

1990—2021 年中国归因于高低密度脂蛋白胆固醇的缺血性脑卒中疾病负担分析及预测研究

丁卫, 王高玲, 唐若岩

南京中医药大学卫生经济管理学院, 江苏 南京 210023

摘要:目的 分析 1990—2021 年中国归因于高低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)的缺血性脑卒中疾病负担现状与变化趋势, 结合未来十年预测结果, 为制定中国缺血性脑卒中的防治措施提供参考依据。方法 数据来源于全球疾病负担研究(GBD)2021 数据库, 筛选中国地区、缺血性脑卒中死因及高 LDL-C 风险因素等数据, 采用死亡率与伤残调整生命年(disability-adjusted life year, DALY)率等指标衡量疾病负担, 使用 joinpoint 回归模型对其变化趋势进行系统分析; 运用自回归移动平均(autoregressive intergrated moving average, ARIMA)模型对 2022—2031 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中的标化死亡率和标化 DALY 率进行预测。结果 1990—2021 年, 中国总人群中由高 LDL-C 引起的缺血性脑卒中的标化死亡率和标化 DALY 率整体呈下降趋势, 平均年度变化百分比(AAPC)分别为 $-0.42%$ (95% CI: $-0.66% \sim -0.18%$, $P < 0.05$)、 $-0.46%$ (95% CI: $-0.63% \sim -0.29%$, $P < 0.05$), 且存在明显的性别与年龄差异; ARIMA 模型预测结果显示, 到 2031 年, 中国归因于高 LDL-C 的标化死亡率和 DALY 率将分别降至 15.01/10 万和 319.00/10 万。结论 中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中的疾病负担仍较重, 需重点干预男性及老年人群的 LDL-C 水平, 完善防控策略和制度保障, 以有效缓解缺血性脑卒中的疾病负担。

关键词: 缺血性脑卒中; 高 LDL-C; Joinpoint 回归; ARIMA 模型; 预测分析

中图分类号: R743.3 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)17-3105-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202504479

Analysis and prediction of the disease burden of ischemic stroke attributable to high LDL-C in China from 1990 to 2021

DING Wei, WANG Gao-ling, TANG Ruo-yan

School of Health Economics and Management, Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing, Jiangsu 210023, China

Abstract: **Objective** To analyze the current status and changing trends of ischemic stroke burden attributable to high LDL-C in China from 1990 to 2021. By integrating the prediction results for the next decade, this research offers actionable insights for designing evidence-based interventions targeting ischemic stroke prevention and management in China. **Methods** Data were obtained from the Global Burden of Disease Study (GBD) 2021 database and screened for Chinese regions, causes of ischemic stroke deaths, and high LDL-C risk factors. The disease burden was measured using indicators such as mortality and disability-adjusted life year (DALY) rates, and systematically analyzed the trends using the Joinpoint regression model. The autoregressive moving average (ARIMA) model was employed to predict the standardized mortality and standardized DALY rates of ischemic stroke attributable to high LDL-C in China from 2022 to 2031. **Results** The overall trend of ischemic stroke rates attributable to high LDL-C in the Chinese population was declining between 1990 and 2021, with mean annual percentage changes (AAPC) of $-0.42%$ (95% CI: $-0.66% \sim -0.18%$, $P < 0.05$) and $-0.46%$ (95% CI: $-0.63% \sim -0.29%$, $P < 0.05$), with significant age and sex disparities observed. According to the ARIMA model, China's standardized mortality and DALY rates linked to elevated LDL-C would decline to 15.01 per 100 000 population and 319.00 per 100 000 population, respectively, by 2031. **Conclusion** The disease burden of ischemic stroke attributable to high LDL-C remains substantial in China, and the interventions on LDL-C levels in the priority populations of men and elderly ischemic stroke patients should be reinforced, and prevention and control strategies as well as institutional support should be improved for the purpose of alleviating the disease burden of ischemic stroke more effectively.

Keywords: Ischemic stroke; High LDL-C; Joinpoint regression; ARIMA model; Predictive analysis

基金项目: 江苏省社会科学基金项目(23GLB010)

作者简介: 丁卫(2002—), 女, 硕士在读, 研究方向: 社会医学与卫生事业管理

通信作者: 王高玲, E-mail: 280097@njucm.edu.cn

缺血性脑卒中是由脑动脉阻塞引起的,约占所有脑卒中病例的 80%,具有高发病率、高致残率、高复发率等特点^[1-2]。研究显示,2019 年中国新增脑卒中病例约 394 万例,其中 287 万例为缺血性脑卒中。1990—2019 年,脑卒中及其亚型病例数持续增长,其中缺血性脑卒中的增幅最为显著^[3],给家庭和社会带来沉重的经济和照护负担。

科学评估缺血性脑卒中可归因风险因素导致的疾病负担,有助于推动防控策略的优化与实施。已有研究表明,低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)是心血管疾病的主要危险因素和关键治疗靶点^[4],其良好控制在一定程度上可有效预防缺血性脑卒中的复发^[5]。然而,当前针对中国人群中高 LDL-C 所致缺血性脑卒中疾病负担的长期变化趋势及未来预测的研究仍相对不足^[6-7]。为此,本研究基于 2021 年全球疾病负担研究(GBD 2021)数据,对 1990—2021 年中国因 LDL-C 升高所致的缺血性脑卒中疾病负担及其变化趋势进行了系统评估,并在此基础上预测未来十年的发展态势,为中国防治缺血性脑卒中的措施制定提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 本研究数据来源于 GBD 2021 公开数据库,该数据库估计了 1990—2021 年 204 个国家和地区及其下属 811 个区域按年龄、性别、地区和年份分列的 288 种死因造成的死亡率和寿命损失年^[8],并详细分析了 88 种风险因素的归因负担情况。本研究筛选研究变量如下:地区选择“China”,死亡原因选择“Ischemic stroke”,风险因素选择“High LDL cholesterol”,指标选择“DALYs”“Deaths”,同时,将 25~94 岁人群按 5 岁间隔划分为 14 个年龄组,进行分层分析。

1.2 评价指标 本研究主要采用 GBD 2021 中 1990—2021 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中的死亡人数、死亡率、伤残调整生命年(disability adjusted life years, DALYs)、DALY 率以及 95%不确定性区间(uncertainty interval, UI)等指标,综合评估疾病负担情况。其中, DALYs 是评估疾病负担的综合性指标,反映个体从发病至死亡所损失的健康寿命总年数^[9],包括伤残损失生命年(years of life lost, YLDs)和早死损失生命年(years lived with disability, YLLs),即 $DALYs=YLDs+YLLs$,其数值越高表示疾病负担越重。GBD 2021 将高 LDL-C 定义为血液中 LDL-C 的浓度超过理论最低风险暴露水平,即 1.3 mmol/L^[10]。

1.3 模型与方法

1.3.1 Joinpoint 回归模型 Joinpoint 回归模型主要

用于识别时间序列数据中趋势变化的转折点(joinpoint),通过分段回归分析,将数据划分为若干具有不同斜率的线性区间,以描述变化趋势的显著性和特征,并计算年度变化百分比(annual percent change, APC)、平均年度变化百分比(average annual percent change, AAPC)及相应的 95%置信区间(confidence interval, CI)。趋势变化的统计显著性由 APC 或 AAPC 的 95% CI 判断^[11],模型检验一般采用蒙特卡罗置换法^[12]。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

1.3.2 自回归移动平均 (autoregressive intergrated moving average, ARIMA) 模型 ARIMA 模型在短期预测中具有较高的准确性,能够对具有一定趋势性、周期性或随机波动特征的时间序列数据进行分析和预测,包含自回归阶数(p)、差分阶数(d)和移动平均阶数(q)三个参数^[13-15]。

本研究对原始数据进行差分处理($d=2$),手动选择 $p=0\sim 3$ 与 $q=0\sim 3$ 的组合,共构建 14 个候选模型,并基于赤池信息准则(Akaike information criterion, AIC)和贝叶斯信息准则(Bayesian information criterion, BIC)指标选优,最终通过 Ljung-Box 检验与 ACF/PACF 图判断残差无自相关,确保模型拟合合理。

1.4 统计分析 本研究利用 Excel 2021 整理 1990—2021 年中国由高 LDL-C 导致的缺血性脑卒中疾病负担数据,并按性别和年龄组进行分层,采用死亡率和 DALY 率等指标进行描述性分析;利用 Joinpoint Regression Program 5.2.0 软件构建 joinpoint 回归模型,分析疾病负担的时间变化趋势;采用 R 4.4.2 构建 ARIMA 模型,对 2022—2031 年中国缺血性脑卒中归因于高 LDL-C 的标化死亡率和标化 DALY 率进行预测。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 1990—2021 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中疾病负担变化情况 2021 年,中国因高 LDL-C 导致的缺血性脑卒中的死亡人数为 30.01 万, DALYs 为 685.01 万人年。其中男性死亡 17.05 万, DALYs 为 394.75 万人年;女性死亡 12.95 万例, DALYs 为 290.31 万人年。总人群的粗死亡率和 DALY 率分别为 21.09/10 万和 481.50/10 万,较 1990 年分别上升了 116.53%和 87.65%;而标化死亡率、标化 DALY 率分别为 15.93/10 万、335.59/10 万,较 1990 年分别下降 12.62%、12.98%。对于不同性别组,男性的粗率增长幅度和死亡风险显著高于女性,在年龄标准化率方面,女性的下降幅度更为明显。见表 1。

表 1 1990—2021 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中疾病负担变化情况

Table 1 Changes in ischemic stroke disease burden attributable to high LDL-C in China from 1990 to 2021

指标	组别	1990 年(95% UI)	2021 年(95% UI)	变化率(%)
死亡人数(万)	男性	5.94 (1.85 ~ 10.10)	17.05 (5.51 ~ 29.30)	187.01
	女性	5.52 (1.76 ~ 9.77)	12.95 (3.93 ~ 23.34)	134.60
	合计	11.46 (3.74 ~ 19.74)	30.01 (9.25 ~ 52.75)	161.87
DALYs(万人年)	男性	160.18 (54.18 ~ 237.73)	394.75 (137.93 ~ 662.30)	146.44
	女性	141.69 (51.05 ~ 237.73)	290.31 (98.45 ~ 492.59)	104.89
	合计	301.87 (106.51 ~ 493.89)	685.01 (231.32 ~ 1141.82)	126.92
粗死亡率(/10 万)	男性	9.79 (3.05 ~ 16.65)	23.42 (7.57 ~ 41.06)	139.22
	女性	9.69 (3.10 ~ 17.16)	18.65 (5.66 ~ 33.60)	92.47
	合计	9.74 (3.18 ~ 16.78)	21.09 (6.50 ~ 37.07)	116.53
粗 DALY 率(/10 万)	男性	263.96 (89.28 ~ 430.16)	542.16 (189.44 ~ 909.63)	105.39
	女性	248.74 (89.62 ~ 417.35)	417.93 (141.73 ~ 709.13)	68.02
	合计	256.59 (90.53 ~ 419.81)	481.50 (162.59 ~ 802.54)	87.65
标化死亡率(/10 万)	男性	21.09 (6.22 ~ 37.09)	20.96 (6.72 ~ 37.13)	-0.62
	女性	16.25 (5.05 ~ 29.45)	12.36 (3.73 ~ 22.43)	-23.94
	合计	18.23 (5.52 ~ 33.43)	15.93 (4.83 ~ 28.04)	-12.62
标化 DALY 率(/10 万)	男性	431.69 (136.54 ~ 723.27)	416.30 (143.15 ~ 703.34)	-3.57
	女性	349.05 (121.16 ~ 593.21)	268.95 (91.45 ~ 455.85)	-22.95
	合计	385.65 (129.83 ~ 647.51)	335.59 (112.75 ~ 566.25)	-12.98

2.2 1990—2021 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中疾病负担趋势分析 Joinpoint 回归结果显示, 1990—2021 年, 中国因高 LDL-C 导致的缺血性脑卒中的标化死亡率和 DALY 率随时间变化整体呈下降趋势。总人群标化死亡率的 AAPC 值为 -0.42% ($95\% \text{ CI}:-0.66\% \sim -0.18\%, P<0.05$), 在 2004—2007 年、2010—2015 年和 2015—2021 年呈下降趋势, APC 值分别为 -4.58% 、 -2.18% 、 -0.95% , 但在 1998—2004 年呈上升趋势, APC 值为 2.90% 。总人群标化 DALY 率的 AAPC 值为 -0.46% ($95\% \text{ CI}:-0.63\% \sim -0.29\%, P<0.05$), 在 1990—1998 年、2004—2007 年、2010—2015 年和 2015—2021 年呈下降趋势, APC 值分别为 -0.40% 、 -3.63% 、 -1.61% 、 -0.82% , 但在 1998—2004 年呈上升趋势, APC 值为 2.09% 。

性别分层结果显示, 1990—2021 年中国女性归因于高 LDL-C 的标化死亡率与 DALY 率的下降幅度显著高于男性。在标化死亡率方面, 女性的 AAPC 为 -0.82% ($95\% \text{ CI}:-1.15\% \sim -0.50\%, P<0.05$), 而男性的 AAPC 为 -0.05% ($95\% \text{ CI}:-0.37\% \sim 0.26\%, P>0.05$)。在标化 DALY 率方面, 女性的 AAPC 为 -0.82% ($95\% \text{ CI}:-1.04\% \sim -0.61\%, P<0.05$), 男性的 AAPC 为 -0.15% ($95\% \text{ CI}:-0.39\% \sim 0.09\%, P>0.05$)。见表 2, 图 1、2。

2.3 不同年龄段归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中疾病负担趋势分析 年龄分层结果显示, 1990—2021 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中年龄别死亡率和 DALY 率在多数年龄段呈下降趋势, 其中, 50 ~

54 岁年龄段下降最为显著, 死亡率和 DALY 率的 AAPC 值分别为 -1.63% ($95\% \text{ CI}:-1.84\% \sim -1.42\%, P<0.05$) 与 -1.19% ($95\% \text{ CI}:-1.35\% \sim -1.03\%, P<0.05$), 其次为 55 ~ 59 岁年龄段, AAPC 值分别为 -1.62% ($95\% \text{ CI}:-1.92\% \sim -1.31\%, P<0.05$) 与 -1.14% ($95\% \text{ CI}:-1.38\% \sim -0.91\%, P<0.05$)。相比之下, 85 岁及以上年龄段死亡率和 DALY 率变化不显著, AAPC 值略有上升。见表 3。

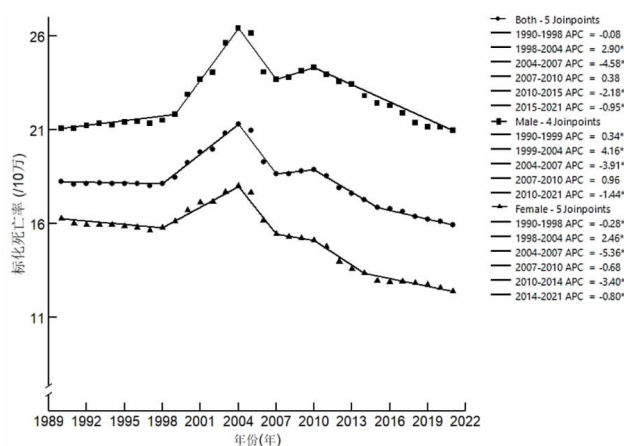


图 1 归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中标准化死亡率 joinpoint 回归结果

Figure 1 Joinpoint regression results for standardized mortality in ischemic stroke attributable to high LDL-C

2.4 2022—2031 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中疾病负担预测 本研究通过 ARIMA 模型对 2022—2031 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒

中标化死亡率与 DALY 率进行了趋势预测, 模型拟合情况见表 4。预测结果显示, 未来十年间, 中国全人群的标化死亡率与标化 DALY 率均呈下降趋势。预计到 2031 年, 中国总人群、男性和女性的标化死亡率分别为 15.01 /10 万、19.29 /10 万、11.04 /10 万, 较

2022 年分别下降 4.82%、7.13%、9.58%; 标化 DALY 率分别为 319.00 /10 万、392.46 /10 万、246.14 /10 万, 较 2022 年分别下降 4.49%、5.04%、8.27%。此外, 预计未来十年内, 男性的标化死亡率与标化 DALY 率将持续高于女性。见图 3。

表 2 归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中标准化死亡率与标化 DALY 率 joinpoint 回归结果

Table 2 Joinpoint regression results of standardized mortality and standardized DALY rate in ischemic stroke attributable to high LDL-C

指标	AAPC(%、95% CI)	t 值	P 值
标化死亡率			
男性	-0.05(-0.37 ~ 0.26)	-0.33	0.739
女性	-0.82*(-1.15 ~ -0.50)	-4.95	<0.001
总人群	-0.42*(-0.66 ~ -0.18)	-3.42	<0.001
标化 DALY 率			
男性	-0.15(-0.39 ~ 0.09)	-1.26	0.209
女性	-0.82*(-1.04 ~ -0.61)	-7.45	<0.001
总人群	-0.46*(-0.63 ~ -0.29)	-5.25	<0.001

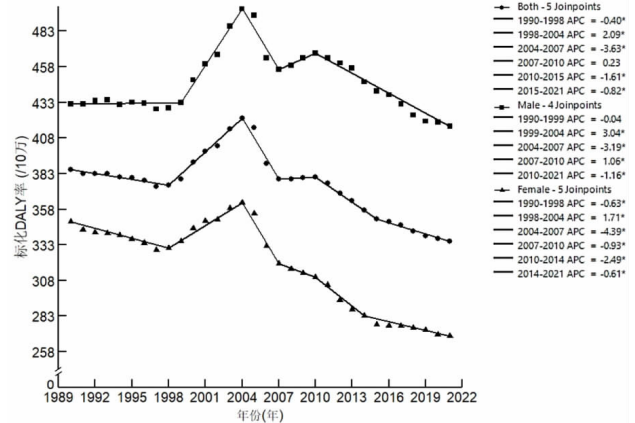


图 2 归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中标准化 DALY 率 joinpoint 回归结果

Figure 2 Joinpoint regression results for standardized DALY rates in ischemic stroke attributable to high LDL-C

表 3 不同年龄段归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中死亡率与 DALY 率变化趋势

Table 3 Trends in ischemic stroke mortality and DALY rates attributable to high LDL-C in different age groups

年龄组(岁)	死亡率			DALY 率		
	AAPC(%、95% CI)	t 值	P 值	AAPC(%、95% CI)	t 值	P 值
25 ~ 29	-0.36(-0.69 ~ -0.03)	-2.11	0.035	-0.29*(-0.45 ~ -0.13)	-3.53	<0.001
30 ~ 34	-0.34(-0.92 ~ 0.25)	-1.14	0.255	-0.18(-0.47 ~ 0.11)	-1.22	0.221
35 ~ 39	-0.59*(-0.98 ~ -0.20)	-2.99	<0.001	-0.28*(-0.51 ~ -0.05)	-2.37	0.018
40 ~ 44	-0.85*(-1.36 ~ -0.35)	-3.30	<0.001	-0.46*(-0.62 ~ -0.29)	-5.34	<0.001
45 ~ 49	-1.25*(-1.75 ~ -0.75)	-4.88	<0.001	-0.77*(-1.16 ~ -0.39)	-3.92	<0.001
50 ~ 54	-1.63*(-1.84 ~ -1.42)	14.84	<0.001	-1.19*(-1.35 ~ -1.03)	14.38	<0.001
55 ~ 59	-1.62*(-1.92 ~ -1.31)	10.33	<0.001	-1.14*(-1.38 ~ -0.91)	-9.49	<0.001
60 ~ 64	-1.10*(-1.30 ~ -0.91)	10.95	<0.001	-0.79*(-0.95 ~ -0.62)	-9.40	<0.001
65 ~ 69	-1.04*(-1.34 ~ -0.74)	-6.77	<0.001	-0.74*(-1.00 ~ -0.48)	-5.59	<0.001
70 ~ 74	-0.74*(-0.90 ~ -0.58)	-9.11	<0.001	-0.52*(-0.66 ~ -0.38)	-7.21	<0.001
75 ~ 79	-0.48*(-0.71 ~ -0.24)	-3.90	<0.001	-0.28*(-0.51 ~ -0.05)	-2.37	0.018
80 ~ 84	-0.02(-0.37 ~ 0.33)	-0.12	<0.001	0.12(-0.18 ~ 0.41)	0.78	0.442
85 ~ 89	0.27(-0.23 ~ 0.77)	1.05	0.295	0.36(-0.10 ~ 0.82)	1.54	0.123
90 ~ 94	0.14(-0.42 ~ 0.70)	0.48	0.631	0.23(-0.30 ~ 0.76)	0.85	0.394

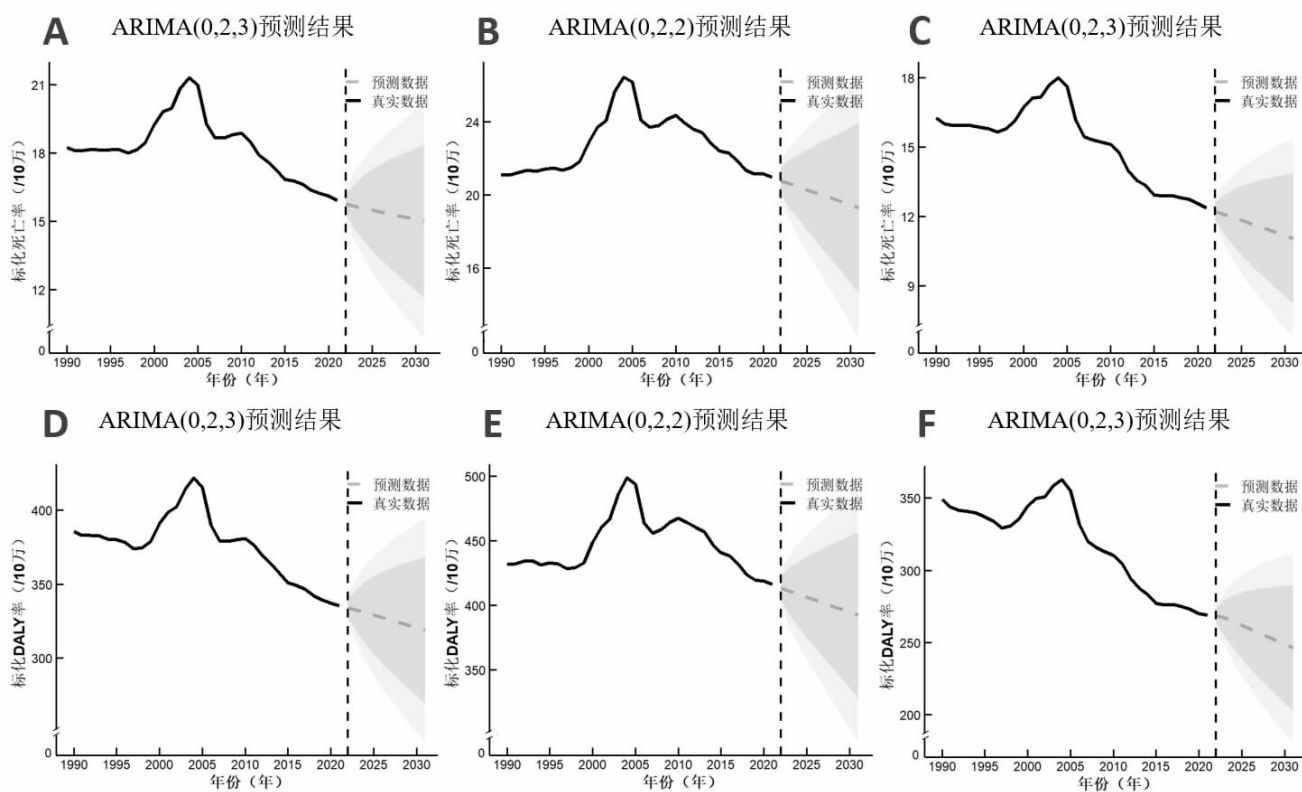
注: * 表示 P<0.05。

表 4 2022—2031 年中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中疾病负担预测模型拟合情况

Table 4 Predictive model fits for ischemic stroke burden of disease attributable to high LDL-C in China from 2022 to 2031

组别	RMSE	MAE	MAPE(%)	MASE	ACF1
标化死亡率					
总人群	0.348 8	0.223 7	1.187 0	0.728 8	-0.037 4
男性	0.531 3	0.305 1	1.289 5	0.757 9	0.057 7
女性	0.288 0	0.190 9	1.237 3	0.681 7	-0.013 1
标化 DALY 率					
总人群	4.920 3	3.133 4	0.812 7	0.649 2	-0.008 0
男性	7.138 1	4.384 0	0.959 9	0.719 5	0.079 3
女性	4.140 4	2.898 6	0.903 5	0.610 9	0.006 6

注: RMSE 均方根误差; MAE 为平均绝对误差; MAPE 为平均绝对百分比误差; MASE 为平均绝对缩放误差; ACF1 为一阶自相关系数。



注: 图 A ~ C 分别为总人群、男性和女性的标准化死亡率预测图; 图 D ~ F 分别为总人群、男性和女性的标准化 DALY 率预测图。

图 3 2022—2031 年中国缺血性卒中归因于高 LDL-C 的疾病负担预测

Figure 3 Projected disease burden of ischemic stroke attributable to high LDL-C in China from 2022 to 2031

3 讨论

相关研究表明,2021 年缺血性脑卒中的全球疾病负担依旧严峻,病例数大幅上升,但年龄标准化患病率、发病率、死亡率和 DALY 率均呈下降趋势^[6]。本研究结果显示,1990—2021 年,中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中的年龄标化率虽有所改善,但总体疾病负担并未明显降低,这可能与中国已进入深度老龄化社会以及庞大的人口基数密切相关。截至 2021 年底,中国 60 岁及以上人口已达 2.67 亿,占全国总人口的 18.9%^[17]。老龄人口规模的增长在一定程度上抵消了年龄标化后带来的疾病负担的下降效益,老龄化趋势对疾病负担的影响愈加显著。此外,GBD Compare 显示,2021 年,高 LDL-C 是中国缺血性脑卒中的第二大可归因风险因素,仅次于高收缩压^[18]。因此,亟需采取有效的防治措施,尽早降低由高 LDL-C 引起的缺血性脑卒中的疾病负担。

本研究发现,性别和年龄是决定缺血性卒中疾病负担的关键因素。在性别层面,女性的标准化死亡率和 DALY 率的下降幅度显著高于男性,提示女性人群在高 LDL-C 控制方面取得了更明显的成效。这一性别差异可能与男性在高 BMI、身体活动缺乏及吸烟行为等风险因素方面的暴露率更高有关^[9],上述因素可通过氧化应激加剧 LDL-C 的致动脉粥样硬化作

用^[20]。鉴于 LDL-C 是可干预的风险因素,通过合理膳食、规律运动、药物干预及行为方式调整等措施,均可有效控制其异常升高的状况^[21]。因此,建议针对男性群体加强健康教育和干预措施,提高其健康意识和行为依从性,从而降低高 LDL-C 所致的疾病负担。

年龄层面上,50~54 岁年龄段的缺血性脑卒中死亡率和 DALY 率下降最为显著。55 岁以后,死亡率和 DALY 率的下降幅度随年龄增长逐渐减小,尤其在 85 岁及以上年龄组中,降幅接近零并出现上升趋势,这与既往研究结果相似^[22]。这一结果表明,对于中年群体,高 LDL-C 的干预措施效果更为明显。随着医学技术的进步,急性缺血性脑卒中的治疗方法得到广泛应用,有效减轻该年龄组的疾病负担。对于老年群体,尤其是 85 岁及以上群体,机体功能随年龄增长而减弱。尽管相关疾病负担未出现显著变化,老年群体因共病发生率较高,其罹患缺血性脑卒中的风险相应上升^[23]。基于此,未来应加强老年群体的健康管理和疾病预防,特别是在高 LDL-C 的早期筛查与干预方面。

与既往研究一致^[24],本研究 ARIMA 模型预测结果显示,未来十年中国因高 LDL-C 导致的缺血性脑卒中的标准化死亡率和 DALY 率将持续下降,至 2031 年分别下降至 15.01/10 万和 319.00/10 万。这一趋势可能与中国在缺血性脑卒中治疗水平上的提升,以

及公众健康意识增强有关。然而,尽管整体负担呈下降趋势,相关疾病负担依然偏高,且在性别层面存在显著差异,男性群体负担尤为突出。这提示应注重中国归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中精准长效防控的制度建设,以实现高风险人群的精准管理与疾病负担的持续缓解。制定中长期行动规划,推动形成多部门协同、多层次联动的长效防控机制;健全高危人群早筛、动态评估及分级管理机制,推动缺血性脑卒中与高 LDL-C 相关疾病的前端治理与早期干预;以医保支付制度改革为切入点,健全相关激励政策机制,扩大预防服务的覆盖范围,提升群众的参与度与依从性。此外,强化基层医疗卫生服务体系的责任主体的制度建设,提升其在健康教育、用药指导和行为干预中的专业能力与服务效能。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Donkor ES. Stroke in the 21st century: a snapshot of the burden, epidemiology, and quality of Life[J]. Stroke Research and Treatment, 2018, 2018(1): 3238165.
- [2] Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, et al. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010 [J]. Lancet, 2014, 383(9913): 245–254.
- [3] Ma QF, Li R, Wang LJ, et al. Temporal trend and attributable risk factors of stroke burden in China, 1990–2019: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Lancet Public Health, 2021, 6(12): e897–e906.
- [4] Du HY, Shi QY, Song PG, et al. Global burden attributable to high Low-Density Lipoprotein-Cholesterol from 1990 to 2019 [J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 903126.
- [5] Cheng AC, Xue J, Wang AX, et al. LDL-C levels and bleeding risk in patients taking DAPT after minor ischemic stroke or TIA[J]. JAMA Neurology, 2024, 81(4): 354–362.
- [6] 郭雨欣,姜俊豪,曹芳,等. 2019 年中国脑卒中性别和年龄别疾病负担及其危险因素 [J]. 中南大学学报: 医学版, 2023, 48(8): 1217–1224.
- Guo YX, Jiang JH, Cao F, et al. Disease burden based on gender and age and risk factors for stroke in China, 2019 [J]. Journal of Central South University (Medical Science), 2023, 48(8): 1217–1224. (In Chinese)
- [7] Deng Z, Li H, Wang J. Temporal trends of the burden of ischemic stroke attributable to high low-density lipoprotein cholesterol in China from 1999 to 2019[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 3003.
- [8] 佚名. GBD 2021 全球主要死因: 缺血性心脏病、COVID-19、中风和慢性阻塞性肺病[J]. 中国卫生政策研究, 2024, 17(4): 37.
- Anonym. GBD 2021 Global leading causes of death: ischemic heart disease, COVID-19, stroke and chronic obstructive pulmonary disease [J]. China Health Policy Research, 2024, 17(4): 37. (In Chinese)
- [9] Tichenor M, Sridhar D. Metric partnerships: global burden of disease estimates within the world bank, the World Health Organisation and the institute for health metrics and evaluation [J]. Wellcome Open Res, 2019, 4: 35.
- [10] GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Lancet, 2020, 396(10258): 1223–1249.
- [11] 张记收,王梦龙,刘剑芳,等. 基于 2019 年全球疾病负担研究数据分析 1990–2019 年中国高血压心脏病疾病负担变化趋势 [J]. 中华高血压杂志, 2023, 31(2): 141–149.
- Zhang JS, Wang ML, Liu JF, et al. The 1990–2019 trends in the burden of hypertensive heart disease in China based on data from the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Chinese Journal of Hypertension, 2023, 31(2): 141–149. (In Chinese)
- [12] Clegg LX, Hankey BF, Tiwari R, et al. Estimating average annual percent change in trend analysis [J]. Medicine Statistics, 2009, 28(29): 3670–3682.
- [13] 张奥南,呼和涛力,王龙庚,等. 基于机器学习预测城市餐厨垃圾产排特征分析 – 以常州市为例[J/OL]. 环境工程学报: 1–18 [2025–07–03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5591.X.20250303.1336.006.html>.
- Zhang AN, Hu HTL, Wang LG, et al. Characterization of urban food waste production and discharge based on machine learning in Changzhou City [J/OL]. Journal of Environmental Engineering: 1–18 [2025–07–03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5591.X.20250303.1336.006.html>. (In Chinese)
- [14] 卫乾,杜秋明,马凯蒂,等. 面向虚拟巡检的数字孪生可视分析系统[J]. 电气时代, 2024, (8): 30–35.
- Wei Q, Du QM, Ma KD, et al. A digital twin visual analysis system for virtual inspection[J]. Electric Age, 2024, (8): 30–35. (In Chinese)
- [15] 刘今,孙进,孙明丽,等. 基于组合模型的手足口病发病趋势预测[J]. 中国卫生统计, 2023, 40(6): 892–896.
- Liu J, Sun J, Sun ML, et al. Prediction of hand-foot-mouth disease incidence trend based on combinatorial model[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2023, 40(6): 892–896. (In Chinese)
- [16] Li XY, Kong XM, Yang CH, et al. Global, regional, and National burden of ischemic stroke, 1990–2021: an analysis of data from the global burden of disease study 2021 [J]. EClinicalMedicine, 2024, 75: 102758.
- [17] 刘俊生,武勇杰,原悦. 人口老龄化、公共支出与生态可持续 [J]. 经济问题, 2023(4): 37–44.
- Liu JS, Wu YJ, Yuan Y. Population aging, public expenditure and ecological sustainability[J]. On Economic Problems, 2023(4): 37–44. (In Chinese)
- [18] Anonym. GBD compare [EB/OL]. [2025–06–25]. <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>.
- [19] 傅晏红,徐婷玲,饶蓁蓁,等. 危险因素控制场景下 2030 年中国糖尿病疾病负担预测研究[J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44(4): 581–586.
- Fu YH, Xu TL, Rao ZZ, et al. Forecasting the burden of disease from diabetes under the scenarios of specific risk factors control in China in 2030[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2023, 44(4): 581–586. (In Chinese)
- [20] Mewborn E, Stanfill A. Oxidative stress underpins clinical, social, and genetic risk factors for atherosclerotic cardiovascular disease[J]. Clinical Medicine Insights. Cardiology, 2023, 17:

- exposure to solar ultraviolet radiation for 183 countries, 2000–2019: A systematic analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury [J]. *Environment International*, 2023, 181: 108226.
- [13] Li HD, Colantonio S, Dawson A, et al. Sunscreen application, safety, and sun protection: the evidence [J]. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, 2019, 23(4): 357–369.
- [14] An S, Kim K, Moon S, et al. Indoor tanning and the risk of overall and early-onset melanoma and non-melanoma skin cancer: systematic review and Meta-Analysis [J]. *Cancers*, 2021, 13 (23): 5940.
- [15] 蔚丽杰. 城镇化对环境污染的影响研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2024.
- Wei LJ. Research on the impact of urbanization on environmental pollution[D]. Jinan: Shandong Normal University, 2024.(In Chinese)
- [16] 王延赏, 顾钿钿, 初海超, 等. 环境状况对我国城乡居民健康水平影响[J]. *中国公共卫生*, 2020, 36(9): 1264–1267.
- Wang YS, Gu DD, Chu HC, et al. Effect of environmental condition on health of urban and rural residents in China[J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2020, 36(9): 1264–1267.(In Chinese)
- [17] 李先军, 杨梅. 中国乡村工业百年发展历程: 成就、经验与未来 [J]. *齐鲁学刊*, 2021(6): 110–124.
- Li XJ, Yang M. Development of China's rural industry in 100 years —achievements, experience and future [J]. *Qilu Journal*, 2021(6): 110–124.(In Chinese)
- [18] Temoshok L, DiClemente RJ, Sweet DM, et al. Prognostic and psychosocial factors related to delay behavior in patients with cutaneous malignant melanoma[J]. *Progress in Clinical and Biological Research*, 1984, 156: 169–179.
- [19] Buster KJ, You ZY, Fouad M, et al. Skin cancer risk perceptions: a comparison across ethnicity, age, education, gender, and income[J]. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2012, 66 (5): 771–779.
- [20] 中华医学会皮肤性病学分会皮肤肿瘤研究中心, 中国医师协会皮肤科医师分会皮肤肿瘤学组. 皮肤鳞状细胞癌诊疗专家共识(2021)[J]. *中华皮肤科杂志*, 2021, 54(8): 653–664.
- Skin Tumor Research Center, Chinese Society of Dermatology, Subcommittee on Skin Tumor, China Dermatologist Association. Consensus on diagnosis and treatment of cutaneous squamous cell carcinoma (2021)[J]. *Chinese Journal of Dermatology*, 2021, 54(8): 653–664.(In Chinese)
- [21] 李朝婷, 李雪慧, 禹心郭. 中国女性青年就业趋势、挑战与应对 [J]. *当代经济管理*, 2025, 47(5): 73–85.
- Li CT, Li XH, Yu XG. Trends, challenges and responses of female youth employment in China [J]. *Contemporary Economic Management*, 2025, 47(5): 73–85.(In Chinese)
- [22] 高倩, 王芳, 刘扬. 辽宁省农村地区居民日光紫外线知信行的调查[J]. *实用预防医学*, 2016, 23(2): 133–136.
- Gao Q, Wang F, Liu Y. Knowledge, attitude and practice about solar ultraviolet radiation among rural residents in Liaoning Province[J]. *Practical Preventive Medicine*, 2016, 23(2): 133–136.(In Chinese)
- [23] Livingston PM, White V, Hayman J, et al. Australian adolescents' sun protection behavior: who are we kidding? [J]. *Preventive Medicine*, 2007, 44(6): 508–512.
- [24] Suppa M, Cazzaniga S, Fargnoli MC, et al. Knowledge, perceptions and behaviours about skin cancer and sun protection among secondary school students from Central Italy [J]. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 2013, 27(5): 571–579.
- [25] Nikolaou V, Stratigos AJ, Antoniou C, et al. Sun exposure behavior and protection practices in a Mediterranean population: a questionnaire-based study [J]. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 2009, 25(3): 132–137.
- [26] 田燕, 王学民, 赖维, 等. 北京和上海部分人群对紫外线的认知和防护[J]. *临床皮肤科杂志*, 2009, 38(6): 345–348.
- Tian Y, Wang XM, Lai W, et al. Awareness and protection of ultraviolet irradiation among People in Beijing and Shanghai [J]. *Journal of Clinical Dermatology*, 2009, 38 (6): 345–348.(In Chinese)

收稿日期: 2025–05–13

(上接第 3110 页)

11795468231170779.

- [21] 中国血脂管理指南修订联合专家委员会. 中国血脂管理指南 (基层版 2024 年) [J]. *中华心血管病杂志*, 2024, 52(4): 330–337.
- Joint Expert Committee on Revision of Chinese Lipid Management Guidelines. Chinese guideline for lipid management (primary care version 2024) [J]. *Chinese Journal of Cardiology*, 2024, 52 (4): 330–337.(In Chinese)
- [22] Cao JH, Eshak ES, Liu KY, et al. Age-Period-Cohort analysis of stroke mortality attributable to high Sodium intake in China and Japan[J]. *Stroke*, 2019, 50(7): 1648–1654.
- [23] 覃心如, 邹伟, 王穆. 中国居民 1990—2019 年缺血性脑卒中发病和死亡趋势年龄-时期-队列分析 [J]. *中国公共卫生*, 2023, 39(8): 1024–1031.
- Qin XR, Zou W, Wang M. Incidence and mortality of ischemic stroke in China, 1990 – 2019: an age-period-cohort analysis [J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2023, 39(8): 1024–1031.(In Chinese)
- [24] 王仕鸿, 赖凤霞, 张之怡, 等. 2020–2040 年中国缺血性脑卒中流行趋势预测[J]. *中国神经免疫学和神经病学杂志*, 2024, 31(6): 459–467.
- Wang SH, Lai FX, Zhang ZY, et al. Prediction of the epidemic trend of ischemic stroke in China from 2020 to 2040[J]. *Chinese Journal of Neuroimmunology and Neurology*, 2024, 31 (6): 459–467. (In Chinese)

收稿日期: 2025–04–28