00001052-11015),所有参与者均签署知情同意书。

1.2 方法 收集研究对象 2011 年的相关实验室指标、量表、问卷调查结果及社会人口学信息,涉及的具体指标包括肺功能、认知功能、日常生活活动能力(ADL)、抑郁症状、吸烟史、饮酒史、体质量指数(BMI)、合并慢性病情况等,具体检测、采集方法如下。

1.2.1 肺功能检测 CHARLS 中用于评估个体肺功能的指标为 PEF% pred。PEF 采用具有一次性吸嘴的峰值流量计(上海爱普医械塑胶有限公司)测量。研究者在测量前向参与者详细说明测量方法。参与者按要求于站立状态下深呼吸,将嘴唇放在吹嘴的外侧,尽力吹气,该动作重复 3 次,每次间隔 30 s,PEF 实测值采用 3 次呼气动作中测得的最大值。PEF 预测值按以下公式计算,男性:PEF(L/min)=75.6+20.4×A-0.41×A²+0.002×A³+1.19×H;女性:PEF(L/min)=282.0+1.79×A-0.046×A²+0.68×H;其中 A 为年龄(岁),H 为身高(cm)^[22]。PEF% pred=PEF 实测值/PEF 预测值×100%。根据 PEF% pred 的四分位数,将最终纳入分析的研究对象分为 4 组:Q1 组(PEF% pred≤58.21%)、Q2 组(PEF% pred>58.21%~78.51%)、Q3 组(PEF% pred>78.51%~96.48%)、Q4 组(PEF% pred>96.48%)。

1.2.2 认知功能评估 认知功能采用 CHARLS 协调认知评估方案(CHARLS-hcap)进行评估,包括情景记忆和心智状态 2 个维度,二者评分之和为总体认知功能。(1)情景记忆(0~20 分):采用词组回忆的方式进行测试,访谈员读给参与者 10 个单词,参与者回忆起 1 个计 1 分,考察的内容包括即时回忆(0~10 分)和延迟回忆(0~10 分),总分为二者评分总和。(2)心智状态(0~11 分):通过定向功能、计算能力和视空间能力进行评估。定向功能主要测试对日期的认知,参与者需回答受访当天的年、月、日、季节和星期,答对 1 项计 1 分;关于计算能力,参与者需要进行 5 次计算(回答 100 减去 7 等于多少,回答的数值再减去 7,重复 4 次),答对 1 个计 1 分。关于视空间能力,受访者需要按要求画出访谈员展示的一张图片,画出图片者计 1 分。认知障碍定义为评分总和<11 分^[23]。根据是否有认知障碍将研究对象分为认知障碍组、非认知障碍组。

1.2.3 潜在的中介指标评估 (1)ADL。ADL 的评估包括基本日常生活活动(BADL)和工具性日常生活活动(IADL)2 个部分。BADL 通过 6 个项目进行评估:洗澡、穿衣、上下床、使用厕所、进食、控制排尿排便。IADL 通过 5 个项目进行评估:做家务、做饭、购物、理财和服药。对每个项目的回答包括 4 个选项,分别为“没有困难”“有困难但仍可以完成”“有困难,需要帮助”“无法完成”,对答案的编码如下:“没有困

难”编码为 0 分, 剩余 3 个答案编码为 1 分。ADL 评分为 BADL 与 IADL 评分之和(总分 0~11 分)。(2) 抑郁症状。抑郁症状采用 10 项流行病学研究抑郁量表(CES-D)进行评估, 项目包括: 被事情困扰、难以集中精力完成任务、感到沮丧、感到做任何事情都很费力、对未来充满希望、感到害怕、睡眠不好、感到愉快、感到孤独、无法继续生活。各条目根据症状发生频率(1 周内的发生天数)进行评分, 0 分表示“几乎不曾或从未(<1 d)”, 1 分表示“有时或偶尔(1~2 d)”, 2 分表示“中等程度的时间(3~4 d)”, 3 分表示“大多数时间或几乎所有时间(5~7 d)”。总分范围 0~30 分, 分数越高表示抑郁症状越严重, 心理健康状况越差, 总分 ≥ 10 分判定为有抑郁症状。CES-D 量表的效度和可靠性得到了先前研究的支持^[24-25]。

1.2.4 协变量收集 通过问卷调查、访谈、体格检查、实验室检查等方式, 详细获得并记录了参与者的社会人口学变量、健康行为和健康状况相关变量, 将其作为协变量。社会人口学协变量包括性别、年龄、教育程度、婚姻状况、居住地、退休情况。健康相关协变量包括吸烟史、饮酒史、BMI、合并症情况(慢性肺病/哮喘/脑卒中/高血压/心脏疾病/糖尿病/肿瘤/肝脏疾病/肾脏疾病)、做饭或取暖使用固体燃料情况、夜间睡眠时间。

1.3 统计学处理 采用 SPSS26.0、R4.4.2 软件进行统计分析。不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 2 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验, 多组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验, 进一步两两比较采用 Nemenyi 检验。计数资料以例数或百分比表示, 组间比较采用 χ^2 检验, 进一步两两比较采用 Bonferroni 法校正。采用多因素 Logistic 回归模型检验 PEF% pred 及不同四分位数 PEF% pred 与认知障碍发生风险之间的关联。采用调整变量的限制性立方样条(RCS)回归分析探索 PEF% pred 与认知障碍发生风险之间的剂量-反应关系。通过多因素 Logistic 回归模型进一步评估在不同预设亚组(不同年龄、性别、BMI、居住地、退休情况、吸烟史、饮酒史、做饭或取暖使用固体燃料情况、教育程度、夜间睡眠时间、合并慢性肺病、心脏疾病、脑卒中情况)人群中 PEF% pred 与认知障碍发生风险之间的关系, 并在模型中加入 PEF% pred 与每个亚组变量的交互项, 使用 Wald χ^2 检验计算交互作用的 P 值, 结果通过森林图可视化。采用多重插补法对缺失数据进行处理。采用 Spearman 相关分析自变量(PEF% pred 四分位数)、中介变量(日常活动能力、抑郁症状)、因变量(认知功能评分)之间的相关性。中介效应采用 SPSS PROCESS 宏插件(Model 6)进行分析, 使用 Bootstrap 法(5 000 resamples)进行效应检验, 以 PEF% pred 四分位数为自变量(X), 日常活动能力(M_1)、抑

郁症状(M_2)作为中介变量, 认知功能评分作为因变量(Y), 构建中介效应模型, 计算中介效应占比。由于 ADL 和抑郁症状均为负向指标(分数越高代表功能越差), 而认知功能为正向指标, 因此预期中介效应为负向。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 认知障碍组与非认知障碍组基线资料比较 根据是否有认知障碍分为 2 组, 认知障碍组共 1 476 例, 非认知障碍组共 8 383 例。2 组年龄、性别、教育程度、婚姻状况、居住地、退休情况、吸烟史、饮酒史、夜间睡眠时间、BMI、合并慢性肺病患者所占比例、合并哮喘患者所占比例、做饭或取暖使用固体燃料所占比例、ADL 评分、CES-D 评分、PEF% pred 比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 不同 PEF% pred 四分位数组认知情况比较 根据 PEF% pred 四分位数将全部研究对象分为 4 组: 其中 Q1 组 2 465 例, 男 1 270 例、女 1 195 例, 中位年龄 60(53, 66)岁; Q2 组 2 465 例, 男 1 252 例, 女 1 213 例, 中位年龄 57(50, 63)岁; Q3 组 2 465 例, 男 1 256 例, 女 1 209 例, 中位年龄 56(49, 62)岁; Q4 组 2 464 例, 男 1 269 例, 女 1 195 例, 中位年龄 58(53, 65)岁。

不同 PEF% pred 四分位数组情景记忆评分、心智状态评分、认知功能总分、认知障碍发生率比较, 差异均有统计学意义($P < 0.001$)。两两比较发现, Q1 组的情景记忆评分、心智状态评分和认知功能总分均显著低于 Q2、Q3 及 Q4 组, 而认知障碍的发生率则显著高于其余 3 组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 肺功能与认知障碍发生风险的关联 以认知障碍发生情况(发生=1, 未发生=0)为因变量, 2.1 中差异有统计学意义的指标年龄、性别、教育程度、婚姻状况、居住地、退休情况、吸烟史、饮酒史、夜间睡眠时间、BMI、合并慢性肺病、合并哮喘、做饭或取暖使用固体燃料、ADL 评分、CES-D 评分为协变量, 分别引入 PEF% pred 连续变量(模型 1)和 PEF% pred 四分位数(模型 2, 以 Q1 组为参照)作为自变量, 构建多因素 Logistic 回归模型。模型 1 结果显示, 在调整了年龄、性别、教育程度、婚姻状况、退休情况、居住地、吸烟史、饮酒史、做饭或取暖是否使用固体燃料、BMI、夜间睡眠时间、ADL 评分、合并症(慢性肺病、哮喘)及 CES-D 评分多种混杂因素后, PEF% pred 升高是认知障碍的保护因素($OR = 0.992$, 95% CI : 0.990~0.995, $P < 0.001$), PEF% pred 每增加 1%, 人群发生认知障碍的风险平均降低 0.8%。

模型 2 提示, 与 Q1 组相比, Q2、Q3、Q4 组发生认知障碍的风险分别降低了 17.8% ($OR = 0.822$, 95% CI : 0.696~0.972, $P = 0.022$)、30.5% ($OR =$

0.695,95%CI:0.582~0.831, $P<0.001$)、43.3% ($OR=0.567,95\%CI:0.471\sim0.683,P<0.001$)。此外,2 个回归模型还提示:女性、高龄、居住在农村、做饭或取暖使用固体燃料、较高 CES-D 评分以及较

高 ADL 评分是认知障碍发生的独立危险因素($OR>1$,均 $P<0.05$);而退休、受教育程度在高中及以上,以及 BMI 增加则是认知障碍发生的独立保护因素($OR<1$,均 $P<0.05$)。见表 3。

表 1 认知障碍组与非认知障碍组基线资料比较[$M(Q_1,Q_3)$ 或 $n(\%)$]

项目	合计($n=9\ 859$)	认知障碍组($n=1\ 476$)	非认知障碍组($n=8\ 383$)	Z/χ^2	P
年龄(岁)	58(51,64)	62(55,70)	57(50,63)	-17.71	<0.001
性别				156.59	<0.001
男	5 047(51.19)	534(36.18)	4 513(53.84)		
女	4 812(48.81)	942(63.82)	3 870(46.16)		
教育程度				209.50	<0.001
初中及以下	8 637(87.60)	1 462(99.05)	7 175(85.59)		
高中或中专	1 045(10.60)	11(0.75)	1 034(12.33)		
大专及以上	177(1.80)	3(0.20)	174(2.08)		
婚姻状况				114.14	<0.001
已婚	8 312(84.31)	1 130(76.55)	7 182(85.67)		
丧偶	898(9.11)	242(16.40)	656(7.83)		
其他	649(6.58)	104(7.05)	545(6.50)		
居住地				94.54	<0.001
城市	3 918(39.74)	418(28.32)	3 500(41.75)		
农村	5 941(60.26)	1 058(71.68)	4 883(58.25)		
退休				96.98	<0.001
否	1 271(13.11)	73(5.05)	1 198(14.52)		
是	8 423(86.89)	1 373(94.95)	7 050(85.48)		
吸烟史				47.30	<0.001
无	5 699(57.81)	973(65.97)	4 726(56.38)		
有	4 159(42.19)	502(34.03)	3 657(43.62)		
饮酒史				30.75	<0.001
无	5 764(58.48)	960(65.04)	4 804(57.33)		
有	4 092(41.52)	516(34.96)	3 576(42.67)		
夜间睡眠时间(h)	6.5(5,8)	6(5,8)	7(5,8)	-6.44	<0.001
BMI(kg/m ²)	23.28(21.01,25.87)	22.50(20.25,24.86)	23.42(21.16,26.01)	-9.11	<0.001
合并症					
肿瘤	83(0.84)	12(0.81)	71(0.85)	0.02	0.521
慢性肺病	963(9.80)	189(12.81)	774(9.27)	17.80	<0.001
哮喘	441(4.49)	88(5.98)	353(4.21)	8.97	0.003
心脏疾病	1 181(12.04)	173(11.77)	1 008(12.09)	0.12	0.381
脑卒中	206(2.09)	39(2.64)	167(2.00)	2.56	0.070
糖尿病	631(6.46)	83(5.67)	548(6.59)	1.76	0.101
高血压	2 505(25.53)	394(26.86)	2 111(25.30)	1.59	0.110
肝脏疾病	343(3.50)	43(2.92)	300(3.61)	1.74	0.105
肾脏疾病	545(5.56)	85(5.78)	460(5.52)	0.17	0.361
做饭或取暖使用固体燃料				135.20	<0.001

续表 1 认知障碍组与非认知障碍组基线资料比较[$M(Q_1, Q_3)$ 或 $n(\%)$]

项目	合计($n=9\ 859$)	认知障碍组($n=1\ 476$)	非认知障碍组($n=8\ 383$)	Z/χ^2	P
否	2 252(25.01)	171(12.48)	2 081(27.26)		
是	6 753(74.99)	1 199(87.52)	5 554(72.74)		
ADL 评分(分)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	−13.24	<0.001
CES-D 评分(分)	7(3,11)	10(5,15)	6(3,11)	−16.43	<0.001
PEF% pred(%)	78.51(58.21,96.48)	69.05(50.83,89.13)	80.09(60.16,97.53)	−11.65	<0.001

注:部分协变量存在数据缺失,其构成比依据有效作答人数计算。其中退休情况数据缺失 165 例,吸烟史缺失 1 例,饮酒史缺失 3 例,是否合并肿瘤缺失 35 例,是否合并慢性肺病缺失 35 例,是否合并哮喘缺失 40 例,是否合并脑卒中缺失 22 例,是否合并心脏疾病缺失 54 例,是否合并糖尿病缺失 85 例,是否合并高血压缺失 48 例,是否合并肝脏疾病缺失 66 例,是否合并肾脏疾病缺失 53 例,做饭或取暖使用固体燃料缺失 854 例。

表 2 不同 PEF% pred 四分位数组认知情况比较[$M(Q_1, Q_3)$ 或 $n(\%)$]

PEF% pred 四分位数组	n	情景记忆评分 (分)	心智状态评分 (分)	认知功能总分 (分)	认知障碍	
					有	无
Q1 组	2 465	7(4,9)	8(6,10)	15(11,18)	526(21.34)	1 939(78.66)
Q2 组	2 465	7(5,9) ^a	9(7,10) ^a	16(12,19) ^a	393(15.94) ^a	2 072(84.06) ^a
Q3 组	2 465	8(5,10) ^{ab}	9(7,10) ^{ab}	16(13,20) ^{ab}	303(12.29) ^{ab}	2 162(87.71) ^{ab}
Q4 组	2 464	8(6,10) ^{abc}	10(8,11) ^{abc}	17(14,20) ^{abc}	254(10.31) ^{abc}	2 210(89.69) ^{abc}
H/χ^2		197.76	263.17	321.86	136.32	
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

注:与 Q1 组比较,^a $P<0.05$;与 Q2 组比较,^b $P<0.05$;与 Q3 组比较,^c $P<0.05$ 。

表 3 认知障碍发生影响因素的多因素 Logistic 回归分析

项目	模型 1(PEF% pred 为连续变量)					模型 2(PEF% pred 为四分位数)				
	β	SE	Z	P	$OR(95\%CI)$	β	SE	Z	P	$OR(95\%CI)$
PEF% pred 指标										
连续变量	−0.008	0.001	−6.403	<0.001	0.992(0.990 ~ 0.995)	—	—	—	—	—
Q1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.000(参照)
Q2	—	—	—	—	—	−0.196	0.085	−2.297	0.022	0.822(0.696 ~ 0.972)
Q3	—	—	—	—	—	−0.364	0.091	−4.004	<0.001	0.695(0.582 ~ 0.831)
Q4	—	—	—	—	—	−0.567	0.095	−5.974	<0.001	0.567(0.471 ~ 0.683)
协变量										
性别										
男	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
女	0.801	0.097	8.262	<0.001	2.227(1.842 ~ 2.693)	0.792	0.097	8.178	<0.001	2.208(1.826 ~ 2.669)
退休										
否	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
是	−0.843	0.151	−5.592	<0.001	0.430(0.320 ~ 0.578)	−0.842	0.151	−5.579	<0.001	0.431(0.321 ~ 0.579)
居住地										
城市	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
农村	0.226	0.078	2.889	0.004	1.254(1.075 ~ 1.462)	0.220	0.078	2.818	0.005	1.247(1.069 ~ 1.453)
婚姻状况										
已婚	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
丧偶	0.065	0.101	0.647	0.518	1.068(0.876 ~ 1.301)	0.074	0.101	0.733	0.464	1.077(0.883 ~ 1.313)
其他	0.253	0.127	1.998	0.046	1.288(1.005 ~ 1.652)	0.248	0.127	1.957	0.050	1.282(1.000 ~ 1.644)
吸烟史										
无	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)

续表 3 认知障碍发生影响因素的多因素 Logistic 回归分析

项目	模型 1(PEF% pred 为连续变量)					模型 2(PEF% pred 为四分位数)				
	β	SE	Z	P	OR(95%CI)	β	SE	Z	P	OR(95%CI)
有	-0.051	0.092	-0.555	0.579	0.950(0.793 ~ 1.138)	-0.055	0.092	-0.593	0.553	0.947(0.790 ~ 1.134)
饮酒史										
无	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
有	0.032	0.079	0.412	0.680	1.033(0.885 ~ 1.205)	0.032	0.079	0.401	0.689	1.032(0.885 ~ 1.204)
做饭或取暖是否使用固体燃料										
否	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
是	0.431	0.101	4.262	<0.001	1.539(1.262 ~ 1.877)	0.426	0.101	4.212	<0.001	1.532(1.256 ~ 1.868)
教育程度										
初中及以下	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
高中或中专	-2.032	0.323	-6.289	<0.001	0.131(0.070 ~ 0.247)	-2.026	0.323	-6.270	<0.001	0.132(0.070 ~ 0.248)
大专及以上	-1.382	0.609	-2.270	0.023	0.251(0.076 ~ 0.828)	-1.363	0.605	-2.253	0.024	0.256(0.078 ~ 0.838)
慢性肺病										
无	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
有	-0.036	0.110	-0.325	0.745	0.965(0.778 ~ 1.197)	-0.014	0.110	-0.131	0.895	0.986(0.795 ~ 1.222)
哮喘										
无	—	—	—	—	1.000(参照)	—	—	—	—	1.000(参照)
有	-0.150	0.153	-0.985	0.325	0.861(0.638 ~ 1.160)	-0.141	0.152	-0.923	0.356	0.869(0.644 ~ 1.171)
年龄	0.063	0.004	15.765	<0.001	1.065(1.057 ~ 1.073)	0.062	0.004	15.579	<0.001	1.064(1.056 ~ 1.073)
CES-D 评分	0.041	0.005	7.587	<0.001	1.042(1.031 ~ 1.053)	0.041	0.005	7.691	<0.001	1.042(1.031 ~ 1.053)
BMI	-0.033	0.009	-3.586	<0.001	0.968(0.951 ~ 0.985)	-0.033	0.009	-3.589	<0.001	0.968(0.951 ~ 0.985)
夜间睡眠时间	-0.002	0.017	-0.113	0.910	0.998(0.966 ~ 1.031)	-0.001	0.017	-0.052	0.958	0.999(0.967 ~ 1.032)
ADL 评分	0.132	0.036	3.662	<0.001	1.141(1.063 ~ 1.225)	0.131	0.036	3.645	<0.001	1.140(1.063 ~ 1.224)

注：—表示无数据。

2.4 肺功能与认知障碍发生风险的线性关系验证
在调整了混杂因素(年龄、性别、教育程度、婚姻状况、退休情况、居住地、吸烟史、饮酒史、做饭或取暖是否使用固体燃料、BMI、夜间睡眠时间、ADL 评分、慢性肺病、哮喘及 CES-D 评分)后,RCS 回归分析发现,PEF% pred 与认知障碍发生风险呈线性关联($P_{\text{总}} < 0.001$),无非线性关联($P_{\text{非线性}} = 0.893$),即随 PEF% pred 升高,认知障碍发生风险持续线性降低,未出现风险增速变化的拐点。见图 1。

2.5 亚组分析结果 亚组分析结果显示,在不同年龄、性别、居住地、退休情况、吸烟史、饮酒史、做饭或取暖使用固体燃料情况、教育程度,以及合并慢性肺病或心脏疾病情况亚组人群中,PEF% pred 升高均与认知障碍发生风险降低显著相关($P < 0.05$)。进一步的交互作用分析显示,在不同年龄、居住地、饮酒史、做饭或取暖使用固体燃料情况、BMI 亚组中存在交互作用($P_{\text{交互作用}} < 0.05$)。见图 2。

2.6 相关性分析 对纳入人群进行 Spearman 相关性分析,结果显示 PEF% pred 四分位数与 ADL 评分

和 CES-D 评分呈负相关($r_s = -0.127$ 、 -0.145 ,均 $P < 0.05$),与认知功能总分呈正相关($r_s = 0.180$, $P < 0.05$)。ADL 评分与认知功能总分呈负相关($r_s = -0.230$, $P < 0.05$),与 CES-D 评分呈正相关($r_s = 0.312$, $P < 0.05$)。CES-D 评分与认知功能总分呈负相关($r_s = -0.280$, $P < 0.05$)。

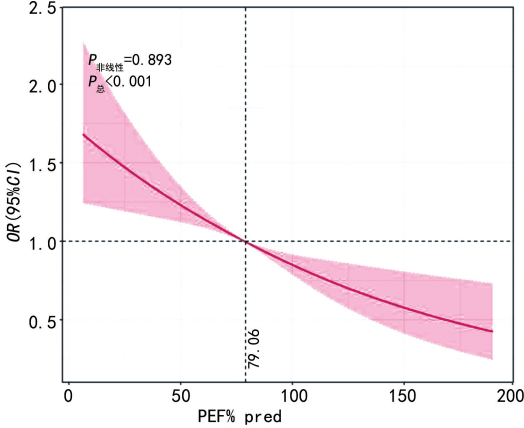


图 1 PEF% pred 与认知障碍发生风险的 RCS 图

2.7 抑郁症状、日常活动能力在肺功能与认知功能

关系中的中介作用 肺功能对认知功能的总效应为 0.550(95%CI:0.470~0.632)。在肺功能与认知功能的关系中,日常活动能力($\beta=0.034$,95%CI:0.023~0.046)及抑郁症状($\beta=0.039$,95%CI:0.026~0.053)起到了显著的中介作用。日常活动能

力和抑郁症状在肺功能与认知功能之间存在链式中介效应($\beta=0.016$,95%CI:0.012~0.021)。在 3 条中介路径中,抑郁症状的中介效应占比最高(7.091%),其次为日常活动能力(6.182%)及二者的链式中介效应(2.909%)。见表 4、图 3。

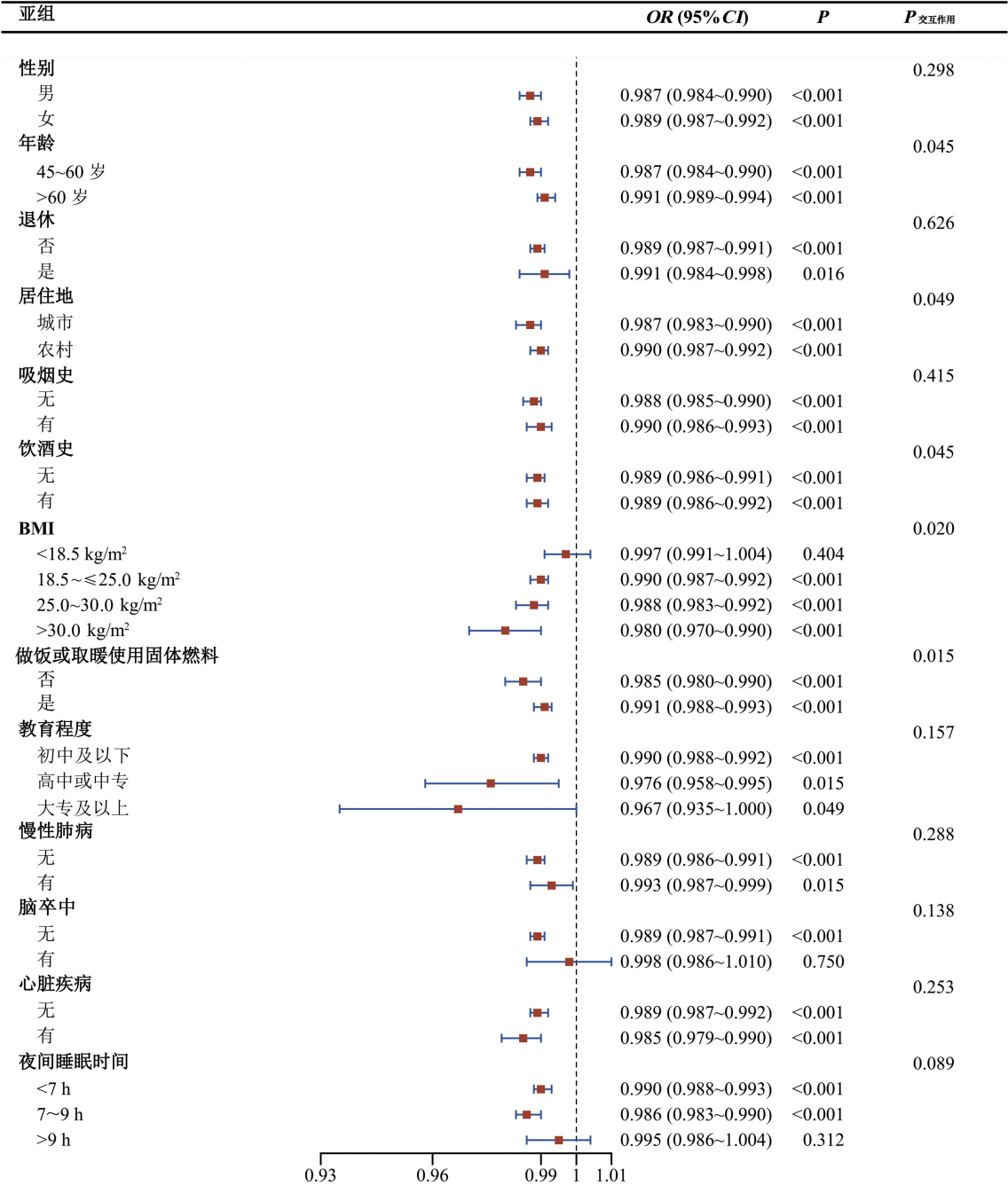


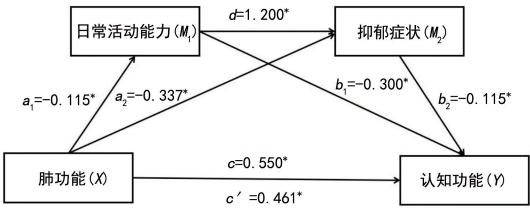
图 2 PEF% pred 与认知障碍发生风险关联的亚组分析及交互作用结果

表 4 抑郁症状、日常活动能力在肺功能与认知功能关系中的中介作用

项目	效应量	SE	Bootstrap 的 95%CI		中介效应占比 (%)
			Boot LLCI	Boot ULCI	
总效应	0.550	0.042	0.470	0.632	100.000
直接效应	0.461	0.042	0.379	0.542	83.818
间接效应					

续表 4 抑郁症状、日常活动能力在肺功能与认知功能关系中的中介作用

项目	效应量	SE	Bootstrap 的 95%CI		中介效应占比 (%)
			Boot LLCI	Boot ULCI	
总的间接效应	0.089	0.010	0.071	0.109	16.182
间接效应 1(经日常活动能力)	0.034	0.006	0.023	0.046	6.182
间接效应 2(经抑郁症状)	0.039	0.007	0.026	0.053	7.091
间接效应 3(经日常活动能力和抑郁症状连锁)	0.016	0.002	0.012	0.021	2.909



注: X 代表 PEF% pred; Y 代表认知功能评分; M₁ 代表日常活动能力(ADL 评分); M₂ 代表抑郁症状(CES-D 评分); a₁ 代表 X 对 M₁ 的影响; a₂ 代表 X 对 M₂ 的影响; d 代表 M₁ 对 M₂ 的影响; b₁ 代表 M₁ 对 Y 的影响; b₂ 代表 M₂ 对 Y 的影响; c' 代表当控制 M₁ 和 M₂ 时, X 对 Y 的影响; c 代表 X 对 Y 的总影响; 该模型调整了年龄、性别、教育程度、婚姻状况、居住地、退休情况、吸烟史、饮酒史、做饭或取暖使用固体燃料情况、BMI、夜间睡眠时间、合并症(慢性肺病/哮喘)情况; * P<0.05。

图 3 肺功能与认知功能的中介分析示意图

3 讨 论

传统理论认为,认知功能与肺功能分属神经精神和呼吸系统 2 个不同的医学领域。然而,越来越多的流行病学及临床证据揭示,肺功能减退与认知功能下降之间存在一定关联^[3-8],提示研究者需从一个更整合的视角来审视全身健康对大脑功能的影响。因此,在这项基于全国代表性队列基线数据的二次分析中,本研究深入探讨了肺功能(以 PEF% pred 为代表)与认知障碍之间的关联及其潜在机制。

3.1 肺功能与认知功能的关联 既往较多相关研究显示,肺功能受损与中老年人群认知能力下降有关^[26-27],本研究也得出相似结论。本研究发现,与认知正常人群相比,认知障碍患者的整体肺功能水平更差;同时,对不同 PEF% pred 四分位组的分析发现,Q1 组情景记忆评分、心智状态评分、认知功能总分更低,认知障碍发生率更高。进一步的多因素 Logistic 回归分析结果也显示,PEF% pred 升高是认知障碍的保护因素,PEF% pred 每增加 1%,人群发生认知障碍的风险平均降低 0.8%;与 Q1 组相比,Q2、Q3、Q4 组发生认知障碍的风险降低。这些发现提示,PEF% pred 作为反映气道通畅性和呼吸肌力量的简易指标,可能是认知功能衰退的重要预警信号。但这种关联是否存在线性或非线性关系尚不明确,因此本研究通过 RCS 分析揭示了 PEF% pred 与认知障碍风险之间存在显著的线性剂量-反应关系(P_总<0.001),且未发现非线性关系的证据(P_{非线性}=0.893)。认知障碍的发生风险随着 PEF% pred 的下降而呈现出单调的

升高趋势。这一线性关系表明,肺功能对大脑健康的保护作用可能不存在一个明显的安全阈值;相反,从人群层面看,肺功能任何程度的下降都可能伴随着认知障碍风险的相应增加,这为“将肺功能视为认知健康连续风险标志物”的观点提供了强有力的证据,并提示针对肺功能的干预措施可能对改善认知具有潜在作用。此外,从机制上分析,肺功能对认知的影响可能是通过一种无明确阈值、持续累积的病理生理途径来实现的。推测以下几种机制共同导致了这一现象。首先,肺功能下降导致的慢性缺氧可能是核心机制。神经血管受损、细胞凋亡、转录因子介导的炎症以及 β-淀粉样蛋白积累和 tau 蛋白磷酸化等是慢性缺氧导致神经认知障碍的原因;同时,认知功能的损害程度与慢性缺氧的持续时间及严重程度有关^[28-29]。其次,肺功能是反映血管健康状况的一个敏感指标,肺功能下降与心脑血管病变的风险升高有关^[30],其中脑血管病变可导致脑血流量调节能力下降、血脑屏障完整性受损,从而线性地增加血管性认知障碍和神经退行性病变的风险^[31]。此外,肺功能下降与全身系统性炎症水平升高呈线性相关^[32],而炎症导致认知障碍的机制主要为促炎介质的过量产生和蓄积加速神经元的损伤,从而促进阿尔茨海默病、轻度认知障碍和血管性痴呆等神经退行性疾病的发展,以及认知功能的普遍下降^[33]。这些机制很可能相互促进,共同导致了认知障碍风险随肺功能下降而线性增加的观察结果。

3.2 肺功能与认知功能的关联存在人群异质性 本研究在多个不同亚组中均观察到了肺功能提升(PEF% pred 升高)是认知障碍发生的保护因素这一结果,但进一步的交互作用分析揭示,其保护作用在中年(45~60 岁人群)、居住地为城市、无饮酒史、使用清洁能源(不使用固体燃料)及 BMI 较高的群体中更为突出。这一发现揭示了肺-脑关联的异质性,其背后机制可能与不同亚组所处的“风险背景”有关。对于 45~60 岁人群,其神经病理改变可能还处于可逆阶段,此时良好的肺功能所提供的充足氧合与低炎症状态,对延缓认知功能减退能发挥关键的“窗口期”作用,而对于>60 岁的老年人群,认知障碍可能已经由多种不可逆的病理因素(如广泛的淀粉样蛋白沉积、脑血管病变)主导,此时肺功能的相对贡献度可能被

削弱^[34]。在燃料使用方面,固体燃料属于空气污染物,长期暴露在污染的环境下导致的持续损伤可能已经主导了认知障碍风险^[35],从而削弱了个体肺功能差异的边际影响。居住地的修饰作用很可能反映了环境、社会经济和医疗资源的综合影响。城市环境通常能提供更丰富的教育、文化和社交活动,肺功能好的个体可能更有能力和机会参与这些活动,从而形成“参与活动-认知健康”的良性循环。同时,城市居民更易获得高质量的医疗服务,肺功能下降可能被更早地发现和干预,从而间接保护了认知健康^[36]。饮酒史的修饰作用则提示,酒精本身的神经毒性可能已造成显著的脑损伤^[37],从而掩盖了肺功能的保护作用。本研究还发现,保持良好肺功能对认知健康的保护作用随着 BMI 的增加而增强。其潜在机制可能在于:较高 BMI(在非病理性肥胖状态下)往往代表着更充足的代谢储备,肺功能下降引起的慢性低氧血症会加速神经元损伤,而充足的营养和能量储备可能提供神经保护,从而缓冲缺氧带来的损伤。这一结果提示,对于超重或肥胖人群,提升肺功能(如呼吸肌训练、有氧运动等)可能是极具临床效益的认知保护策略,其绝对获益可能大于 BMI 正常人群;相反,对于低 BMI 老年人若伴有认知功能下降,单靠改善肺功能可能效果有限,需同时加强营养支持与代谢调理。上述发现支持一个综合模型,即认知障碍是人口学特征(如年龄)、基础生理状态(如肺功能、BMI)、生活方式(如饮酒)和社会环境(如居住地)多因素动态交互作用的结果。这提示将肺功能评估与干预前移至中年,并着力改善生活环境、戒除不良嗜好、保证营养状态,对于多途径维护认知健康具有重要意义。未来的研究需通过纵向设计进一步验证这些发现,并深入探索其背后的生物学通路。

3.3 日常活动能力与抑郁症状的中介作用 本研究还进一步揭示了肺功能影响认知功能的内在路径,证实了日常活动能力与抑郁症状在此关系中不仅扮演着独立的中介角色,更构成了一个从生理功能到心理状态,最终影响认知的链式路径。这一“肺功能-日常活动能力-抑郁症状-认知功能”的链式中介效应表明,肺功能下降可能首先削弱个体的日常活动能力,进而可能通过减少社会参与、降低自我效能感等途径诱发或加剧抑郁情绪。最终,这种消极的心理状态会直接干扰注意力、执行功能等认知过程,从而显著提升认知障碍的风险^[38-39]。但值得注意的是,在这 3 条路径中抑郁症状的独立中介效应最大,提示与单纯的躯体功能受限相比,由此引发的负性情绪对认知的影响更为严重。换言之,肺功能不佳导致的“情绪代价”可能比“功能代价”对大脑健康的影响更深。这为临床实践提供了启示:对于肺功能受损的人群,尤其是已出现日常活动能力下降的个体,早期识别和干预其抑郁症状至关重要。单纯的躯体康复或许不足,融入心理

支持和社交激活的综合干预策略,可能通过阻断这一有害的链式反应,更有效地延缓其认知功能的衰退,实现“身心共治”的优化效果。

3.4 研究局限性 然而,本研究也具有一定的局限性。首先,基于 CHARLS 2011 年基线数据的横断面设计,难以确立肺功能下降与认知障碍之间的因果关系,尽管发现了剂量-反应关系,但反向因果(如认知障碍导致肺功能管理恶化)的可能性无法完全排除。其次,虽然已控制多种混杂因素,但可能存在未测量的变量造成残余混杂。此外,研究主要依赖问卷和自我报告数据(如固体燃料使用、ADL),可能存在回忆偏倚或测量误差。最后,中介分析基于特定理论路径,但其他潜在的中介机制(如系统性炎症、低氧)未被纳入探讨,未来需通过纵向研究和更客观的测量指标进一步验证这些发现。

综上所述,本研究系统阐述了肺功能与认知障碍的关联及其内在机制。首先,PEF% pred 升高是认知障碍的独立保护因素,且存在线性剂量-反应关系。其次,这种关联存在人群异质性,在中年、城市、无不良生活习惯、BMI 更高的群体中更为显著,提示了精准预防的重要性。最后,本研究还发现了“肺功能-日常活动能力-抑郁症状-认知功能”这一链式中介路径,提示肺功能可能通过限制躯体活动引发抑郁情绪,进而损害认知,这为制订针对性的早期干预策略提供了理论依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 杨正婷:论文撰写;李一影、邓颖、闫俊岚:数据收集,文献检索;卢文婷、柴琪:统计分析;蔡云石:论文修改。

参考文献

- [1] 中华人民共和国民政部. 2024 年度国家老龄事业发展公报[EB/OL]. (2025-01-17)[2025-12-30]. <https://www.mca.gov.cn/n152/n165/c1662004999980006089/part/21508.pdf>.
- [2] MERRICK R, BRAYNE C. Sex differences in dementia, cognition, and health in the cognitive function and ageing studies (CFAS) [J]. J Alzheimers Dis, 2024, 100(S1): S3-S12.
- [3] KSINAN A J, DALECKÁ A, COURT T, et al. Pulmonary function and trajectories of cognitive decline in aging population [J]. Exp Gerontol, 2024, 189: 112386.
- [4] RICHARDS M, STRACHAN D, HARDY R, et al. Lung function and cognitive ability in a longitudinal birth cohort study [J]. Psychosom Med, 2005, 67(4): 602-608.
- [5] SHANG X W, SCOTT D, CHAN R K, et al. Association of pulmonary function with cogni-

- tive decline in older adults; a nationwide longitudinal study in China[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2021, 76(8): 1423-1430.
- [6] EMERY C F, FINKEL D, PEDERSEN N L. Pulmonary function as a cause of cognitive aging[J]. *Psychol Sci*, 2012, 23(9): 1024-1032.
- [7] QIAO H F, CHEN M, LI S Y, et al. Poor lung function accelerates cognitive decline in middle-aged and older adults: evidence from the English longitudinal study of ageing[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2020, 90: 104129.
- [8] LAI X F, SUN J, HE B J, et al. Associations between pulmonary function and cognitive decline in the middle-aged and older adults: evidence from the China health and retirement longitudinal study[J]. *Environ Health Prev Med*, 2022, 27: 48.
- [9] WANG J, SONG R X, DOVE A, et al. Pulmonary function is associated with cognitive decline and structural brain differences[J]. *Alzheimers Dement*, 2022, 18(7): 1335-1344.
- [10] KARLSEN J H, JØRGENSEN K H, WEINREICH U M. Association between impairment of lung function and risk of anxiety and depression in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review [J]. *Syst Rev*, 2024, 13(1): 300.
- [11] PARK Y, JUNG J Y, KIM Y S, et al. Relationship between depression and lung function in the general population in Korea: a retrospective cross-sectional study[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2018, 13: 2207-2213.
- [12] GARCIA I F F, TIUGANJI C T, SIMÕES M D S M P, et al. Activities of daily living and life-space mobility in older adults with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2020, 15: 69-77.
- [13] SCARLATA S, FINAMORE P, LAUDISIO A, et al. Association between frailty index, lung function, and major clinical determinants in chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2021, 33(8): 2165-2173.
- [14] ABDALLAH C G, SANACORA G, DUMAN R S, et al. Ketamine and rapid-acting antidepressants: a window into a new neurobiology for mood disorder therapeutics [J]. *Annu Rev Med*, 2015, 66: 509-523.
- [15] DUMAN R S, AGHAJANIAN G K, SANACORA G, et al. Synaptic plasticity and depression; new insights from stress and rapid-acting antidepressants[J]. *Nat Med*, 2016, 22(3): 238-249.
- [16] HALAHAKOON D C, LEWIS G, ROISER J P. Cognitive impairment and depression-cause, consequence, or coincidence[J]. *JAMA Psychiatry*, 2019, 76(3): 239-240.
- [17] KEKÄLÄINEN T, LUCHETTI M, TERRACCIANO A, et al. Physical activity and cognitive function: moment-to-moment and day-to-day associations[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2023, 20(1): 137.
- [18] BASSO J C, SUZUKI W A. The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology, and neurochemical pathways: a review[J]. *Brain Plast*, 2017, 2(2): 127-152.
- [19] RATEY J J, LOEHR J E. The positive impact of physical activity on cognition during adulthood: a review of underlying mechanisms, evidence and recommendations[J]. *Rev Neurosci*, 2011, 22(2): 171-185.
- [20] YANG Y, GEORGE L K. Functional disability, disability transitions, and depressive symptoms in late life[J]. *J Aging Health*, 2005, 17(3): 263-292.
- [21] ZHAO Y H, HU Y S, SMITH J P, et al. Cohort profile: the China health and retirement longitudinal study (CHARLS)[J]. *Int J Epidemiol*, 2014, 43(1): 61-68.
- [22] JIAN W H, GAO Y, HAO C L, et al. Reference values for spirometry in Chinese aged 4—80 years [J]. *J Thorac Dis*, 2017, 9(11): 4538-4549.
- [23] LIU G T, ZHANG J A. Association of a novel nutritional index with cognitive impairment in middle-aged and elderly Chinese adults: a cross-sectional analysis from the China health and retirement longitudinal study [J]. *Front Nutr*, 2025, 12: 1486917.
- [24] BOEY K W. Cross-validation of a short form of the CES-D in Chinese elderly[J]. *Int J Geriatr Psychiatry*, 1999, 14(8): 608-617.
- [25] CHEN H J, MUI A C. Factorial validity of the center for epidemiologic studies depression scale short form in older population in China [J]. *Int Psychogeriatr*, 2014, 26(1): 49-57.
- [26] LI X, LI L, JI S, et al. Association between pulmonary ventilation function and cognitive function among middle-aged and older adults: an observational study from Southwest China[J].

BMC Pulm Med, 2024, 24(1): 626.

[27] DUGGAN E C, PICCININ A M, CLOUSTON S, et al. A multi-study coordinated Meta-analysis of pulmonary function and cognition in aging, systematic review of pulmonary function and cognition in aging[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2019, 74(11): 1793-1804.

[28] WANG X Y, CUI L L, JI X M. Cognitive impairment caused by hypoxia: from clinical evidences to molecular mechanisms [J]. Metab Brain Dis, 2022, 37(1): 51-66.

[29] SHIBATA Y. The linkage between low pulmonary function and subclinical cerebrovascular lesion in never-smokers [J]. J Atheroscler Thromb, 2018, 25(10): 1003-1004.

[30] ARCARI A, MAGNACCA S, BRACONE F, et al. Relation between pulmonary function and 10-year risk for cardiovascular disease among healthy men and women in Italy: the moli-sani project[J]. Eur J Prev Cardiol, 2013, 20(5): 862-871.

[31] GORELICK P B, SCUTERI A, BLACK S E, et al. Vascular contributions to cognitive impairment and dementia: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2011, 42(9): 2672-2713.

[32] HANCOX R J, GRAY A R, SEARS M R, et al. Systemic inflammation and lung function: a longitudinal analysis [J]. Respir Med, 2016, 111: 54-59.

[33] MEKHORA C, LAMPORT D J, SPENCER J P E. An overview of the relationship between inflammation and cognitive function in humans, molecular pathways and the impact of nutraceuticals [J]. Neurochem Int, 2024, 181: 105900.

[34] MOSER D J, HOTH K F, ROBINSON R G, et al. Blood vessel function and cognition in elderly patients with atherosclerosis [J]. Stroke, 2004, 35(11): e369-e372.

[35] SCHIKOWSKI T, ALTUG H. The role of air pollution in cognitive impairment and decline [J]. Neurochem Int, 2020, 136: 104708.

[36] 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, urbanization and cognitive function among middle-aged and old adults in China[J]. Front Public Health, 2025, 13: 1577541.

[37] AKAGI Y, KABAYAMA M, GONDO Y, et al. Alcohol drinking patterns have a positive association with cognitive function among older people: a cross-sectional study[J]. BMC Geriatr, 2022, 22(1): 158.

[38] KVÆL L A H, BERGLAND A, TELENUS E W. Associations between physical function and depression in nursing home residents with mild and moderate dementia: a cross-sectional study [J]. BMJ Open, 2017, 7(7): e016875.

[39] BOWEN M E, RUCH A. Depressive symptoms and disability risk among older white and Latino adults by Nativity status [J]. J Aging Health, 2015, 27(7): 1286-1305.

(收稿日期: 2025-12-05 修回日期: 2026-04-25)
(编辑: 廖薇薇 李菲菲)

(上接第 1592 页)

[38] BORTOLAIA V, KAAS R S, RUPPE E, et al. ResFinder 4. 0 for predictions of phenotypes from genotypes[J]. J Antimicrob Chemother, 2020, 75(12): 3491-3500.

[39] LIU B, ZHENG D D, ZHOU S Y, et al. VFDB 2022: a general classification scheme for bacterial virulence factors [J]. Nucleic Acids Res, 2022, 50(D1): D912-D917.

[40] CLARK S A, DOYLE R, LUCIDARME J, et al. Targeted DNA enrichment and whole genome sequencing of Neisseria meningitidis directly from clinical specimens[J]. Int J Med Microbiol, 2018, 308(2): 256-262.

[41] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于印发人间传染的病原微生物目录的通知(国卫科教发〔2023〕24 号) [EB/OL]. (2023-08-18) [2025-10-12]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100375/202308/45b037124e0a437bb36fbc84332a9a74_sht-ml.

(收稿日期: 2026-02-25 修回日期: 2026-04-28)
(编辑: 廖薇薇 李菲菲)