

绝经后女性月经初潮年龄、绝经年龄及生殖期与认知功能的相关性

柳巧云¹, 吕一俊², 刘赞华³

(1. 南京市高淳人民医院神经内科, 江苏 南京 211300; 2. 南京市高淳人民医院手术室, 江苏 南京 211300; 3. 上海市浦东新区人民医院神经内科, 上海 20012)

[摘要] **目的:** 探讨绝经后女性月经初潮年龄、绝经年龄及生殖期与认知功能的关系。**方法:** 基于2018年中国健康与养老追踪调查数据,选取关键数据完整的绝经后女性1 829例,基于简易智力状态测验(MMSE)分为无认知障碍组($n=1\ 230$)和认知障碍组($n=599$),比较两组基本特征。采用Logistic回归分析生殖因素与认知功能的关系,并采用限制性立方样条曲线探讨二者是否存在非线性关系。**结果:** 认知障碍组与无认知障碍组婚姻状况、居住地、文化程度、吸烟状况、高血压、抑郁症状、睡眠时长、绝经年龄、生殖期及MMSE得分差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。调整混杂因素后,Logistic回归分析结果显示,与绝经年龄51~55岁组相比,绝经年龄 ≤ 45 岁组认知障碍比例更高($OR=1.59, 95\%CI: 1.15\sim 2.10, P=0.014$);与生殖期36~40年组相比,生殖期 ≤ 30 年组认知功能障碍比例更高($OR=1.68, 95\%CI: 1.26\sim 2.25, P=0.008$);未发现初潮年龄与认知功能存在关联;平滑曲线拟合未发现生殖因素与认知功能存在非线性关系。**结论:** 绝经年龄较小(≤ 45 岁)和生殖期较短(≤ 30 年)的女性发生认知障碍的风险更高,初潮年龄与认知障碍未见显著关联。

[关键词] 女性;初潮年龄;绝经年龄;生殖期;认知功能

[中图分类号] R711.5;R749.16 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1671-7783(2026)04-0320-06

DOI: 10.13312/j.issn.1671-7783.y250126

[引用格式] 柳巧云, 吕一俊, 刘赞华. 绝经后女性月经初潮年龄、绝经年龄及生殖期与认知功能的相关性[J]. 江苏大学学报(医学版), 2026, 36(4): 320-325.

The relationship between age at menarche, age at menopause or reproductive lifespan and cognitive function in postmenopausal women

LIU Qiaoyun¹, LYU Yijun², LIU Zanhua³

(1. Department of Neurology, Gaochun People's Hospital, Nanjing Jiangsu 211300; 2. Operating Room, Gaochun People's Hospital, Nanjing Jiangsu 211300; 3. Shanghai Pudong New Area People's Hospital, Shanghai 20012, China)

[Abstract] **Objective:** To investigate the relationship between age at menarche, age at menopause or reproductive lifespan and cognitive function in postmenopausal women. **Methods:** Based on data from the 2018 China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS), a total of 1 829 postmenopausal women with complete key data were selected and divided into non-cognitive impairment group ($n=1\ 230$) and cognitive impairment group ($n=599$) according to the Mini-Mental State Examination (MMSE), and their basic characteristics were compared. Logistic regression analysis was used to examine the relationship between reproductive factors and cognitive function, and restricted cubic spline (RCS) curves were further plotted to examine potential nonlinear associations between the above factors and cognitive function. **Results:** There were statistically significant differences between the cognitive impairment group and the non-cognitive impairment group in marital status, place of residence, education level, smoking status, hypertension, depressive symptoms, sleep duration, age at menopause, reproductive span and MMSE scores (all $P<0.05$). After adjusting for confounding factors, Logistic

regression analysis showed that compared to women with menopause age between 51–55 years, those with menopause age ≤ 45 years had a higher risk of cognitive impairment ($OR=1.59$, $95\%CI: 1.15-2.10$, $P=0.014$); compared to women with a reproductive span of 36–40 years, those with a reproductive span ≤ 30 years had a higher prevalence of cognitive impairment ($OR=1.68$, $95\%CI: 1.26-2.25$, $P=0.008$). No association was found between age at menarche and cognitive function. Smooth curve fitting did not reveal any nonlinear relationship between reproductive factors and cognitive function.

Conclusion: Women with earlier menopause (≤ 45 years) and shorter reproductive lifespan (≤ 30 years) have a higher risk of cognitive impairment, while no significant association was observed between age at menarche and cognitive impairment.

[**Key words**] women; age at menarche; age at menopause; reproductive lifespan; cognitive function

随着我国人口老龄化加剧,轻度认知障碍和痴呆等认知健康问题日益增多^[1]。预防认知功能障碍对推进健康中国行动、实现健康老龄化战略目标至关重要^[2]。研究表明,与男性相比,女性认知功能障碍发生风险更高,认知功能下降程度也更严重^[3-5]。既往有研究探讨了月经初潮年龄、绝经年龄和生殖期等女性特有生殖因素与认知功能的关联^[6-9],但多源自国外,且结论存在分歧。针对我国女性群体的相关研究则相对较少,且样本来源单一,结果推广性有限^[2,10-12]。鉴于此,本研究基于具有全国代表性的中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS)数据,探讨我国绝经后女性月经初潮年龄、绝经年龄及生殖期与认知功能的相关性。

1 资料与方法

1.1 数据来源

本研究数据来自 CHARLS 数据库(<https://charls.pku.edu.cn/en/>)^[13]。CHARLS 是一项具有全国代表性的纵向研究,旨在收集 45 岁及以上中国居民的健康和福利信息。调查采用多阶段概率大小比例抽样方法,覆盖 28 个省(自治区、直辖市)、150 个县和 450 个村镇。由于 2020 年调查的数据未包含女性绝经相关信息,因此本研究采用 2018 年公布的数据进行分析。以认知功能数据作为结果变量,初潮年龄、绝经年龄和生殖寿命作为暴露变量。排除男性和主要信息缺失的数据后共纳入 1 829 例受访者数据。其中,平均年龄(67.44 ± 5.54)岁,平均初潮年龄(16.11 ± 2.18)岁,平均绝经年龄(49.44 ± 4.58)岁,平均生殖寿命(33.33 ± 5.06)岁。

1.2 观察指标

1.2.1 生殖因素 本研究主要关注三个主要变量:初潮年龄、绝经年龄和生殖期。CHARLS 问卷中关

于初潮年龄的问题是“您何时开始初潮?”,关于绝经年龄的问题是“您何时开始绝经?”。生殖期的定义是绝经年龄与初潮年龄间的差值。参考《中国绝经管理与绝经激素治疗指南 2023 版》^[14]与文献^[15],将绝经后女性按月经初潮年龄分为 <15 岁、 $15 \sim 16$ 岁及 ≥ 17 岁三组,按绝经年龄分为 ≤ 45 岁、 $46 \sim 50$ 岁、 $51 \sim 55$ 岁及 >55 岁四组,按生殖期分为 ≤ 30 年、 $31 \sim 35$ 年、 $36 \sim 40$ 年及 >40 年四组。选择人数占比最高的组作为参考组(初潮年龄: $15 \sim 16$ 岁,绝经年龄: $51 \sim 55$ 岁,生殖期: $36 \sim 40$ 年)。

1.2.2 认知功能 采用简易智力状态测验(Mini-Mental State Examination, MMSE)评估认知功能。MMSE 由五个部分组成:定向力、记忆力、注意力/计算能力、记忆力和语言能力。该量表总分为 30 分,分数越高认知功能越好。参照文献^[16],根据文化水平判断个体认知功能:小学及以下 ≤ 17 分,小学 ≤ 20 分,初中及以上 ≤ 24 分,得分低于按受教育程度分组的分界值提示存在认知功能障碍,否则为无认知障碍。

1.2.3 协变量 本研究纳入的协变量主要包括人口学特征、生活方式和健康状况等资料。人口学特征包括年龄、文化程度、居住地、婚姻状况等;生活方式包括吸烟状况、饮酒状况、睡眠时长;健康状况包括是否患有高血压、糖尿病、脑卒中和抑郁。

1.3 统计方法

数据整理与统计分析基于 Stata 17.0 软件、Zstats 软件(www.zstats.net)和 R version 4.3.3 完成。符合正态分布的连续性资料用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 t 检验。分类数据采用频数(n)和百分比($\%$)表示,组间比较采用 χ^2 检验。以认知障碍作为因变量,生殖因素为自变量,构建二元 Logistic 回归模型分析初潮年龄、绝经年龄

和生殖期与认知功能间的关系。在 Logistic 回归分析中,对不同混杂因素进行调整,构建三个分层调整模型,模型 1 为原始模型,仅纳入生殖因素与认知功能的单因素分析,模型 2 在模型 1 基础上调整居住地、文化水平、婚姻状况等社会人口学变量;模型 3 在模型 2 的基础上进一步将吸烟、睡眠时长等生活方式和高血压、糖尿病、脑卒中、抑郁等健康状况相关因素纳入协变量进行调整。最后,通过限制性立方样条(restricted cubic spline,RCS)曲线进一步探讨月经初潮年龄、绝经年龄和生殖寿命与认知功能之间是否存在非线性关系。 $P<0.05$ 为差异有统计

学意义。

2 结果

2.1 两组基本特征比较

结果显示(表 1),认知障碍组农村居住、小学以下、吸烟、睡眠时长 $<6\text{ h}$ 、抑郁、绝经年龄 ≤ 45 岁和生殖期 ≤ 30 年占比明显高于无认知障碍组(P 均 <0.05),已婚、高血压占比以及 MMSE 得分明显低于无认知障碍组(P 均 <0.05);两组年龄、饮酒、糖尿病、脑卒中和月经初潮年龄分布差异无统计学意义(P 均 >0.05)。

表 1 认知障碍组和无认知障碍组基本特征比较

基本特征		无认知障碍组($n=1\ 230$)	认知障碍组($n=599$)	t/χ^2 值	P 值
年龄/岁		67.38 $\pm$ 5.34	67.56 $\pm$ 5.92	-0.61	0.541
婚姻状况[$n(\%)$]	已婚	968(78.7)	439(73.3)	6.64	0.010
	其他	262(21.3)	160(26.7)		
居住地[$n(\%)$]	农村	703(57.2)	440(73.5)	45.67	<0.001
	城市	527(42.8)	159(26.5)		
文化程度[$n(\%)$]	小学以下	225(18.3)	126(21.0)	7.50	0.024
	小学	667(54.2)	284(47.4)		
	初中及以上	338(27.5)	189(31.6)		
吸烟[$n(\%)$]	否	1 124(91.4)	528(88.1)	4.82	0.028
	是	106(8.6)	71(11.9)		
饮酒[$n(\%)$]	否	1 063(86.4)	503(84.0)	1.96	0.161
	是	167(13.6)	96(16.0)		
睡眠时长[$n(\%)$]	$<6\text{ h}$	500(40.6)	280(46.7)	9.11	0.010
	$6\sim 8\text{ h}$	680(55.3)	287(47.9)		
	$\geq 9\text{ h}$	50(4.1)	32(5.3)		
高血压[$n(\%)$]	无	757(61.5)	411(68.7)	9.00	0.003
	有	473(38.5)	188(31.3)		
糖尿病[$n(\%)$]	无	1 064(86.5)	526(87.8)	0.62	0.432
	有	166(13.5)	73(12.2)		
脑卒中[$n(\%)$]	无	1 116(90.7)	545(91.0)	0.03	0.860
	有	114(9.3)	54(9.0)		
抑郁[$n(\%)$]	无	675(54.9)	296(49.4)	4.83	0.028
	有	555(45.1)	303(50.6)		
月经初潮年龄[$n(\%)$]	<15 岁	306(24.9)	133(22.2)	3.76	0.152
	$15\sim 16$ 岁	429(34.9)	197(32.9)		
	≥ 17 岁	49(40.2)	269(44.9)		
绝经年龄[$n(\%)$]	≤ 45 岁	119(9.7)	84(14.0)	9.65	0.022
	$46\sim 50$ 岁	367(29.8)	188(31.4)		
	$51\sim 55$ 岁	606(49.3)	264(44.1)		
	>55 岁	138(11.2)	63(10.5)		

续表					
基本特征		无认知障碍组 (n = 1 230)	认知障碍组 (n = 599)	t/χ ² 值	P 值
生殖期[n (%)]	≤30 年	192(15.6)	125(20.9)	17.06	<0.001
	31~35 年	468(38.0)	254(42.4)		
	36~40 年	456(37.1)	174(29.0)		
	>40 年	114(9.3)	46(7.7)		
MMSE 得分/分		24.70±2.98	18.17±3.74	37.31	<0.001

2.2 生殖因素与认知障碍之间的关联

Logistic 回归分析结果显示,在模型 1、模型 2 和模型 3 中,初潮年龄与认知障碍之间均无显著关联($P>0.05$)。在调整所有混杂因素后,与绝经年龄 51~55 岁组相比,绝经年龄≤45 岁组认知障碍检出风险更高($OR=1.59,95\%CI:1.16\sim2.19$);与生殖期 36~40 年组相比,生殖期≤30 年组认知障碍检出风险更高($OR=1.63,95\%CI:1.26\sim2.25$)。见表 2。

表 2 生殖因素与认知障碍的多因素 Logistic 回归分析

变量		模型 1		模型 2		模型 3	
		OR(95%CI)	P 值	OR(95%CI)	P 值	OR(95%CI)	P 值
初潮年龄	<15 岁	0.95(0.73~1.23)	0.684	1.01(0.77~1.33)	0.929	0.95(0.73~1.25)	0.730
	15~16 岁	1.00(参考)		1.00(参考)		1.00(参考)	
	≥17 岁	1.18(0.95~1.48)	0.142	1.18(0.94~1.49)	0.152	1.160(0.89~1.51)	0.114
绝经年龄	≤45 岁	1.71(1.28~2.29)	<0.001	1.60(1.19~2.16)	0.002	1.59(1.16~2.19)	0.014
	46~50 岁	1.20(0.95~1.51)	0.129	1.16(0.91~1.47)	0.224	1.17(0.93~1.48)	0.178
	51~55 岁	1.00(参考)		1.00(参考)		1.00(参考)	
生殖期	>55 岁	1.28(0.82~1.99)	0.273	1.25(0.80~1.97)	0.329	1.08(0.77~1.51)	0.651
	≤30 年	1.62(1.24~2.12)	<0.001	1.45(1.09~1.91)	0.010	1.68(1.26~2.25)	0.008
	31~35 年	1.22(0.95~1.56)	0.113	1.16(0.91~1.50)	0.237	1.06(0.72~1.55)	0.360
	36~40 年	1.00(参考)		1.00(参考)		1.00(参考)	
	>40 年	1.03(0.64~1.66)	0.913	0.99(0.61~1.62)	0.979	1.03(0.70~1.52)	0.890

模型 1:未调整;模型 2 调整居住地、文化水平、婚姻状况;模型 3:调整居住地、文化水平、婚姻状况、吸烟、睡眠时长、高血压、糖尿病、脑卒中、抑郁

2.3 绝经年龄、生殖期与认知障碍的关系

RCS 分析结果显示(图 1),绝经年龄与认知障碍风险总体相关($P=0.02$),非线性检验无统计学意义($P=0.12$);生殖期与认知障碍风险总体相关($P<0.01$),非线性检验无统计学意义($P=0.06$)。由此提示,绝经年龄和生殖期缩短时认知障碍风险有升高趋势,未发现明确的非线性关系。

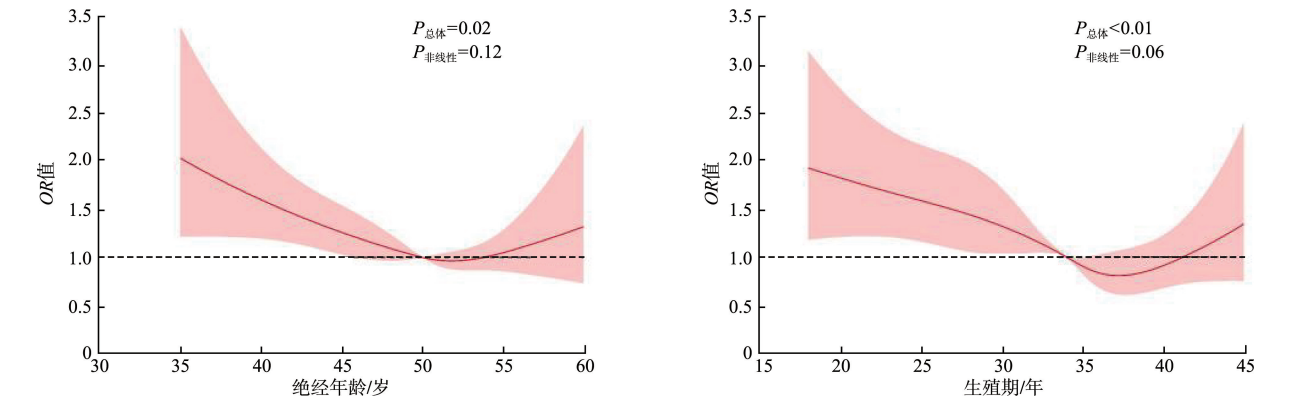


图 1 绝经年龄、生殖期与认知障碍的平滑曲线拟合

3 讨论

本研究结果显示,绝经后女性认知功能障碍患病率为 32.8%,与韦慧燕等^[16]报道的患病率(32.2%)相近,但低于绝经后高血压患者的认知障碍患病率(40.4%)^[11]。此外,本研究在调整多个混杂因素后,并未观察到初潮年龄与认知障碍之间存在显著关联。目前,关于月经初潮年龄与认知功能之间关联的研究结论仍存在争议。例如,Gong 等^[6]基于英国生物样本库的数据发现月经初潮晚与认知障碍风险升高显著相关,付春迎等^[2]基于平阴队列的横断面研究亦表明初潮年龄晚与较差的客观认知功能相关。与之相反,Najar 等^[17]针对瑞典绝经女性的纵向研究和 Prince 等^[7]在拉丁美洲与中国绝经后女性中进行的研究则未观察到类似关联,本研究结果与后者更为接近,说明初潮年龄对老年期认知功能的影响可能较弱,或易受到教育水平、社会经济因素及认知测评工具差异的影响。因此,在我国绝经后女性中,初潮年龄不宜单独作为识别认知障碍高风险人群的依据,仍需结合绝经年龄、生殖期及其他可能危险因素综合判断。

本研究结果显示,与绝经年龄 51~55 岁女性相比,绝经年龄 ≤ 45 岁女性发生认知障碍的可能性增加 59% ($OR = 1.59, 95\%CI = 1.16 \sim 2.19$),与既往研究^[2,6,18]及荟萃分析^[19]结果一致。早绝经(绝经年龄 ≤ 45 岁)意味着卵巢激素水平较早下降,可能减少雌激素对海马、胆碱能系统和脑血管功能的长期保护,从而增加认知功能受损风险。此外,荟萃分析^[19]还发现晚绝经与认知功能障碍风险降低有关,然而本研究却并未发现二者间存在显著关联,可能与年龄及血管代谢状态差异、激素治疗信息缺失等因素有关。晚绝经与认知功能之间关联的结论尚不统一,提示未来需要进行多中心、大样本的前瞻性队列研究。

目前,关于生殖期长短与认知功能之间的相关性同样尚不明确。Xi 等^[20]针对我国北方农村绝经后女性的研究显示,生殖期较短与认知功能不良有关,并显著增加患轻度认知障碍和痴呆的风险。付春迎等^[2]基于平阴队列的横断面研究表明,与生殖期 31~35 年女性相比,生殖期 ≤ 30 年和 >40 年女性出现客观认知功能得分异常的可能性分别增加 56% 和 22%。然而,来自我国台湾^[12]以及拉丁美洲^[7]等地区的几项研究却并未发现生殖期与认知障碍间存在关联。本研究结果显示,与生殖期 36~

40 年女性相比,生殖期较短(≤ 30 年)的女性出现认知障碍的可能性增加 68% ($OR = 1.68, 95\%CI = 1.26 \sim 2.25$),但并未发现生殖期较长与认知功能存在关联。此外,平滑曲线拟合结果表明绝经年龄和生殖期与认知障碍风险存在负相关,但未发现非线性关系,这与游春娇^[11]等在患高血压的绝经后女性群体中报告的结果具有相似性,即认知障碍风险升高主要集中在绝经年龄较小或生殖期较短的人群。

研究表明,雌激素可促进神经细胞生长、加速神经突触形成以增强记忆与思维能力,同时还可防止神经递质流失,从而维持认知水平^[15,21-22]。绝经较早和生殖期较短可能导致女性累积雌激素暴露不足,使记忆、执行功能等对雌激素变化敏感的认知领域更易受损^[22]。本研究结果提示,在绝经后女性认知障碍防控中,应关注早绝经和生殖期较短人群,并将其与教育程度、睡眠时长、抑郁和血管危险因素等共同纳入风险评估。

此外,本研究存在一定的局限性:首先,生殖因素是通过自我报告的方式获取,可能存在一定的回忆偏倚;其次,未能校正某些已知的影响老年认知功能的因素(如载脂蛋白 E 基因型和儿童期认知能力);最后,作为横断面研究,无法验证生殖因素与认知功能的因果关联。

综上所述,绝经年龄和生殖期与认知障碍发生风险呈负相关,绝经年龄 ≤ 45 岁或生殖期 ≤ 30 年的女性发生认知障碍的风险更高,未发现初潮年龄与绝经后女性认知功能存在显著关联。

[参考文献]

[1] GBD 2019 Dementia Forecasting Collaborators. Estimation of the global prevalence of dementia in 2019 and forecasted prevalence in 2050: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. Lancet Public Health, 2022, 7(2): e105-e125.

[2] 付春迎, 于瑞洪, 王琪, 等. 女性生育因素对主、客观认知功能的影响: 基于平阴队列的横断面研究[J]. 中国全科医学, 2025, 28(8): 980-988, 995.

[3] Gong J, Harris K, Lipnicki DM, et al. Sex differences in dementia risk and risk factors: individual-participant data analysis using 21 cohorts across six continents from the COSMIC consortium[J]. Alzheimers Dement, 2023, 19(8): 3365-3378.

[4] Nebel RA, Aggarwal NT, Barnes LL, et al. Understanding the impact of sex and gender in Alzheimer's disease: a call to action[J]. Alzheimers

Dement, 2018, 14(9): 1171–1183.

[5] Jia L, Du Y, Chu L, et al. Prevalence, risk factors, and management of dementia and mild cognitive impairment in adults aged 60 years or older in China: a cross-sectional study[J]. Lancet Public Health, 2020, 5(12): e661–e671.

[6] Gong J, Harris K, Peters SAE, et al. Reproductive factors and the risk of incident dementia: a cohort study of UK Biobank participants [J]. PLoS Med, 2022, 19(4): e1003955.

[7] Prince MJ, Acosta D, Guerra M, et al. Reproductive period, endogenous estrogen exposure and dementia incidence among women in Latin America and China; A 10/66 population-based cohort study[J]. PLoS One, 2018, 13(2): e0192889.

[8] Bove R, Secor E, Chibnik LB, et al. Age at surgical menopause influences cognitive decline and Alzheimer pathology in older women[J]. Neurology, 2014, 82(3): 222–229.

[9] Song X, Wu J, Zhou Y, et al. Reproductive and hormonal factors and risk of cognitive impairment among Singapore Chinese women[J]. Am J Obstet Gynecol, 2020, 223(3): 410. e1–410. e23.

[10] Li FD, He F, Chen TR, et al. Reproductive history and risk of cognitive impairment in elderly women: a cross-sectional study in Eastern China[J]. J Alzheimers Dis, 2016, 49(1): 139–147.

[11] 游春娇, 徐艳杰, 余超, 等. 女性高血压患者月经初潮年龄、绝经年龄及生殖期与认知功能的关系[J]. 中国医学科学院学报, 2023, 45(5): 760–767.

[12] Chou HT, Wu PY, Huang JC, et al. Late menarche, not reproductive period, is associated with poor cognitive function in postmenopausal women in Taiwan[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(5): 2345.

[13] Zhao Y, Hu Y, Smith JP, et al. Cohort profile: the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS)[J]. Int J Epidemiol, 2014, 43(1): 61–68.

[14] 中华医学会妇产科学分会绝经学组. 中国绝经管理与绝经激素治疗指南 2023 版[J]. 中华妇产科杂志, 2023, 58(1): 4–21.

[15] Guo M, Wu Y, Gross AL, et al. Age at menopause and cognitive function and decline among middle-aged and older women in the China Health and Retirement Longitudinal Study, 2011–2018[J]. Alzheimers Dement, 2025, 21(2): e14580.

[16] 韦慧燕, 刘乐, 杨光媚, 等. 我国老年人认知功能障碍现状及其影响因素[J]. 医学与社会, 2022, 35(2): 55–59.

[17] Najar J, Östling S, Waern M, et al. Reproductive period and dementia: A 44-year longitudinal population study of Swedish women[J]. Alzheimers Dement, 2020, 16(8): 1153–1163.

[18] Gilsanz P, Lee C, Corrada MM, et al. Reproductive period and risk of dementia in a diverse cohort of health care members[J]. Neurology, 2019, 92(17): e2005–e2014.

[19] Han SL, Liu DC, Tan CC, et al. Male- and female-specific reproductive risk factors across the lifespan for dementia or cognitive decline: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Med, 2023, 21(1): 457.

[20] Xi H, Gan J, Liu S, et al. Reproductive factors and cognitive impairment in natural menopausal women: a cross-sectional study[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 893901.

[21] Conde DM, Verdade RC, Valadares ALR, et al. Menopause and cognitive impairment: a narrative review of current knowledge [J]. World J Psychiatry, 2021, 11(8): 412–428.

[22] Sochocka M, Karska J, Pszczółowska M, et al. Cognitive decline in early and premature menopause[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(7): 6566.

[收稿日期] 2025–09–01 [编辑] 刘星星

(上接第 319 页)

[32] Gong Y, You Q, Yuan X, et al. Mesenchymal stem cell-derived extracellular vesicles attenuate ferroptosis in aged hepatic ischemia/reperfusion injury by transferring miR-1275[J]. Redox Biol, 2025, 81: 103556.

[33] Yang Y, Gao L, Xi J, et al. Mesenchymal stem cell-derived extracellular vesicles mitigate neuronal damage from intracerebral hemorrhage by modulating ferroptosis [J]. Stem Cell Res Ther, 2024, 15(1): 255.

[34] Pan L, Yu Z, Xiang WX, et al. Cigarette smoke-induced epithelial cell ferroptosis promotes neutrophilic inflammation in patients with nasal polyps[J]. J Allergy Clin Immunol, 2025, 155(6): 1882–1897.

[35] Li J, Xiao F, Lin B, et al. Ferrostatin-1 improves acute sepsis-induced cardiomyopathy via inhibiting neutrophil infiltration through impaired chemokine axis [J]. Front Cell Dev Biol, 2024, 12: 1510232.

[收稿日期] 2025–09–01 [编辑] 刘星星