·临床研究·

主要不良心血管事件与中老年人群灾难性医疗支出相关性研究

杨振勇[1],陈小英[2], 邵中军[3*]

([1]西安市未央区疾病预防控制中心公共卫生科,西安 710016;[2]宝鸡市疾病预防控制中心业务管理与应急科,陕西 宝鸡 721006;[3]空军军医大学军事预防医学系军队防疫与流行病教研室,特殊作业环境危害评估与防治教育部重点实验室,西安 710032)

【摘 要】 目的 探讨中国中老年人群主要不良心血管事件(MACEs)对灾难性医疗支出(CHE)发生风险的影响。**方法** 基于标准化中国健康与养老追踪调查(CHARLS)2011至2018年数据,选取基线年龄≥45岁且未发生CHE的3 715名参与者构建前瞻性队列研究。依据自我报告信息,判定MACEs及CHE的发生情况。采用R软件(版本4.4.2)对数据进行统计分析。采用Kaplan-Meier生存曲线分析MACEs发生与否对CHE累积发生率的影响。采用Cox比例风险回归模型评估MACEs与CHE发生之间的关联。采用亚组分析,评估年龄、性别、医疗保险及城乡户口对MACEs与CHE关联的修饰效应。**结果** 中位随访时间为83个月,期间发生CHE者1 981例,未发生CHE者1 734名;发生MACEs者442例,未发生MACEs者3 273名。CHE组患者的中位年龄,高中以下学历占比,MACEs发生率以及高血压、糖尿病、肺病、关节炎、肝病、肾病患病率均显著高于非CHE组,农村户口占比显著低于非CHE组(均$P<0.05$)。Kaplan-Meier生存曲线分析显示,MACEs组CHE累积发生率显著高于非MACEs组(log-rank $P<0.001$)。Cox比例风险回归模型分析表明,在调整混杂因素后,MACEs是CHE发生的独立危险因素($HR=1.23$, 95%CI 1.08~1.41)。亚组分析未见显著的交互效应(均P-interaction>0.05),提示MACEs与CHE间的关联性在不同年龄、性别、医疗保险及城乡户口人群中均相对稳定。**结论** 在中国中老年人群中,MACEs是CHE发生的独立危险因素,该关联在不同社会人口学亚组间保持一致。

【关键词】 中老年人群;心血管不良事件;灾难性医疗支出;中国健康与养老追踪调查

【中图分类号】 R540.4 **【文献标志码】** A **【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2026.07.099

Correlation of major adverse cardiovascular events with catastrophic health expenditure in middle-aged and older adults

Yang Zhenyong[1], Chen Xiaoying[2], Shao Zhongjun[3*]

([1]Department of Public Health, Xi′an Weiyang District Center for Disease Control and Prevention, Xi′an 710016, China; [2]Department of Operations Management and Emergency Response, Baoji Center for Disease Control and Prevention, Baoji 721006, Shaanxi Province, China; [3]Department of Military Epidemic Prevention and Epidemiology, Ministry of Education Key Laboratory of Hazard Assessment and Control in Special Operational Environment, School of Military Preventive Medicine, Air Force Medical University, Xi′an 710032, China)

【Abstract】 Objectives To investigate the impact of major adverse cardiovascular events (MACEs) on the risk of catastrophic health expenditure (CHE) among middle-aged and older adults in China. **Methods** Based on the Harmonized China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) spanning 2011 to 2018, a prospective cohort study was constructed on 3 715 participants aged ≥45 years at baseline and without CHE. MACEs and CHE were identified based on self-reported data. R software (version 4.4.2) was used for statistical analysis. Kaplan-Meier survival curve was plotted to analyze the cumulative incidence risk of CHE across different MACEs statuses. Cox proportional hazards regression model was employed to examine the association between MACEs and CHE. Subgroup analyses were conducted to assess the effects of age, gender, health insurance, and urban or rural household registration on the association between MACEs and CHE. **Results** The median follow-up was 83 months, during which 1 981 participants developed CHE and 1 734 did not; There were 442 cases of MACEs and 3 273 cases without. The CHE group exhibited significantly higher median age, larger proportion of education level below high school, increased incidence of MACEs, and increased prevalence rates of hypertension, diabetes mellitus, lung disease, arthritis, and liver and kidney diseases, but obviously lower ratio of rural household registration compared with the non-CHE group (all $P<0.05$). Kaplan-Meier survival curve analysis showed a significantly higher cumulative incidence of CHE in the MACEs group than the non-MACEs group (log-rank $P<0.001$). Cox proportional hazards regression analysis indicated that, after adjusting for confounding factors, MACEs was an independent risk factor for CHE ($HR=1.23$, 95%CI 1.08-1.41). Subgroup analyses showed no significant

收稿日期: 2026-01-28; **接受日期**: 2026-02-28

基金项目: 国家自然科学基金(82273689)

通信作者: 邵中军, E-mail: 13759981783@163.com

interactions were observed (all P-interaction > 0.05), indicating that the association between MACEs and CHE risk was consistent across different age, gender, health insurance, and urban or rural household registration subgroups. **Conclusion** Among Chinese middle-aged and older adults, MACEs is an independent risk factor for CHE, and this association remains consistent across various sociodemographic subgroups.

【Key words】 middle-aged and older adults; major adverse cardiovascular events; catastrophic health expenditure; China Health and Retirement Longitudinal Study

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (82273689).

Corresponding author: *Shao Zhongjun*; *E-mail*: *13759981783@163.com*

当前,中国正处于人口结构转型的关键阶段,≥45 岁中老年群体在总人口中的占比持续上升,该人群所面临的疾病负担亦呈现出不断加重的趋势[1]。伴随生理机能衰退,中老年群体患病风险显著增高,这不仅影响中老年人群的健康水平,更衍生出灾难性医疗支出(catastrophic health expenditure, CHE)这一重大社会经济风险。世界卫生组织将 CHE 定义为当家庭医疗自付费用超过其可承受能力的特定阈值时,导致基本生活需求受到严重挤压的经济困境[2]。研究表明,我国中老年人群面临的 CHE 问题,已成为实现“健康中国”战略目标的关键挑战之一[3]。主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACEs)是死亡和残疾的主要原因之一,其造成的沉重医疗负担已成为一项重要的公共卫生挑战[4-6]。这类疾病起病急、病情危重,常需紧急医疗干预与长期的二级预防和康复管理,从而导致高昂的医疗费用。MACEs 的医疗支出增长与人口老龄化密切相关,有研究称,中老年人群 MACEs 的医疗负担最重[7,8]。对中老年患者及其家庭而言,高昂的自付医疗费用可能引发 CHE,进一步加剧“因病致贫、因病返贫”的风险[9,10]。然而,目前关于 MACEs 对 CHE 影响的研究仍存在不足,针对中国中老年人群的证据也较为缺乏,尤其是基于长期动态随访的经济数据。为弥补以上研究空白,本研究基于标准化中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS)2011 至 2018 年数据,探讨中老年群体中 MACEs 对 CHE 发生风险的影响,为制定更精准的中老年人群医疗经济负担干预策略提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究基于标准化 CHARLS 2011 至 2018 年数据(https://g2aging.org/hrd/search)进行前瞻性队列研究。CHARLS 采用多阶段分层概率抽样法构建了具有全国代表性的中老年队列,并每两年进行一次追踪调查[11],研究方案已经北京大学生物医学伦理委员会审批通过。标准化 CHARLS 数据库通过对多期调查数据的变量整合、单位标准化及缺失值处理,实现专业级数据质量控制。本研究初步纳入 2011 年 16931 名年龄≥45 岁参与者,排除 12232 名在家庭非食品支出和医疗支出有缺失值以及 984 名在基线发生 CHE 的参与者,最终纳入 3715 名参与者进行队列研究。

1.2 方法

1.2.1 MACEs 定义 MACEs 定义为包含缺血性心脏病(如心肌梗死、心绞痛)、充血性心力衰竭及脑卒中的复合终点。相关数据均依据 CHARLS 问卷的自我报告信息获取。

1.2.2 CHE 判定 家庭医疗自付总支出定义为研究对象与其配偶的门诊、住院和药品费用的总和;家庭总支出扣除食品支出为家庭支付能力;当医疗自付支出占家庭支付能力的比例≥40%时判定为 CHE。

1.2.3 资料收集 通过面对面计算机辅助个人访谈方式采集信息,涵盖社会人口学特征、生活方式行为、慢性病患病史、医疗保险及城乡户口等信息。其中,社会人口学特征包括年龄、性别、婚姻状况、受教育程度;生活方式行为包括体质量指数(body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史和体力活动水平;慢性病包括高血压、糖尿病、癌症、肺病、关节炎、肝病和肾病。

1.3 统计学处理

采用 R 软件(版本 4.4.2)对数据进行统计分析。计量资料不符合正态分布者以中位数(四分位数间距)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料以例数(百分率)表示,组间比较采用 χ^2 检验,若理论频数<1 或 20%以上格子的理论频数<5,则采用 Fisher 精确概率法。采用 Kaplan-Meier 法绘制 MACEs 者与非 MACEs 者 CHE 的累积发生率曲线,并使用 log-rank 检验比较组间差异。采用 Cox 比例风险回归模型评估 MACEs 与 CHE 发生之间的关联。模型构建如下,模型 1:未校正任何协变量;模型 2:校正年龄、性别、BMI、吸烟状况、饮酒状况、体力活动水平、受教育程度和婚姻状况;模型 3:在模型 2 基础上进一步校正高血压、糖尿病、癌症、肺病、关节炎、肝病和肾病。为探讨关联的异质性,根据年龄、性别、医疗保险和城乡户口

进行亚组分析,并采用似然比检验评估交互作用的显著性。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 CHE 组与非 CHE 组基线资料

中位随访时间为 83 个月,期间发生 CHE 者 1 981例,未发生 CHE 者 1 734 名。CHE 组患者的中位年龄,高中以下学历占比,MACEs 发生率以及高血压、糖尿病、肺病、关节炎、肝病、肾病患病率均显著高于非 CHE 组,农村户口占比显著低于非 CHE 组(均 $P<0.05$)。两组在性别、BMI、吸烟、饮酒、体力活动水平、婚姻状况、医疗保险参保情况以及癌症患病率方面比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$;表 1)。

2.2 MACEs 患者 CHE 累积发生率的 Kaplan-Meier 曲线

Kaplan-Meier 生存曲线分析显示,非 MACEs 组($n=3\,273$)与 MACEs 组($n=442$)的 CHE 累积发生率差异有显著统计学意义(log-rank $P<0.001$;图 1)。在随访第 36 个月时,MACEs 组的 CHE 累积发生率已达 36.9%,而非 MACEs 组为 23.2%;随访至 84 个月时,MACEs 组和非 MACEs 组 CHE 累积发生率分别升至 64.4% 和 52.5%,MACEs 组不仅 CHE 事件发生更早,且长期累积风险显著更高。

2.3 MACEs 患者 CHE 发生的 Cox 比例风险回归分析

Cox 比例风险回归模型分析表明,MACEs 与 CHE 发生相关。模型 1 中,MACEs 患者发生 CHE 的风险显著增加 42%($HR=1.42$, 95%CI 1.25~1.61)。在模型 2 中该关联仍然显著。在完全调整协变量的模型 3 中,MACEs 仍是 CHE 发生的独立危险因素($HR=1.23$, 95%CI 1.08~1.41;表 2)。

2.4 MACEs 与 CHE 发生关联的亚组分析

亚组分析进一步评估 MACEs 与 CHE 发生在不同人群中的关联强度。结果表明,MACEs 与 CHE 在多数亚组中显著正向关联($P<0.05$),但在年龄≥65 岁及城市户口亚组中未达到显著性($P>0.05$)。交互作用检验结果显示,各亚组与 MACEs 的交互项均无统计学意义(均 P-interaction >0.05),提示 MACEs 对 CHE 风险的影响在不同年龄、性别、医疗保险和城乡户口人群中相对稳定(图 2)。

3 讨 论

本研究基于具有全国代表性的 CHARLS 前瞻性队列数据,经过中位时间长达 83 个月的随访,发现 MACEs 是中国中老年人群发生 CHE 的独立危险因素。校正协变量后,MACEs 与 CHE 风险增加仍显著相关,且亚组分析未发现显著的修饰效应。Kaplan-Meier 生存曲线进一步显示,MACEs 组 CHE 累积发生率始终高于非 MACEs 组,且事件发生更早、长期风险持续扩大。上述结果表明,MACEs 是 CHE 发生的重要危险因素,为及早干预以延缓 CHE 发生提供了循证医学证据。

表 1 CHE 组与非 CHE 组基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between CHE group and non-CHE group

Item	Total($n=3\,715$)	Non-CHE group($n=1\,734$)	CHE group($n=1\,981$)	P value
Age[years, $M(Q_1, Q_3)$]	55(49,61)	54(48,60)	56(50,62)	<0.001
Male[n(%)]	1 911(51.4)	897(51.7)	1 014(51.2)	0.741
BMI[kg/m^2, $M(Q_1, Q_3)$]	23.4(21.2,26.0)	23.4(21.2,25.9)	23.5(21.2,26.0)	0.928
Smoking history[n(%)]	1 541(41.5)	722(41.6)	819(41.3)	0.855
Drinking history[n(%)]	1 556(41.9)	727(41.9)	829(41.8)	0.961
Physical inactivity[n(%)]	1 118(30.1)	527(30.4)	591(29.8)	0.711
Education level below high school[n(%)]	3 243(87.3)	1 487(85.8)	1 756(88.6)	0.008
Unmarried /without partner[n(%)]	175(4.7)	86(5.0)	89(4.5)	0.503
No health insurance[n(%)]	209(5.6)	108(6.2)	101(5.1)	0.136
Rural household registration[n(%)]	1 257(33.8)	642(37.0)	615(31.0)	<0.001
Comorbidity[n(%)]				
Hypertension	847(22.8)	327(18.9)	520(26.2)	<0.001
Diabetes mellitus	188(5.1)	71(4.1)	117(5.9)	0.012
Cancer	20(0.5)	6(0.3)	14(0.7)	0.134
Lung disease	296(8.0)	95(5.5)	201(10.1)	<0.001
Arthritis	1 113(30.0)	414(23.9)	699(35.3)	<0.001
Liver disease	124(3.3)	42(2.4)	82(4.1)	0.004
Kidney disease	191(5.1)	57(3.3)	134(6.8)	<0.001
MACEs[n(%)]	442(11.9)	162(9.3)	280(14.1)	<0.001

CHE: catastrophic health expenditure; BMI: body mass index; MACEs: major adverse cardiovascular events.

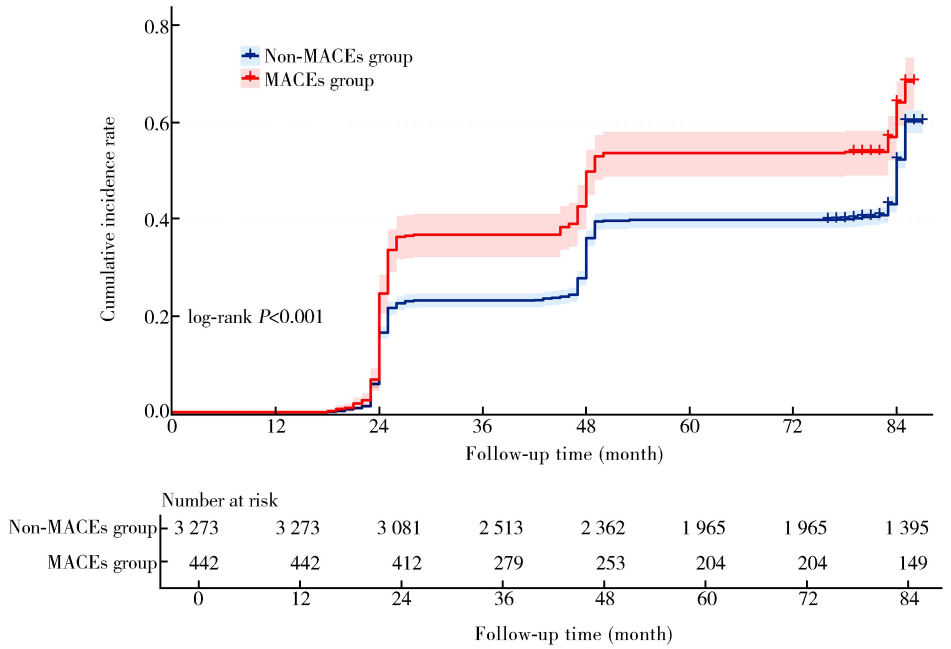


图 1 MACEs 患者 CHE 累积发生率的 Kaplan-Meier 生存曲线

Figure 1 Kaplan-Meier curve of cumulative incidence of CHE in patients with MACEs

MACEs: major adverse cardiovascular events; CHE: catastrophic health expenditure.

表 2 MACEs 患者 CHE 发生的 Cox 比例风险回归分析

Table 2 Cox proportional hazard regression analysis of CHE in patients with MACEs

Factor	Model 1		Model 2		Model 3	
	HR	95%*CI*	*HR*	95%*CI*	*HR*	95%*CI*
Non-MACEs	Ref.	–	Ref.	–	Ref.	–
MACEs	1.42	1.25–1.61	1.38	1.21–1.57	1.23	1.08–1.41

MACEs: major adverse cardiovascular events; CHE: catastrophic health expenditure. –: no datum. Model 1: unadjusted; Model 2: adjusted for age, gender, body mass index, smoking history, drinking history, physical activity, educational level, and marital status; Model 3: additionally adjusted for hypertension, diabetes mellitus, cancer, lung disease, arthritis, liver disease, and kidney disease based on Model 2.

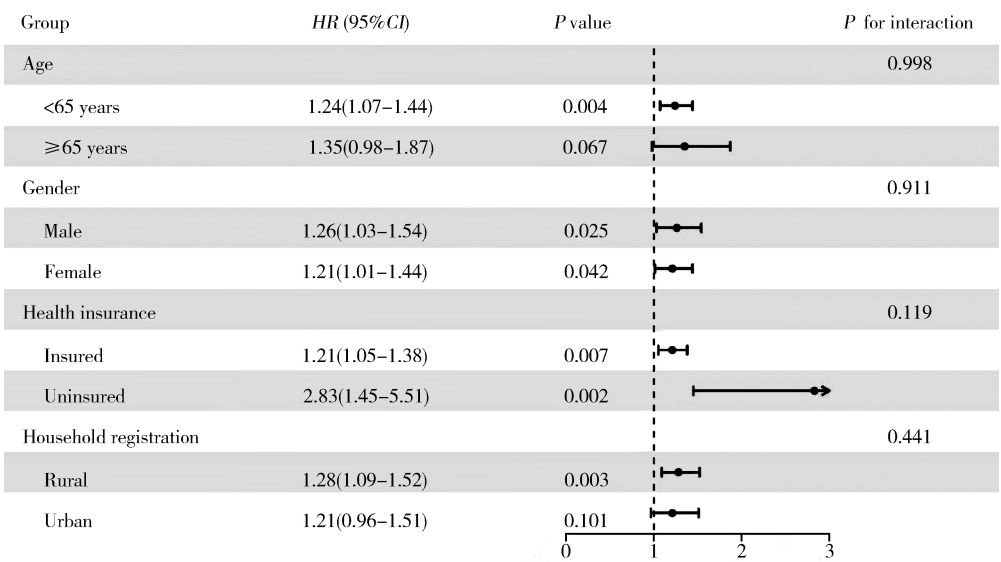


图 2 MACEs 与 CHE 发生关联的亚组分析森林图

Figure 2 Forest plot for subgroup analysis of the association between MACEs and CHE

MACEs: major adverse cardiovascular events; CHE: catastrophic health expenditure.

本研究基线资料显示,CHE组患者年龄、MACEs发生率以及高中以下学历比例高于非CHE组;然而,农村户口占比在CHE组中却显著更低,这一意外现象可能源于就诊偏倚。城市患者多选择高费用三级医院,绝对自付费用基数较大,更易触发CHE阈值;农村患者因报销低及就医壁垒,重症患者放弃住院或滞留基层,导致样本中农村比例偏低[12,13]。此外,CHE组年龄更大且共病(高血压、肺病、关节炎、MACEs)负担更重,提示疾病严重程度可能是CHE的主要驱动因素,农村户口的负向关联需校正混杂后重新审视。

综上,本研究结果与全球范围内关于MACEs对家庭经济冲击的研究共识相吻合。一项美国研究显示,在无医疗保险的心肌梗死患者中,约80%仅因住院费用即面临CHE,导致家庭经济严重失衡[14]。国内证据亦表明,高血压、脑卒中及冠心病等疾病的个人医疗支出,为中国贫困农村居民带来了沉重的经济负担[15]。在此基础上,本研究将证据拓展至更广泛的MACEs,进一步证实其在导致家庭经济风险方面的普遍性与严重性。MACEs导致CHE的路径可能是多方面的。首先,直接医疗成本高昂。MACEs的急性期治疗(如经皮冠状动脉介入治疗手术、重症监护)及长期二级预防药物(如抗凝药、他汀类药物)均构成持续的经济负担[16,17]。其次,间接与非医疗成本不容忽视。患者可能因残疾或体能下降导致劳动能力丧失,造成家庭收入中断或减少;长期的康复护理、特殊的营养需求以及往返医院的交通住宿费用,也会进一步加剧家庭的经济压力[18]。

本研究存在一些局限性。首先,MACEs与CHE均基于患者的自我报告,而非严格的临床诊断或客观的财务记录。其次,尽管本研究在统计分析中已对多种已知混杂因素进行了校正,但仍可能存在未被测量的混杂变量。此外,由于数据缺失可能导致纳入人群存在选择偏倚,本研究结果的外推性受到一定限制,未来需在更大样本人群中进一步验证。

【参考文献】

[1] 叶欣. 我国老年健康差异解构与健康政策优化策略[J]. 学术论坛, 2025, 48(2): 66-80. DOI: 10.16524/j.45-1002.2025.02.002.

[2] Li X, Mohanty I, Zhai T, *et al*. Catastrophic health expenditure and its association with socioeconomic status in China: evidence from the 2011-2018 China Health and Retirement Longitudinal Study[J]. Int J Equity Health, 2023, 22(1): 194. DOI: 10.1186/s12939-023-02008-z.

[3] Yao X, Wang D, Zhang T, *et al*. Chronic diseases and catastrophic health expenditures in elderly Chinese households: a cohort study[J]. BMC geriatrics, 2025, 25(1): 272. DOI: 10.1186/s12877-025-05692-4.

[4] Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, *et al*. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990-2019: update from the GBD 2019 study[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(25): 2982-3021. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.11.010.

[5] An X, Liu Z, Zhang L, *et al*. Co-occurrence patterns and related risk factors of ischaemic heart disease and ischaemic stroke across 203 countries and territories: a spatial correspondence and systematic analysis[J]. Lancet Glob Health, 2025, 13(5): e808-e819. DOI: 10.1016/S2214-109X(25)00013-0.

[6] Dai D, Fernandes J, Sun X, *et al*. Multimorbidity in atherosclerotic cardiovascular disease and its associations with adverse cardiovascular events and healthcare costs: a real-world evidence study[J]. J Health Econ Outcomes Res, 2024, 11(1): 75-85. DOI: 10.36469/001c.94710.

[7] Birger M, Kaldjian AS, Roth GA, *et al*. Spending on cardiovascular disease and cardiovascular risk factors in the united states: 1996 to 2016[J]. Circulation, 2021, 144(4): 271-282. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.053216.

[8] Slavin SD, Khera R, Zafar SY, *et al*. Financial burden, distress, and toxicity in cardiovascular disease[J]. Am Heart J, 2021, 238: 75-84. DOI: 10.1016/j.ahj.2021.04.011.

[9] 李红艳, 陈志浩, 皇甫慧慧, 等. 大病保险对居民灾难性医疗支出的影响研究[J]. 卫生经济研究, 2025, 42(3): 28-32. DOI: 10.14055/j.cnki.33-1056/f.2025.03.009.

[10] 刘文迪, 徐子涵, 王艳, 等. 城乡居民基本医疗保险对我国居民灾难性卫生支出的影响[J]. 中国公共卫生, 2025, 41(3): 327-332. DOI: 10.11847/zgggws1145226.

[11] 赵敏, 李棋, 任宏强. 内脏脂肪代谢评分纵向变化和累积暴露水平与心血管疾病风险的相关性研究:来自CHARLS队列研究[J]. 心血管病学进展, 2025, 46(9): 857-864. DOI: 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2025.09.019.

[12] 喻月慧, 贺敬芯, 许博. 我国老年慢性病患者门诊服务利用情况、影响因素及城乡差异分析[J]. 医学与社会, 2024, 37(4): 23-29. DOI: 10.13723/j.yxysh.2024.04.004.

[13] 唐林可, 吴有维, 顾花蓉, 等. 我国城乡居民就医行为差异及其影响因素分析[J]. 现代预防医学, 2023, 50(18): 3341-3346. DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202302420.

[14] Khera R, Hong JC, Saxena A, *et al*. Burden of catastrophic health expenditures for acute myocardial infarction and stroke among uninsured in the United States[J]. Circulation, 2018, 137(4): 408-410. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030128.

[15] Wang Q, Liu H, Lu ZX, *et al*. Role of the new rural cooperative medical system in alleviating catastrophic medical payments for hypertension, stroke and coronary heart disease in poor rural areas of China[J]. BMC public health, 2014, 14: 907. DOI: 10.1186/1471-2458-14-907.

[16] Faridi KF, Dayoub EJ, Ross JS, *et al*. Medicare coverage and out-of-pocket costs of quadruple drug therapy for heart failure[J]. J Am Coll Cardiol, 2022, 79(25): 2516-25. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.04.031.

[17] 林云鹏, 孙张辰南, 孙涛. 急性冠状动脉综合征患者血铅水平与冠状动脉病变复杂程度及医疗支出的关联性分析[J]. 心肺血管病杂志, 2026, 45(2): 166-173. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2026.02.006.

[18] Zhang J, Song SH, Zhao Y, *et al*. Economic burden of comorbid chronic conditions among survivors of stroke in China: 10-year longitudinal study[J]. Bmc Health Serv Res, 2021, 21(1): 978. DOI: 10.1186/s12913-021-07010-1.

(编辑:和雨璇)