·论著·一次研究·

1990—2021年中国归因于高低密度脂蛋白胆固醇的心血管疾病负担及趋势预测

阿力木·卡特尔[1]，沙吉旦·阿不都热衣木[2]，迪丽达尔·希力甫[3]

1. 新疆医科大学第一附属医院老年医学科（乌鲁木齐 830011）
2. 新疆医科大学第一附属医院综合内三科（乌鲁木齐 830011）
3. 新疆医科大学第一附属医院心脏重症监护室（乌鲁木齐 830011）

【摘要】目的 分析 1990—2021 年中国归因于高低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）的心血管疾病（CVD）负担变化趋势并进行预测分析。**方法** 基于2021年全球疾病负担研究数据库，采用 Joinpoint 回归分析归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病变化趋势，年龄－时期－队列模型探讨年龄、时期、队列效应。ARIMA 模型预测 2022—2031 年归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担趋势。**结果** 2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 伤残调整寿命年（DALY）为 1 840.77 万人年，死亡人数为 83.28 万人。1990—2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 的年龄标准化 DALY 率（ASDR）无明显变化趋势 [AAPC=-0.15%，95%CI（-0.35%，0.05%）]，缺血性心脏病 ASDR 无明显变化趋势 [AAPC=0.06%，95%CI（-0.18%，0.30%）]，缺血性脑卒中 ASDR 呈下降趋势 [AAPC=-0.46%，95%CI（-0.63%，-0.29%）]。1990—2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 的年龄标准化死亡率（ASMR）无明显变化趋势 [AAPC=0.11%，95%CI（-0.19%，0.42%）]，缺血性心脏病 ASMR 呈上升趋势 [AAPC=0.47%，95%CI（0.18%，0.76%）]，缺血性脑卒中 ASMR 呈下降趋势 [AAPC=-0.42%，95%CI（-0.66%，-0.18%）]。2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担随年龄增长呈指数上升趋势；男性疾病负担高于女性。年龄效应显示，归因于高 LDL-C 的 CVD、缺血性心脏病、缺血性脑卒中 DALY 率和死亡率随年龄增长而上升。时期效应显示，归因于高 LDL-C 的 CVD、缺血性心脏病、缺血性脑卒中 DALY 风险与死亡风险均呈现先上升后下降的趋势。队列效应显示，出生越晚的队列其 DALY 风险与死亡风险越低。ARIMA 模型预测显示，2022—2031 年归因于高 LDL-C 的 CVD 整体负担上升，但缺血性脑卒中负担下降。**结论** 1990—2021 年中国归因于高 LDL-C 的 CVD 整体疾病负担无明显变化趋势，而缺血性心脏病、缺血性脑卒中亚组疾病负担变化趋势存在差异，CVD 疾病负担随年龄增长而加重，男性疾病负担高于女性。ARIMA 预测模型显示，2022—2031 年归因于高 LDL-C 的 CVD 整体疾病负担上升，主要由缺血性心脏病驱动，而缺血性脑卒中负担持续下降。

【关键词】心血管疾病；低密度脂蛋白胆固醇；缺血性脑卒中；缺血性心脏病；疾病负担；危险因素；预测

【中图分类号】R541 **【文献标识码】**A

Cardiovascular disease burden attributed to high low-density lipoprotein cholesterol in China from 1990 to 2021 and trend prediction

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202502021

基金项目：新疆维吾尔自治区卫生健康保健科研专项项目（BL202615）；“天山英才”医药卫生高层次人才培养项目（TSYC202301B075）

通信作者：迪丽达尔·希力甫，博士，副教授，主任医师，Email：dildar444@aliyun.com

沙吉旦·阿不都热衣木，博士，副教授，主任医师，硕士研究生导师，Email：sjd717717@163.com

ALIMU·Kateer[1], SHAJIDAN·Abudureyimu[2], DILIDAER·Xilifu[3]

1. Department of Geriatrics, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China

2. The Third General Internal Medicine Ward, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China

3. Department of Cardiac Intensive Care Unit, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China

Corresponding authors: DILIDAER·Xilifu, Email: dildar444@aliyun.com; SHAJIDAN·Abudureyimu, Email: sjd717717@163.com

【Abstract】Objective To analyze and predict the changing trends of cardiovascular disease (CVD) burden attributable to high low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) in China from 1990 to 2021. Methods Based on the Global Burden of Disease 2021 database, Joinpoint regression analysis was used to analyze the changing trends of CVD attributable to high LDL-C. An age-period-cohort model was used to explore the effects of age, period, and cohort. An ARIMA model was used to predict the CVD burden trend attributable to high LDL-C from 2022 to 2031. Results In 2021, the disability-adjusted life year (DALY) of CVD attributable to high LDL-C was 18,407,700 person-years, with 832,800 deaths. From 1990 to 2021, there was no significant trend in the age-standardized DALYs rate (ASDR) of CVD attributable to high LDL-C [AAPC=-0.15%, 95%CI (-0.35%, 0.05%)]. There was no significant trend in ASDR in the ischemic heart disease subgroup [AAPC=0.06%, 95%CI (-0.18%, 0.30%)]. The ASDR in the ischemic stroke subgroup showed a decreasing trend [AAPC=-0.46%, 95%CI (-0.63%, -0.29%)]. Age-standardized mortality rate (ASMR) attributable to high LDL-C CVD showed no clear trend from 1990 to 2021 [AAPC=0.11%, 95%CI (-0.19%, 0.42%)]. The ASMR in the ischemic heart disease subgroup showed an increasing trend [AAPC=0.47%, 95%CI (0.18%, 0.76%)], while the ASMR in the ischemic stroke subgroup showed a decreasing trend [AAPC=-0.42%, 95%CI (-0.66%, -0.18%)]. In 2021, the CVD burden attributable to high LDL-C increased exponentially with age. The disease burden was higher in men than in women. The age effect showed that the rates of DALYs and mortality from CVD attributable to high LDL-C, ischemic heart disease, and ischemic stroke, increased with age. The period effect showed that the risks of DALYs and mortality from CVD, ischemic heart disease, and ischemic stroke attributable to high LDL-C all initially increased and then decreased. The cohort effect showed that later birth cohorts had lower risks of DALYs and mortality. The ARIMA model predicts that the overall CVD burden attributable to high LDL-C will increase from 2022 to 2031, but that of ischemic stroke will decrease. Conclusion From 1990 to 2021, the overall CVD disease burden attributable to high LDL-C in China showed no significant trend, while the disease burden trends differed between ischemic heart disease and ischemic stroke subgroups. The burden increased with age, and the disease burden was higher in males than in females. The ARIMA model predicts that from 2022 to 2031, the overall CVD disease burden attributable to high LDL-C will increase, mainly driven by ischemic heart disease, while the ischemic stroke burden will continue to decline.

【Keywords】Cardiovascular disease; Low-density lipoprotein cholesterol; Ischemic stroke; Ischemic heart disease; Disease burden; Risk factors; Prediction

心血管疾病（cardiovascular disease，CVD）是全球范围内导致死亡和残疾的首要原因，也是我国居民健康的主要威胁之一。中国现存 3.3 亿 CVD 患者，2023 年以 CVD 为主要诊断的住院总费用高达 2 834.3 亿元[1–2]。近年来，随着人口老龄化、生活方式改变及代谢危险因素的增加，CVD 的疾病负担持续加重，代谢相关危险因素已成为 CVD 的主要驱动因素[3]。高水平低密度脂蛋白胆固醇（low–density lipoprotein cholesterol，LDL–C）作为 CVD 的重要可调控危险因素，其与缺血性心脏病和缺血性脑卒中的发生发展密切相关[4–5]。2021 年，归因于高 LDL–C 的伤残调整

寿命年（disability-adjusted life years，DALY）位居全球疾病负担危险因素第七名[6]。《中国血脂管理指南（2023 年）》[7] 显示，我国成人血脂异常发病率达 35.6%，而知晓率却不足 20%，早期干预能极大地降低 CVD 疾病负担。目前，我国大多数研究聚焦于 CVD 的总负担或其传统危险因素，但归因高 LDL-C 的 CVD 疾病负担的长期趋势、年龄 - 时期 - 队列效应及未来预测的系统分析仍较为有限。因此，系统分析 1990—2021 年我国归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担变化趋势，并预测其未来演变，对优化 CVD 防控策略、降低疾病负担具有重要意义。

1 资料与方法

1.1 数据来源

基于 2021 年全球疾病负担研究（the Global Burden of Disease，GBD 2021）数据库[8]，通过 GBD 官方网站（http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool）的在线工具查询以下指标[9]，包括 DALY、死亡人数及其 95% 不确定区间（uncertainty interval，UI）、年龄标准化 DALY 率（age-standardized DALY rate，ASDR）、年龄标准化死亡率（age-standardized mortality rate，ASMR）。CVD 包括缺血性心脏病和缺血性脑卒中亚组疾病，其中缺血性心脏病 ICD-10 编码为 I20-I25[10]，缺血性脑卒中 ICD-10 编码为 G45-G46.8、I63-I63.9、I65-I66.9、I67.2-I67.848、I69.3-I69.4[11]。高 LDL-C 定义为 LDL-C ＞ 1.3 mmol/L 或 50 mg/dL[12]。

1.2 统计学分析

本研究采用 Joinpoint 5.0.2 计算 ASDR、ASMR 的年度变化百分比（annual percentage change，APC）和平均年度变化百分比（average annual percentage change，AAPC）及其 95% 可信区间（confidence interval，CI），Joinpoint 模型根据疾病的时间分布建立分段回归，通过识别模型拐点将研究时间分割成不同区段，并对每个区段进行趋势拟合和优化，以描述疾病特异性的变化特征，模型公式为[13]：

$$E(y|x)=\beta_0+\beta_{1x}+\delta_1(x-\tau_1)^+ +\cdots+\delta_k(x-\tau_k)^+$$

其中 x 表示年份（1990—2021 年）；y 表示归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担指标；β_0、β_1、δ 是各个分段函数的回归系数；τ 表示转折点；k 代表连接点的个数，$^+$ 表示当 $x-\tau_k$ 大于 0 时，$(x-\tau_k)^+=x-\tau_k$，若不满足条件 $(x-\tau_k)^+$ 则被赋值为 0。若 APC ＞ 0，表示该区段内指标上升，反之则下降；若 AAPC ＞ 0，表示该指标逐年递增，反之则递减。若 APC 或 AAPC 的 95%CI 包含 0，则说明变化趋势无统计学意义。

利用美国国家癌症研究所（NCI）网站提供的年龄 - 时期 - 队列模型分型工具（https://analysistools.cancer.gov/apc/）分析疾病负担随年龄、时期和出生队列的变化趋势。从 1992 年开始，5 年为一间隔，到 2021 年截止，为 6 段，拟采用中位数年份 1994 年、1999 年、2004 年、2009 年、2014 年、2019 年六个时间点分别代表 1992—1996 年、1997—2001 年、2002—2006 年、2007—2011 年、2012—2016 年、2017—2021 年。出生队列由时期减去年龄得到，划分为 20 个出生队列（1897—1901 年至 1987—1992 年）[14]。采用 R 软件“forecast”包构建自回归移动平均（auto regressive integrated moving average，ARIMA）模型预测未来 2022—2031 年中国归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担情况，采用 Ljung-Box 检验对模型残差进行白噪声检验，依据贝叶斯信息准则（Bayesian information criterion，BIC）和均方根误差（root mean square error，RMSE）最小为原则选出最优模型，运用 ggplot2 包绘制图形。以 P ＜ 0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 1992—2021年中国归因于高LDL-C的CVD疾病负担

2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 的 DALY 为 1 840.77 万人年，较 1990 年增加 132.86%，ASDR 为 920.69/10 万人年，较 1990 年降低 3.48%。其中，缺血性心脏病亚组 DALY 为 1 155.71 万人年，较 1990 年增加 136.52%，ASDR 为 585.10/10 万人年，较 1990 年增加 2.97%；缺血性脑卒中亚组 DALY 为 685.05 万人年，较 1990 年增加 126.94%，ASDR 为 335.59/10 万人年，较 1990 年降低 12.98%（表 1）。

2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 死亡人数为 83.28 万人，较 1990 年增加 194.38%，ASMR 为 44.97/10 万，较 1990 年增加 4.34%。其中，缺血性心脏病亚组死亡人数为 53.28 万例，较 1990

表1 1990与2021年中国归因于高LDL-C的CVD疾病负担（95%UI）
Table 1. CVD disease burden attributed to high LDL-C in China in 1990 and 2021（95%UI）

疾病	年份	DALY（万人年）	ASDR（1/10万人年）	死亡数（万人）	ASMR（1/10万）
CVD	1990	790.50（444.24，1 114.23）	953.85（511.60，1 397.48）	28.29（14.81，42.08）	43.10（21.29，67.60）
	2021	1 840.77（1 026.80，2 710.67）	920.69（511.71，1 359.77）	83.28（42.40，128.92）	44.97（23.22，69.89）
缺血性心脏病	1990	488.63（334.90，627.47）	568.20（375.78，748.75）	16.83（11.04，22.39）	24.87（15.69，34.43）
	2021	1 155.71（751.44，1 589.90）	585.10（377.57，805.62）	53.28（32.88，76.08）	29.04（18.00，42.02）
缺血性脑卒中	1990	301.86（106.50，493.88）	385.65（129.83，647.51）	11.45（3.73，19.73）	18.23（5.52，33.43）
	2021	685.05（231.32，1 141.81）	335.59（112.75，566.25）	30.00（9.25，52.74）	15.93（4.83，28.08）

注：DALY.伤残调整寿命年；ASDR.年龄标准化DALY率；ASMR.年龄标准化死亡率。

年增加 216.58%，ASMR 为 29.04/10 万，较 1990 年增加 16.77%；缺血性脑卒中亚组死亡人数为 30.00 万例，较 1990 年增加 162.01%，ASMR 为 15.93/10 万，较 1990 年降低 12.62%（表 1）。

1990—2021 年归因于高LDL-C的CVD的 ASDR 无明显变化趋势 [AAPC=-0.15%, 95%CI（-0.35%, 0.05%）]。其中，缺血性心脏病亚组的 ASDR 无明显变化趋势 [AAPC=0.06%, 95%CI（-0.18%, 0.30%）]；缺血性脑卒中亚组的ASDR 呈下降趋势[AAPC=-0.46%, 95%CI（-0.63%, -0.29%）], 2004—2007年下降幅度最大[APC=-3.63%, 95%CI(-4.78%, -2.48%)], 见图 1-A 至 1-C。

1990—2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 的 ASMR 无明显变化趋势[AAPC=0.11%，95%CI（-0.19%，0.42%）]。其中，缺血性心脏病亚组的 ASMR 呈上升趋势 [AAPC=0.47%，95%CI（0.18%，0.76%）]，1998—2004 年增加幅度最大 [APC=4.88%，95%CI（4.33%，5.43%）]；缺血性脑卒中亚组的 ASMR 呈下降趋势 [AAPC=-0.42%，95%CI（-0.66%，-0.18%）]，2004—2007 年下降幅度最大[APC=-4.58%，95%CI（-6.18%，-2.96%）]，见图 1-D 至 1-F。

2.2 不同年龄和性别疾病负担分析

2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担表现出显著的年龄依赖性，DALY 率、死亡率均随年龄增长呈增长趋势。年龄＜40 岁人群疾病负担处于极低水平，40~64 岁人群疾病负担开始显著攀升，≥ 65 岁人群疾病负担达到峰值（图2）。

性别亚组分析显示，2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担存在明显性别差异。性别差异在 45~64 岁人群中最为突出，男性 DALY 率与死亡率均高于同龄女性；在 75 岁及以上人群中，性别差异逐渐缩小或趋于一致（图 2）。

2.3 年龄-时期-队列效应分析

2.3.1 年龄效应

纵向年龄曲线显示，归因于高 LDL-C 的 CVD、缺血性心脏病、缺血性脑卒中的疾病负担（DALY 率和死亡率）随年龄增长呈显著上升趋势。从青年期（25~30 岁）开始，疾病负担逐渐增加，进入中年后（40~50 岁）增速加快，并在老年阶段达到峰值，整体呈现“J 型”增长模式，高 LDL-C 相关 CVD 负担在老年人群中尤为突出（附件图 1）。

2.3.2 时期效应

归因于高 LDL-C 的 CVD、缺血性心脏病、缺血性脑卒中的疾病负担（DALY 和死亡风险）时期变化呈现先升后降的趋势。以 2002—2006 年为参照组（RR=1），归因于高 LDL-C 的 CVD、缺血性脑卒中 RR 值在 1992 年至 2004 年期间逐步上升，并于 2004 年达到峰值，此后呈下降趋势。归因于高 LDL-C 的缺血性心脏病的疾病负担（DALY 和死亡）RR 值在 1992 年至 2009 年期间逐步上升，并于 2009 年达到峰值，此后呈下降趋势（附件图 1）。

2.3.3 队列效应

归因于高 LDL-C 的 CVD、缺血性心脏病的疾病负担（DALY 和死亡风险）的队列效应呈先升后降的倒“U”型模式。以 1940—1944 年出生队列为参照组（RR=1），对于较早的出生队列（1897—1936 年前后），其队列 RR 值随出生年份推移而快速上升，并在 1940 年前后出生的队列中达到峰值（RR ＞ 1.0）；对于 1940 年以后出生的更晚队列，其 RR 值呈现持续且平缓的下降趋势。归因于高 LDL-C 的缺血性脑卒中的疾病负担（DALY 和死亡风险）的队列效应整体表现为高位波动后下降的趋势。在早期出生的队列中，

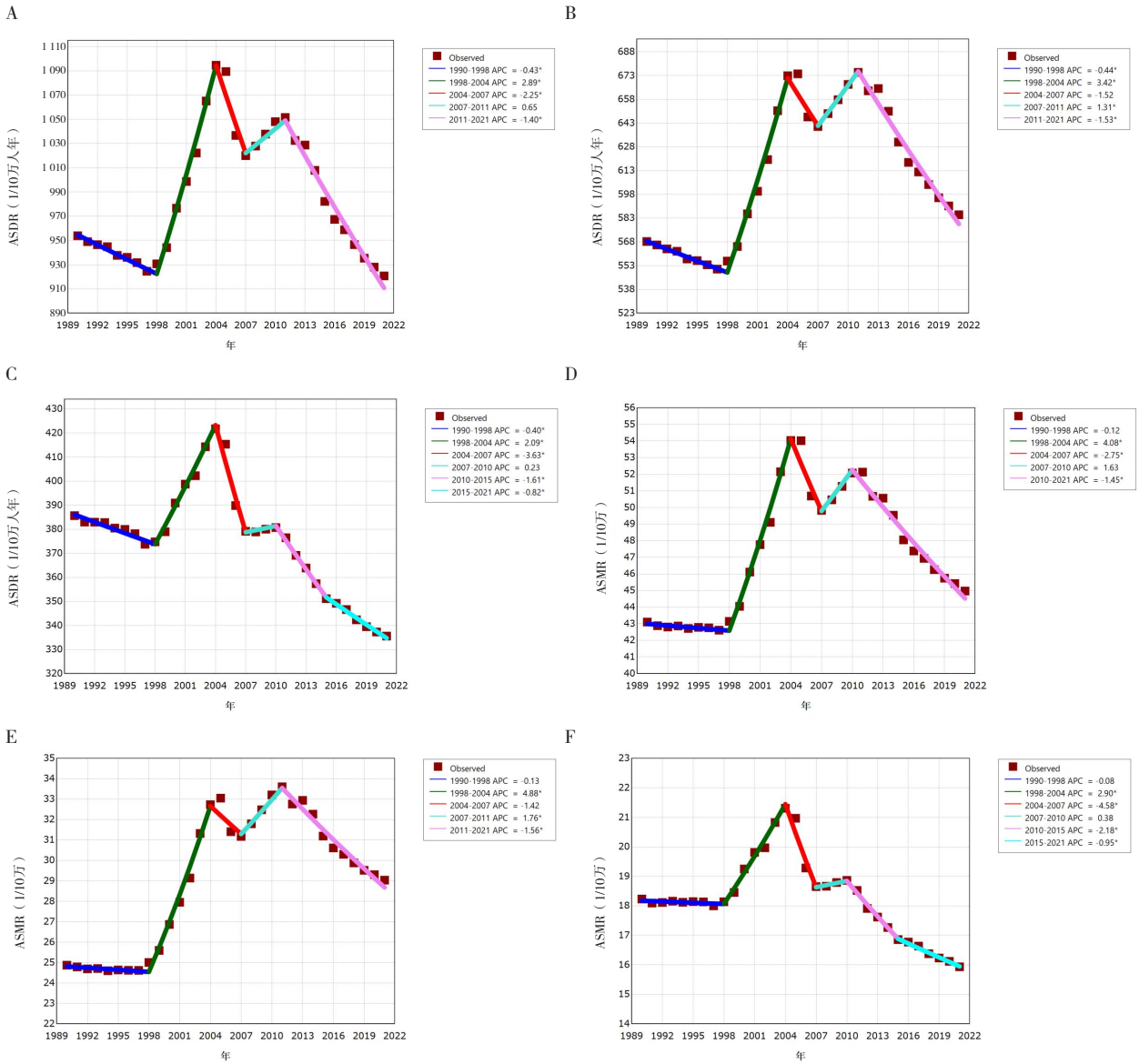

图1 1990—2021年中国归因于高LDL-C的CVD的Joinpoint回归

Figure 1. Joinpoint regression of CVD attributed to high LDL-C in China from 1990 to 2021

注：A.归因于高LDL-C的CVD的ASDR；B.归因于高LDL-C的缺血性心脏病ASDR；C.归因于高LDL-C的缺血性脑卒中ASDR；D.归因于高LDL-C的CVD的ASMR；E.归因于高LDL-C的缺血性心脏病ASMR；F.归因于高LDL-C的缺血性脑卒中ASMR；*表示对应时期的ASRD或ASMR变化具有统计学意义（P<0.05）。

队列 RR 值处于较高水平；随着出生年份推移，RR 值在经历一段时期的波动后，1960 年之后出生的队列呈现先下降后上升趋势（附件图 1）。

2.3.4 局部漂移

归因于高 LDL-C 的 CVD、缺血性心脏病、缺血性脑卒中的局部漂移值随队列推移呈先下降后上升趋势。在晚出生的近队列中（0~60 岁），局部漂移值下降，提示年龄相对较轻人群在其生命周期中，随年龄增长的疾病负担在显著减弱甚至转为下降。对于较早出生的队列（＞60 岁），局部漂移值上升且随年龄增长呈逐渐增长趋势，表明其疾病负担累积增加（附件图 1）。

2.4 2022—2031年疾病负担趋势预测

对 1990—2021 年时间序列进行平稳性检验，运用 ARIMA 模型中的自动预测实现模型最优指数的自动选取，进一步对模型的残差做 Ljung-Box 检验显示，残差为白噪声序列（均 P ＞ 0.05），拟合最佳预测 ARIMA 模型（表 2）。模型预测显示 2022 年—2031 年归因于高 LDL-C 的 CVD 的 ASDR、ASMR 呈上升趋势，缺血性心脏病 ASDR、ASMR 呈稳定趋势，缺血性脑卒中 ASDR、ASMR 呈下降趋势（附件图 2）。

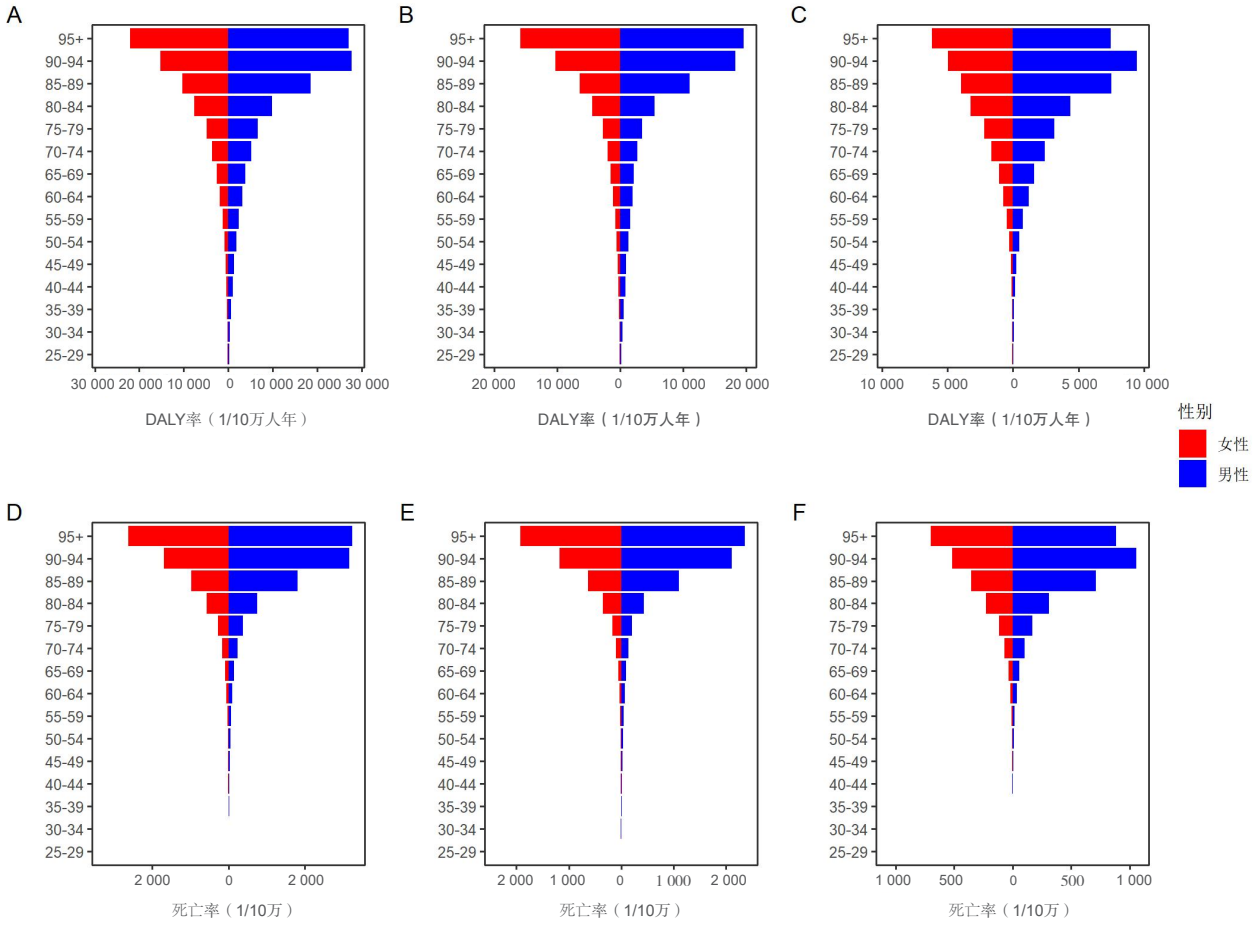

图2 2021年归因于高LDL-C的CVD疾病负担年龄、性别亚组分析

Figure 2. Age and gender subgroup analysis of CVD disease burden attributed to high LDL-C in 2021

注：A.归因于高LDL-C的CVD的DALY率；B.归因于高LDL-C的缺血性心脏病的DALY率；C.归因于高LDL-C的缺血性脑卒中的DALY率；D.归因于高LDL-C的CVD死亡率；E.归因于高LDL-C的缺血性心脏病死亡率；F.归因于高LDL-C的缺血性脑卒中死亡率。

表2 2022—2031年中国归因于高LDL-C心血管疾病预测模型指标

Table 2. Indicators of cardiovascular disease prediction models attributed to high LDL-C in China from 2022 to 2031

预测模型	ASDR			ASMR		
	CVD	缺血性心脏病	缺血性脑卒中	CVD	缺血性心脏病	缺血性脑卒中
拟合最优模型（p,d,q）	ARIMA（2,0,0）	ARIMA（1,1,0）	ARIMA（0,1,1）	ARIMA（1,1,0）	ARIMA（1,1,0）	ARIMA（0,1,1）
AIC	268.390	231.750	195.630	89.970	61.770	30.880
BIC	274.250	234.620	198.500	92.840	64.630	33.740
RMSE	13.457	9.303	5.181	0.947	0.600	0.364
Ljung-Box检验	0.267	0.331	0.375	0.329	0.497	0.420

3 讨论

本研究结果显示，1990—2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 整体疾病负担无明显变化趋势，其中缺血性心脏病 ASMR 呈上升趋势，而缺血性脑卒中 ASDR、ASMR 则呈下降趋势。随着医疗技术进步、新型降脂药物应用、“互联网+ 医疗”模式普及以及居民对疾病认知提升，缺血性脑卒中在防控方面取得一定进展[15]。尽管如此，归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担（DALY 与死亡人数）仍呈上升趋势，血脂管理仍面临挑战。高 LDL-C 水平与缺血性心脏病和缺血性脑卒中的发生机制密切相关，高血压、吸烟、糖尿病等危险因素损害血管内皮屏障功能，血液中升高的 LDL 颗粒穿过受损内皮，滞留于动脉内膜下并被局部活性氧等物质氧化，产生具有强烈致炎性和细胞毒性的氧化型 LDL，导致动脉粥样硬化[16-17]。高 LDL-C 环境会维持并加剧斑块内部炎症，引发心

血管事件[18-19]。本研究结果与国内外多项研究结果一致[20-23]，高 LDL-C 作为 CVD 的主要危险因素，其控制水平直接影响缺血性心脏病和缺血性脑卒中的发生与发展。

年龄 - 时期 - 队列模型中年龄效应显示，归因于高 LDL-C 的 CVD 引起的疾病负担随年龄增长呈指数增长。我国人口老龄化成为归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担驱动因素之一，人口基数增长与老龄化程度加深加剧 CVD 基础风险，中老年人多重疾病风险叠加增加 CVD 的风险[24]。性别亚组分析发现，2021 年归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担男性高于女性，女性的雌激素可能在脂质稳态和内皮功能中起保护作用[25-26]；而男性行为危险因素（吸烟、酗酒、不良的生活习惯）高于女性，这可能导致男性缺血性心脏病和缺血性脑卒中的疾病负担更高，与既往研究一致[27-28]。

时期效应显示，归因于高 LDL-C 的 CVD 风险在经历上升期后逐渐下降，提示随着医疗水平的进一步发展，近几十年来我国 CVD 防控措施可能已初见成效。队列效应显示，CVD 风险呈先上升后下降趋势，前期医疗资源相对匮乏，CVD 的诊断和治疗受到一定限制，随着医疗水平的发展、健康教育普及以及慢性病管理体系的逐步完善，CVD 疾病负担有所下降[29-30]。ARIMA 模型预测显示，2022—2031 年归因于高 LDL-C 的 CVD 整体疾病负担上升，但缺血性脑卒中负担下降，提示我国 CVD 防控仍面临严峻挑战。从卫生管理角度建议强化中年男性等高危人群的早期筛查与干预，构建“年龄 - 性别”差异化的健康教育体系，提升全民血脂知晓率，将血脂管理纳入国家基本公共卫生服务项目中的老年人健康管理，建立国家级血脂异常及 CVD 归因负担动态监测系统，加强数据监测与科研攻关，为相关防控政策制定提供持续证据。

本研究具有一定的局限性，GBD 2021 数据库中仅能获取中国归因于高 LDL-C 的 CVD（缺血性心脏病、缺血性脑卒中）流行病学数据，分析结果有限。其次，GBD 未纳入其他血脂指标（如非 HDL-C、载脂蛋白 B 等），可能未能全面反映血脂异常对 CVD 疾病负担的影响。此外，模型预测基于历史趋势，未考虑未来政策干预、医疗技术进步等动态因素的影响。

综上所述，1990—2021 年归因于高 LDL-C 的缺血性心脏病疾病负担呈上升趋势，年龄越高，归因于高 LDL-C 的 CVD 疾病负担越重，男性疾病负担高于女性，ARIMA 模型预测显示，2022—2031 年归因于高 LDL-C 的 CVD 整体负担上升，但缺血性脑卒中疾病负担呈下降趋势。

附件见《医学新知》官网附录（https://yxxz.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202502021.pdf）

伦理声明：不适用

作者贡献：研究构思、数据采集与分析、论文撰写：阿力木・卡特尔；经费支持、论文审定：迪丽达尔・希力甫，沙吉旦・阿不都热衣

数据获取：本研究中使用和分析的数据可在GBD 2021 数据库获取（https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/）

利益冲突声明：无

致谢：不适用

参考文献

1 国家心血管病中心，中国心血管健康与疾病报告编写组，胡盛寿. 中国心血管健康与疾病报告 2024 概要[J]. 中国循环杂志，2025, 40(6): 521-559. [National Cardiovascular Disease Center, Chinese Cardiovascular Health and Disease Report Writing Team, Hu SS. Overview of China cardiovascular health and disease report 2024[J]. Chinese Journal of Circulation, 2025, 40(6): 521-559.]

2 张泽宇，李春晖. 1990—2021 年中国归因于二手烟的缺血性心脏病疾病负担分析[J]. 中国全科医学，2026, 1-11. [Zhang ZY, Li CH. Analysis of the burden of ischemic heart disease attributed to secondhand smoke in China from 1990 to 2021[J]. Chinese General Practice, 2026, 1-11]

3 Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks 2023 Collaborators. Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases and risk factors in 204 countries and territories, 1990—2023[J]. J Am Coll Cardiol, 2025, 86(22): 2167-2243.

4 Wang W, Hu M, Liu H, et al. Global Burden of Disease Study 2019 suggests that metabolic risk factors are the leading drivers of the burden of ischemic heart disease[J]. Cell Metab, 2021, 33(10): 1943-1956.e2.

5 Zhang Y, Pletcher MJ, Vittinghoff E, et al. Association between cumulative low-density lipoprotein cholesterol exposure during young adulthood and middle age and risk of cardiovascular events[J]. JAMA Cardiol, 2021, 6(12): 1406-1413.

6 GBD 2021 Risk Factors Collaborators. Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990—2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Lancet, 2024, 403(10440): 2162-2203.

7 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(2023 年)[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(3): 237-271. [Joint Expert Committee on Revision of Chinese Blood Lipid Management Guidelines. Guidelines for blood lipid management in China (2023)[J]. Chinese Journal of Circulation, 2023, 38(3): 237-271.]

8 Li Q, Li YL, Guo YS, et al. Global trends of schistosomiasis burden from 1990 to 2021 across 204 countries and territories: findings from

GBD 2021 study[J]. Acta tropica, 2024, 261: 107504.
9 Wang Y, Wang X, Wang C, et al. Global, regional, and national burden of cardiovascular disease, 1990—2021: results from the 2021 Global Burden of Disease Study[J]. Cureus, 2024, 16(11): e74333.
10 Wang Y, Li Q, Bi L, et al. Global trends in the burden of ischemic heart disease based on the global burden of disease study 2021: the role of metabolic risk factors[J]. BMC Public Health, 2025, 25(1): 310.
11 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.
12 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.
13 霍文霞，马艳，吴瑞凯，等. 1990—2021 年中国心房颤动和扑动疾病负担分析及趋势预测 [J]. 医学新知, 2025, 35(8): 892-902. [Huo WX, Ma Y, Wu RK, et al. Analysis and trend prediction of the disease burden of atrial fibrillation and flutter in China from 1990 to 2021[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2025, 35(8): 892-902.]
14 蒋露，张志东，吴建军，等. 1990—2021 年我国精神障碍疾病负担分析与预测 [J]. 医学新知, 2025, 35(1): 14-21. [Jiang L, Zhang ZD, Wu JJ, et al. Analysis and prediction of the burden of mental disorders in China from 1990 to 2021[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2025, 35(1): 14-21.]
15 Rosengren A, Smyth A, Rangarajan S, et al. Socioeconomic status and risk of cardiovascular disease in 20 low-income, middle-income, and high-income countries: the prospective urban rural epidemiologic (pure) study[J]. Lancet Glob Health, 2019, 7(6): e748-e760.
16 Borén J, Williams KJ. The central role of arterial retention of cholesterol-rich apolipoprotein-b-containing lipoproteins in the pathogenesis of atherosclerosis: a triumph of simplicity[J]. Curr Opin Lipidol, 2016, 27(5): 473-483.
17 National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III) final report[J]. Circulation, 2002, 106(25): 3143-3421.
18 Zhao J, Fan H, Wang T, et al. TyG index is positively associated with risk of CHD and coronary atherosclerosis severity among NAFLD patients[J]. Cardiovasc Diabetol, 2022, 21(1): 123.
19 Libby P, Pasterkamp G, Crea F, et al. Reassessing the mechanisms of acute coronary syndromes[J]. Circ Res, 2019, 124(1): 150-160.
20 Sacks FM, Pfeffer MA, Moye LA, et al. The effect of pravastatin on coronary events after myocardial infarction in patients with average cholesterol levels. Cholesterol and recurrent events trial investigators[J]. N Engl J Med, 1996, 335(14): 1001-1009.
21 Long-Term Intervention with Pravastatin in Ischaemic Disease (LIPID) Study Group. Prevention of cardiovascular events and death with pravastatin in patients with coronary heart disease and a broad range of initial cholesterol levels[J]. N Engl J Med, 1998, 339(19): 1349-1357.
22 Patel SB, Wyne KL, Afreen S, et al. American association of clinical endocrinology clinical practice guideline on pharmacologic management of adults with dyslipidemia[J]. Endocr Pract, 2025, 31(2): 236-262.
23 Domanski MJ, TianX, Wu CO, et al. Time course of LDL cholesterol exposure and cardiovascular disease event risk[J]. J AmColl Cardiol, 2020, 76(13): 1507-1516.
24 Jin Z, Wang D, Zhang H, et al. Incidence trend of five common musculoskeletal disorders from 1990 to 2017 at the global, regional and national level: results from the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Ann Rheum Dis, 2020, 79(8): 1014-1022.
25 Vitale C, Fini M, Speziale G, et al. Gender differences in the cardiovascular effects of sex hormones[J]. Fundam Clin Pharmacol, 2010, 24(6): 675-685.
26 Sangiorgi G, Roversi S, Biondi Zoccai G, et al. Sex-related differences in carotid plaque features and inflammation[J]. J Vasc Surg, 2013, 57(2): 338-344.
27 Khan Minhas AM, Sedhom R, Jean ED, et al. Global burden of cardiovascular disease attributable to smoking, 1990—2019: an analysis of the 2019 Global Burden of Disease Study[J]. Eur J Prev Cardiol, 2024, 31(9): 1123-1131.
28 Zhang L, Tong Z, Han R, et al. Global, regional, and national burdens of ischemic heart disease attributable to smoking from 1990 to 2019[J]. J Am Heart Assoc, 2023, 12(3): e028193.
29 张茸祯，贾敏，娄豆豆，等. 合并心血管疾病的高血压患者强化降压治疗研究进展 [J]. 新医学, 2024, 55(4): 248-254. [Zhang EZ, Jia M, Lou DD, et al. Advances in intensive antihypertensive treatment in hypertensive patients complicated with cardiovascular disease[J]. New Medicine, 2024, 55(4): 248-254.]
30 钱晰彦，汤一帆，李婷茹，等. 高血压患者发生心血管疾病相关危险因素的 Meta 分析 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2024, 16(12): 1416-1423. [Qian XY, Tang YF, Li TR, et al. Risk factors related to cardiovascular diseases in patients with hypertension: a Meta-analysis[J] Chinese Journal of Evidence-Bases Cardiovascular Medicine, 2024, 16(12): 1416-1423.]

收稿日期：2025 年 02 月 08 日 修回日期：2025 年 03 月 25 日
本文编辑：桂裕亮 曹 越

引用本文：阿力木・卡特尔，沙吉旦・阿不都热衣木，迪丽达尔・希力甫. 1990—2021年中国归因于高低密度脂蛋白胆固醇的心血管疾病负担及趋势预测[J]. 医学新知, 2026, 36(2): 161-168. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202502021.
ALIM・K, SHAJIDAN・A, DILIDAER・X. Cardiovascular disease burden attributed to high low-density lipoprotein cholesterol in China from 1990 to 2021 and trend prediction[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2026, 36(2): 161-168. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202502021.