·流行病与统计方法·

1990—2023 年中国主动脉瘤所致疾病负担现状及趋势分析

王立杰，夏木塞亚·亚尔买买提，王琪，马翔
新疆医科大学第一附属医院心脏中心，新疆 乌鲁木齐 830011

摘要：目的　本研究基于全球疾病负担（global burden of disease，GBD）数据，探讨中国主动脉瘤的疾病负担变化趋势。**方法**　利用 GBD 2023，提取 1990—2023 年中国主动脉瘤死亡和伤残调整生命年（disability-adjusted life years，DALYs），计算年龄标准化死亡率（age-standardized mortality rate，ASMR）和年龄标准化 DALY 率（age-standardized DALYs rate，ASDR）。采用 Joinpoint 回归模型估算年均变化百分比（average annual percentage of change，AAPC）以评估长期趋势，贝叶斯年龄－时期－队列（Bayesian age-period-cohort，BAPC）模型预测 2024—2050 年趋势。**结果**　1990—2023 年，中国主动脉瘤 ASMR 由 0.35/10 万显著上升至 0.41/10 万（AAPC=0.41%，$P<0.001$），ASDR 由 9.40/10 万升至 11.16/10 万（AAPC=0.44%，$P>0.05$），但不显著。其中，男性 ASMR 和 ASDR 均呈显著上升趋势（AAPC 分别为 1.07%、1.16%，P 均<0.001），女性呈显著下降趋势（AAPC 分别为 −0.78%、−1.11%，P 均<0.001）；男性在各年龄段均承受更高负担。主动脉瘤死亡率与 DALY 率随年龄增长而升高，在≥80 岁达到峰值。预计到 2050 年，中国男性主动脉瘤 ASMR 将从 2024 年的 0.81/10 万下降至 0.60/10 万，女性则从 0.27/10 万上升至 0.34/10 万；男性和女性 ASDR 将分别从 2024 年的 23.26/10 万和 6.17/10 万上升至 2050 年的 53.78/10 万和 16.62/10 万。**结论**　中国主动脉瘤负担持续攀升，呈现显著的性别与年龄差异。应加强早期筛查工作，优化公共卫生资源配置，对高危人群开展健康干预，以遏制疾病的持续上升。

关键词：主动脉瘤；心血管疾病；疾病负担；回归分析；预测
中图分类号：R543.16　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1003-8507（2026）17-3091-08
DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202601396

Current situation and trend of burden of aortic aneurysms in China from 1990 to 2023

WANG Li-jie, XIAMUSAIYA·Yaermaimaiti, WANG Qi, MA Xiang
Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830011, China

Abstract: Objective Based on the Global Burden of Disease (GBD), this study aims to examine the trend of burden of aortic aneurysm in China. **Methods** Using GBD 2023 data, we extracted indicators of deaths and disability-adjusted life years (DALYs) due to aortic aneurysm in China between 1990 and 2023. Age-standardized mortality rate (ASMR) and age-standardized DALY rate (ASDR) were calculated. The Joinpoint regression model was applied to estimate the average annual percentage change (AAPC) in assessing long-term trends. A Bayesian age-period-cohort (BAPC) model was used to project trends from 2024 to 2050. **Results** From 1990 to 2023, the ASMR of aortic aneurysm rose significantly from 0.35 per 100 000 to 0.41 per 100 000 (AAPC=0.41%, $P<0.001$), and the ASDR rose from 9.40 per 100 000 to 11.16 per 100 000 (AAPC=0.44%, $P>0.05$), but this trend was not statistically significant. Specifically, both ASMR and ASDR showed a significant upward trend among men (AAPCs of 1.07% and 1.16%, respectively, all $P<0.001$), while women showed a significant downward trend (AAPCs of −0.78% and −1.11%, respectively, all $P<0.001$). Men experienced a higher burden across all age groups. Mortality and DALY rates increased with age, peaking in the ≥80 age group. By 2050, the ASMR for aortic aneurysms among Chinese men was projected to decrease from 0.81 per 100 000 in 2024 to 0.60 per 100 000, while that for women was projected to increase from 0.27 per 100 000 to 0.34 per 100 000. The ASDR for aortic aneurysms in men and women will rise from 23.26 per 100 000 and 6.17 per 100 000 in 2024 to 53.78 per 100 000 and 16.62 per 100 000 in 2050, respectively. **Conclusion** The burden of aortic aneurysm in China continues to increase, with pronounced differences by sex and age. Early screening should be strengthened, public health resource allocation should be optimized, and targeted

基金项目：国家自然科学基金项目（82360090）
作者简介：王立杰（1990—），女，博士在读，研究方向：血管的损伤与修复
通信作者：马翔，E-mail：maxingxj@163.com

health interventions should be implemented among high-risk populations to curb the rising trend of the disease.

Keywords: Aortic aneurysm; Cardiovascular diseases; Disease burden; Regression analysis; Prediction

主动脉瘤是一种以主动脉壁局部或弥漫性扩张为特征的血管疾病[1]。尽管全球主动脉瘤的发病率只有 5～10 例 /10 万，但其早期常无症状，一旦破裂，致死率高达 80%～90%，是目前心血管疾病死亡的重要诱因[2]。当前关于主动脉瘤的研究多局限于病理机制与临床诊疗，且多为单中心、小样本数据，难以代表全国水平[3-4]，站在全国视角开展主动脉瘤死亡及疾病负担的流行病学研究较为缺乏，而全面掌握疾病流行特征是制定高效防控政策的重要前提。本研究基于全球疾病负担（Global Burden of Disease，GBD）数据，分析 1990—2023 年中国主动脉瘤的死亡与伤残调整寿命年（disability-adjusted life years，DALYs），构建 Joinpoint 回归模型和贝叶斯年龄 - 时期 - 队列（Bayesian age-period-cohort，BAPC）模型，并按照年龄、性别分层描述现状和未来趋势，为制定差异化的干预措施提供依据。

1　资料与方法

1.1　数据来源　数据来自 GBD 2023 数据库。该库是由华盛顿大学健康指标与评估研究所主导的全球性健康数据平台（http://ghdx.healthdata.org），追踪了 1990 年至今的疾病、伤害及风险因素负担，其核心指标包括发病率、患病率、死亡率和 DALY 率等[5]。

1.2　研究设计　本研究是一项描述性研究，即对 1990—2023 年中国主动脉瘤死亡和疾病负担的分布及变化趋势进行描述，并按年龄、性别进行分层。主动脉瘤的识别采用国际疾病分类（ICD-10）编码，代码为 I71～I71.9[6]。分析指标包括死亡数、DALYs、粗死亡率、DALY 率、年龄标准化死亡率（age-standardized mortality rate，ASMR）和年龄标准化 DALY 率（age-standardized DALY rate，ASDR）。

1.3　统计分析

1.3.1　Joinpoint 回归模型　该模型已在前期研究中详细介绍[7]。本研究从连接点数量为 0 的模型开始，逐次增加连接点，直至不再显著改善模型拟合为止，由此确定最优连接点数量及其对应时间。采用 Monte Carlo 置换检验，通过比较增加连接点前后模型拟合优度是否有统计学显著差异（$P<0.05$）来决定是否保留该连接点，并结合 Bonferroni 法校正显著性水平。同时贝叶斯信息准则（Bayesian information criterion，BIC）作为辅助参考，BIC 值越小表明模型越优。本研究使用该模型计算年度变化百分比（annual percentage of change，APC）、平均年度变化百分比（average annual percentage of change，AAPC）及其 95% 可信区间（confidence interval，95%*CI*）：

$$E[y|x]=e^{\beta_0+\beta_1 x+\delta_1(x-\tau_1)^+ +\cdots+\delta_k(x-\tau_k)^+}$$

$$AAPC=(e^{\sum w_i\beta_i/\sum w_i}-1)\times 100$$

$$APC=(e^{\beta_i}-1)\times 100$$

其中，k 为连接点的个数，τ_k 为未知的连接点，β_0 为截距，β_1 为回归系数，δ_k 为第 k 段分段函数的回归系数，w_i 为每个分段函数的区间跨度宽度（即区间所包括的年数）。当 *AAPC* 及其 95%*CI* 均＞0 表示呈上升趋势；均＜0 呈下降趋势；包含 0 代表平稳[8]。

1.3.2　BAPC 模型　BAPC 模型已在前期研究中详细介绍[9]。考虑到 GBD 中主动脉瘤在 15 岁以下人群中无记录，本研究首先将年龄组划分为 15～19、20～24、……、95 岁及以上。对于统计学上可能出现负值的区间下限，本研究在流行病学意义上进行截断处理（下限设为 0）。为评估模型预测性能，本研究利用 1990—2023 年数据拟合模型，提取 2010—2023 年的模型拟合值与同期实际观测值进行比较。从点预测精度和模型校准度两方面评估模型性能。点预测精度方面，计算均方误差（mean squared error，MSE）、平均绝对误差（mean absolute error，MAE）、平均绝对百分误差（mean absolute percentage error，MAPE）和拟合精度来评价模型的预测效果，上述指标值越小或拟合精度越高表明模型点预测效果越好[10]。模型校准度方面，采用 Pearson 残差分析评估模型拟合优度[11]，计算残差的均值与标准差、检验残差与预测值的相关性，以及进行 Durbin-Watson 检验来评估残差的独立性与系统性偏差[12]。若残差均值接近 0，标准差接近 1、残差相关系数接近 0 且无显著意义、Durbin-Watson 检验 $P>0.05$，则表明模型拟合良好[13]。检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结　果

2.1　1990—2023 年中国主动脉瘤死亡情况

2.1.1　整体情况　与 1990 年相比，2023 年中国主动脉瘤死亡数从 0.29 万例增长到 0.89 万例，增幅 206.90%，AAPC 为 3.46%；粗死亡率和 ASMR 分别从 0.24/10 万和 0.35/10 万增长到 0.63/10 万和 0.41/10 万，增幅分别为 162.50% 和 17.14%，AAPC 分别为 2.81% 和 0.41%。见表 1。

Joinpoint 回归模型显示，全人群主动脉瘤死亡数、粗死亡率和 ASMR 均有 3 个拐点分 4 段，其中死亡数的拐点分别为 1996、2004 和 2008 年，除 1996—2004 年外，其余时间段均呈上升趋势（均 $P<0.001$）；

粗死亡率的拐点分别为 1997、2004 和 2008 年，除 1996—2004 年外，其余时间段均呈上升趋势（均 $P<0.001$）；ASMR 的拐点分别为 1996、2004 和 2008 年，1996—2004 年为下降趋势，2004—2008 年和 2008—2023 年呈上升趋势（均 $P<0.001$）。见表 2。

表 1　1990 和 2023 年中国主动脉瘤死亡情况

Table 1　Mortality from aortic aneurysm in China, 1990—2023

组别	年份（年）	死亡数			粗死亡率			标化死亡率		
		数值（万例）	变化率（%）	AAPC（%，95%*CI*）	率值（/10 万）	变化率（%）	AAPC（%，95%*CI*）	率值（/10 万）	变化率（%）	AAPC（%，95%*CI*）
男性	1990	0.17			0.29			0.43		
	2023	0.65	282.35	3.85[a]（3.67 ~ 4.05）	0.88	203.45	3.28[a]（3.12 ~ 3.47）	0.62	44.19	1.07[a]（0.87 ~ 1.37）
女性	1990	0.11			0.20			0.27		
	2023	0.24	118.18	2.41[a]（1.65 ~ 3.17）	0.35	75.00	1.78[a]（1.63 ~ 1.96）	0.21	?22.22	−0.78[a]（−2.51 ~ −0.04）
全部	1990	0.29			0.24			0.35		
	2023	0.89	206.90	3.46[a]（3.27 ~ 3.75）	0.63	162.50	2.81[a]（2.12 ~ 3.51）	0.41	17.14	0.41[a]（0.25 ~ 0.65）

注：[a] 表示趋势显著。

表 2　1990—2023 年中国主动脉瘤死亡相关指标的 APC 及拐点分布

Table 2　Distribution of APCs and inflection points for mortality-related indicators of aortic aneurysms in China, 1990—2023

分组	死亡数			粗死亡率			标化死亡率		
	时间段（年）	APC（%，95%*CI*）	BIC	时间段（年）	APC（%，95%*CI*）	BIC	时间段（年）	APC（%，95%*CI*）	BIC
男性	1990—2004	1.71[a]（1.03 ~ 2.30）	−2.74	1990—2004	1.24[a]（0.58 ~ 1.80）	−2.84	1990—1996	1.31（−0.53 ~ 6.66）	−2.91
	2004—2008	9.83[a]（7.42 ~ 12.93）		2004—2008	9.16[a]（6.86 ~ 12.17）		1996—2004	−2.21[a]（−5.02 ~ −1.13）	
	2008—2023	4.31[a]（3.94 ~ 4.61）		2008—2023	3.68[a]（3.34 ~ 3.96）		2004—2008	6.70[a]（4.18 ~ 9.54）	
							2008—2023	1.29[a]（0.99 ~ 1.57）	
女性	1990—1995	3.46[a]（1.47 ~ 5.48）	−3.11	1990—1996	2.14[a]（1.11 ~ 4.19）	−3.21	1990—1996	0.51（−0.92 ~ 1.96）	−3.08
	1995—2004	−0.25（−1.04 ~ 0.55）		1996—2004	−0.92[a]（−3.17 ~ −0.25）		1996—2004	−3.19[a]（−4.10 ~ −2.27）	
	2004—2014	2.86[a]（2.35 ~ 3.37）		2004—2014	2.14[a]（1.26 ~ 2.55）		2004—2014	−0.64[a]（−1.13 ~ −0.15）	
	2014—2017	5.70[a]（0.67 ~ 10.98）		2014—2017	5.03[a]（3.35 ~ 5.96）		2014—2017	1.90（−2.98 ~ 7.02）	
	2017—2020	−0.26（−5.25 ~ 4.99）		2017—2020	−0.79（−1.92 ~ 0.87）		2017—2020	−3.60（−8.46 ~ 1.53）	
	2020—2023	6.79[a]（3.70 ~ 9.97）		2020—2023	6.64[a]（4.96 ~ 10.07）		2020—2023	2.96（−0.05 ~ 6.07）	
全部	1990—1996	3.52[a]（1.75 ~ 8.52）	−2.39	1990—1997	2.37[a]（0.72 ~ 4.05）	−2.39	1990—1996	1.06（−0.37 ~ 4.63）	−2.44
	1996—2004	0.20（−3.08 ~ 1.33）		1997—2004	−0.38（−1.99 ~ 1.26）		1996—2004	−2.67[a]（−5.11 ~ −1.87）	
	2004—2008	8.25[a]（5.36 ~ 11.17）		2004—2008	7.44[a]（3.10 ~ 11.97）		2004—2008	4.32[a]（2.39 ~ 6.83）	
	2008—2023	3.94[a]（3.57 ~ 4.24）		2008—2023	3.33[a]（3.01 ~ 3.65）		2008—2023	0.81[a]（0.48 ~ 1.05）	

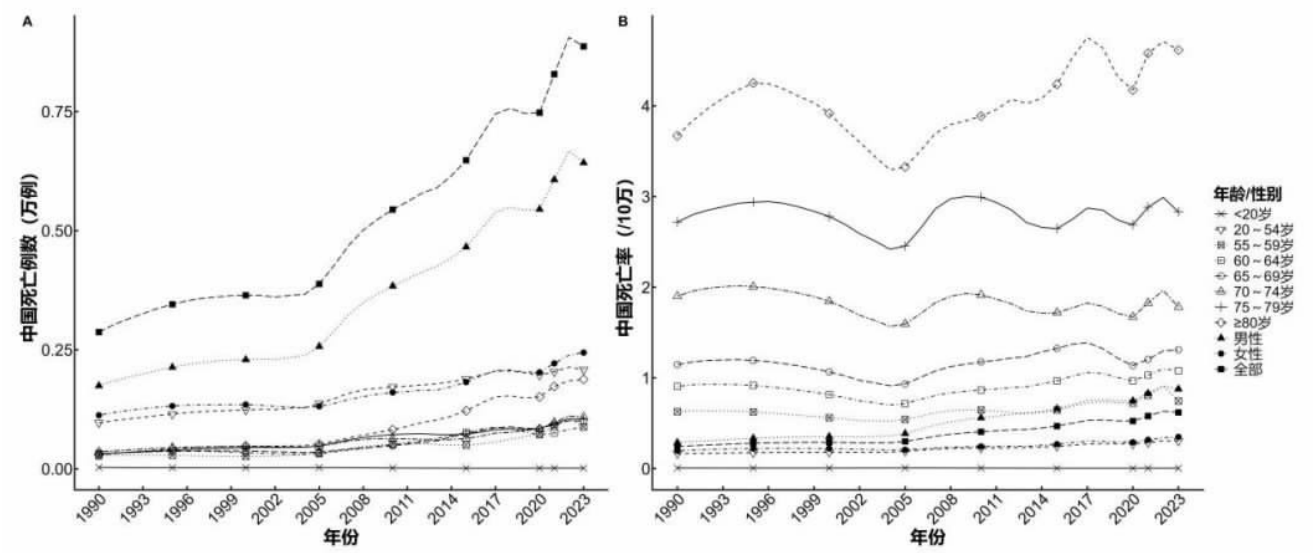
注：[a] 表示趋势显著。

2.1.2　不同性别、年龄情况　1990—2023 年中国男性主动脉瘤的死亡数、粗死亡率和 ASMR 及相应的变化幅度均高于女性。中国男性主动脉瘤死亡数与粗死亡率持续上升，各有 2 个拐点分 3 段，各时段 APC 均>0，AAPC 分别为 3.85%和 3.28%。ASMR 有 3 个拐点分 4 段，APC 分别为 1.31%、−2.21%、6.70%、1.29%，AAPC 为 1.07%。女性死亡数、粗死亡率和 ASMR 均有 5 个拐点分 6 段，APC 呈波动特征。见表 1、2，图 1。

中国主动脉瘤的死亡数在 20 ~ 54 岁最高、<20 岁最低；年龄别死亡率则随年龄增长而升高，在≥80 岁最高，<20 岁最低。见图 1。

2.1.3　预测情况　男性 BAPC 模型的 MSE、MAE、MAPE 和拟合精度分别为 3 683.81、40.23、0.69%、99.30%，女性的分别为 1 461.97、30.38、1.54%、98.46%，R^2 分别为 0.99 和 0.98，表明模型拟合效果良好。Pearson 残差分析显示残差均值接近 0、残差与预测值无显著相关性、Durbin-Watson 检验无自相关，表明模型无系统性偏差，拟合效果可靠。见表 3。

2024—2050 年，男性主动脉瘤 ASMR 从 0.81/10 万（95%*CI*：0.75/10 万 ~ 0.88/10 万）下降至 0.60/10 万（95%*CI*：0.00/10 万 ~ 3.39/10 万），女性从 0.27/10 万（95%*CI*：0.25/10 万 ~ 0.28/10 万）上升至 0.34/10 万（95%*CI*：0.00/10 万 ~ 1.19/10 万）。见图 2。



注：A 为死亡例数；B 为死亡率。

图 1　1990—2023 年中国不同性别不同年龄主动脉瘤所致死亡变化情况

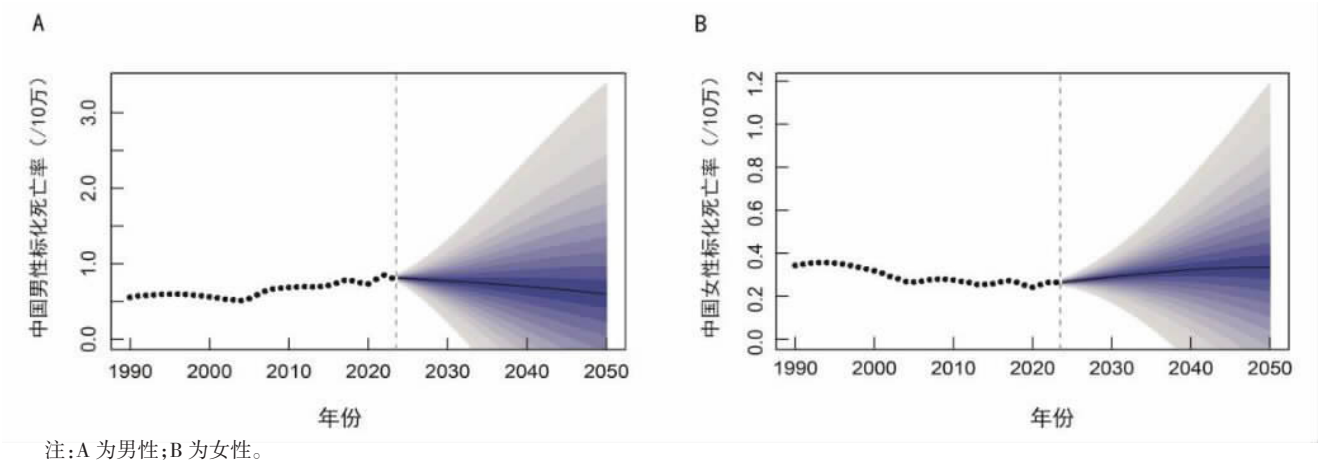
Figure 1　Mortality trends of aortic aneurysm in China by sex and age, 1990—2023

表 3　BAPC 模型预测效果

Table 3　Prediction results of the BAPC model

性别	MSE	MAE	MAPE	拟合精度（%）	Pearson 残差	残差相关系数	DW 值	R^2
男	3 683.81	40.23	0.69	99.30	0.03 ± 0.81	0.01 (*P*=0.964)	2.17 (*P*=0.629)	0.99
女	1 461.97	30.38	1.54	98.46	0.11 ± 0.88	0.01 (*P*=0.982)	1.30 (*P*=0.082)	0.98

注：拟合精度 =(1−MAPE) × 100%。



注：A 为男性；B 为女性。

图 2　2024—2050 年中国主动脉瘤所致 ASMR 预测情况

Figure 2　Projected ASMR attributable to aortic aneurysm in China, 2024—2050

2.2　1990—2023 年中国人群主动脉瘤所致 DALYs 情况

2.2.1　整体情况　与 1990 年相比，2023 年中国主动脉瘤 DALYs 从 9.22 万人年增长到 23.22 万人年，增幅 151.84%，AAPC 为 2.81%；粗 DALY 率和 ASDR 分别从 7.82/10 万和 9.40/10 万增长到 16.23/10 万和 11.16/10 万，增幅分别为 107.54%、18.72%，AAPC 分别为 2.19%、0.44%。见表 4。

Joinpoint 回归模型显示，全人群主动脉瘤 DALYs、粗 DALY 率和 ASDR 均有 3 个拐点分 4 段，其中 DALYs 和粗 DALY 率的拐点均为 1996、2004 和 2008 年，除 1996—2004 年外，其余时间段均呈上升趋势；ASDR 的拐点分别为 1996、2004 和 2007 年，1996—2004 年显著下降，2007—2023 年显著上升。见表 4、5。

2.2.2　不同性别、年龄情况　1990—2023 年男性主动脉瘤的 DALYs、粗 DALYs 率和 ASDR 及相应的变化幅度均高于女性。男性的 DALYs 与粗 DALY 率持续上升，各有 2 个拐点分 3 段，各时段 APC 均为正，AAPC 分别为 3.28%、2.71%，ASDR 有 3 个拐点分 4

段，APC 分别为 1.19%、-1.90%、7.85%、1.48%，AAPC 为 1.16%。女性 DALYs、DALY 率和 ASDR 均有 5 个拐点分 6 段，APC 呈波动特征。见表 4、5，图 3。

中国主动脉瘤 DALYs 最低的为＜20 岁，最高的为 20～54 岁；粗 DALY 率最低的为＜20 岁，最高的分别在 1993、2000 和 2013 年出现转变，1993 年之前和 2000—2013 年以 75～79 岁为主，1993—1999 和 2013—2023 年以≥80 岁为主。见图 3。

表 4　1990 和 2023 年中国主动脉瘤 DALYs 情况

Table 4　DALYs due to aortic aneurysm in China, 1990—2023

组别	年份（年）	DALYs			粗 DALY 率			标化 DALY 率		
		数值（万人年）	变化率（%）	AAPC（%，95%*CI*）	率值（/10 万）	变化率（%）	AAPC（%，95%*CI*）	率值（/10 万）	变化率（%）	AAPC（%，95%*CI*）
男性	1990	5.80			9.55			11.78		
	2023	17.73	205.69	3.28[a]（3.12～3.47）	24.21	153.51	2.71[a]（2.56～2.89）	17.31	46.94	1.16[a]（0.98～1.41）
女性	1990	3.42			5.98			7.01		
	2023	5.49	60.53	1.46[a]（0.61～2.32）	7.87	31.61	0.86[a]（0.05～1.68）	5.03	-28.25	-1.11[a]（-1.90～-0.32）
全部	1990	9.22			7.82			9.40		
	2023	23.22	151.84	2.81[a]（2.62～3.07）	16.23	107.54	2.19[a]（1.54～2.84）	11.16	18.72	0.44（-0.36～1.25）

注：[a] 表示趋势显著。

表 5　1990—2023 年中国主动脉瘤 DALY 相关指标的 APC 及拐点分布

Table 5　Distribution of APCs and inflection points for DALY-related indicators of aortic aneurysms in China, 1990—2023

分组	DALYs			粗 DALY 率			标化 DALY 率		
	时间段（年）	APC（%，95%*CI*）	BIC	时间段（年）	APC（%，95%*CI*）	BIC	时间段（年）	APC（%，95%*CI*）	BIC
男性	1990—2004	1.52[a]（0.80～2.10）	-3.05	1990—2004	1.05[a]（0.43～1.57）	-3.16	1990—1996	1.19（-0.38～5.79）	-3.22
	2004—2008	8.71[a]（6.39～11.57）		2004—2008	8.04[a]（5.88～10.75）		1996—2004	-1.90[a]（-4.33～-1.07）	
	2008—2023	3.52[a]（3.18～3.79）		2008—2023	2.89[a]（2.59～3.15）		2004—2007	7.85[a]（4.53～9.27）	
							2007—2023	1.48[a]（1.23～1.68）	
女性	1990—1996	2.16[a]（0.41～3.94）	-3.10	1990—1996	1.42（-0.24～3.12）	-3.20	1990—1996	0.1（-1.66～1.90）	-3.10
	1996—2003	-0.8（-2.36～0.69）		1996—2003	-1.32（-2.76～0.14）		1996—2005	-3.09[a]（-4.03～-2.15）	
	2003—2014	1.44[a]（0.94～1.94）		2003—2014	0.71[a]（0.23～1.18）		2005—2008	1.6（-5.48～9.21）	
	2014—2017	3.84（-1.69～9.68）		2014—2017	3.2（-2.07～8.76）		2008—2013	-2.45[a]（-4.36～-0.49）	
	2017—2020	-0.8（-6.22～4.92）		2017—2020	-1.34（-6.50～4.11）		2013—2023	-0.16（-0.67～0.34）	
	2020—2023	5.62[a]（2.25～9.10）		2020—2023	5.47[a]（2.24～8.80）				
全部	1990—1996	3.00[a]（1.26～7.91）	-2.68	1990—1996	2.22[a]（0.23～4.25）	-2.67	1990—1996	0.8（-1.12～2.75）	-2.68
	1996—2004	0.08（-3.09～5.71）		1996—2004	-0.31（-1.56～0.96）		1996—2004	-2.34[a]（-3.51～-1.15）	
	2004—2008	7.19[a]（3.29～9.79）		2004—2008	6.30[a]（2.35～10.41）		2004—2007	5.05（-2.75～13.48）	
	2008—2023	3.06[a]（2.72～3.34）		2008—2023	2.45[a]（2.16～2.74）		2007—2023	0.88[a]（0.61～1.15）	

注：[a] 表示趋势显著。

2.2.3　预测情况　男性 BAPC 模型的 MSE、MAE、MAPE 和拟合精度分别为 1 753.34、30.02、0.019%和 99.98%，女性模型分别为 1 726.61、32.17、0.068%和 99.93%，R^2 均为 0.99，表明模型拟合效果良好。Pearson 残差分析显示残差均值接近 0、残差与预测值无显著相关性、Durbin-Watson 检验无自相关，表明模型无系统性偏差，拟合效果可靠。见表 6。

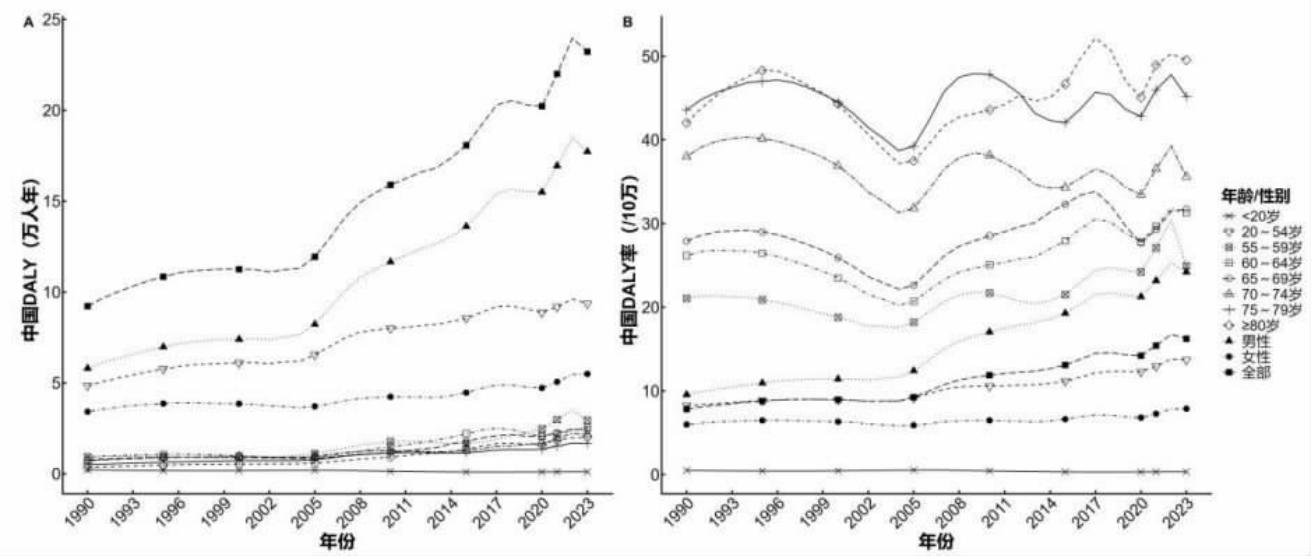
表 6　BAPC 模型拟合效果

Table 6　Goodness-of-fit of the BAPC Model

性别	MSE	MAE	MAPE	拟合精度（%）	Pearson 残差	残差相关系数	DW 值	R^2
男	1 753.34	30.02	0.019	99.98	-0.003 9 ± 0.106 5	0.24（*P*=0.410）	1.96（*P*=0.473）	0.99
女	1 726.61	32.17	0.068	99.93	-0.005 4 ± 0.197 1	0.34（*P*=0.238）	1.41（*P*=0.125）	0.99

注：拟合精度 =（1-MAPE）×100%。

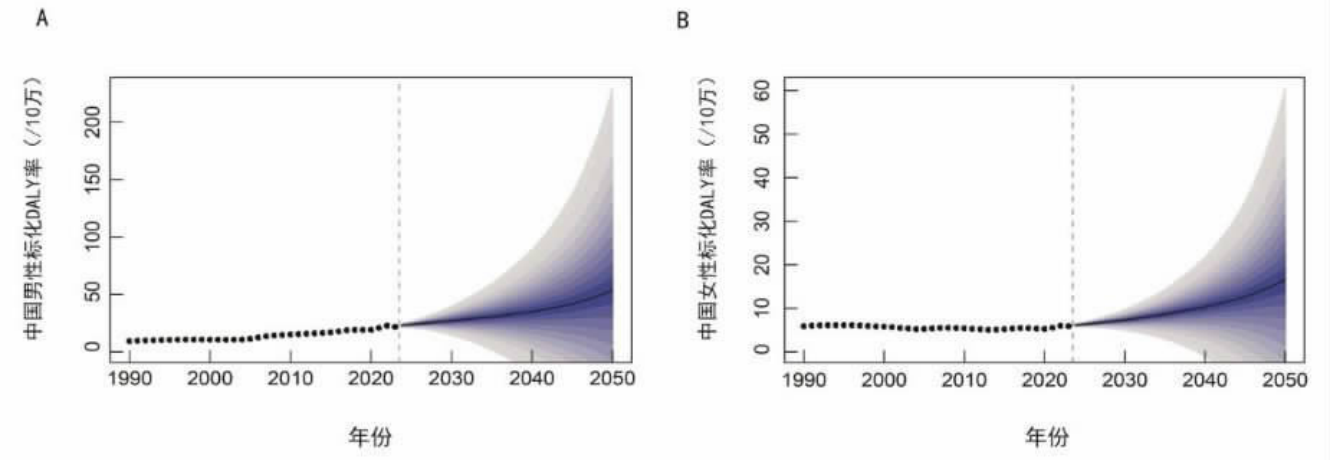
2024—2050 年，中国主动脉瘤的 ASDR 呈上升趋势，男性和女性 ASDR 分别从 23.26/10 万（95%*CI*：21.37/10 万～25.15/10 万）和 6.17/10 万（95%*CI*：5.74/10 万～6.60/10 万）上升至 53.78/10 万（95%*CI*：0.00/10 万～229.61/10 万）和 16.62/10 万（95%*CI*：0.00/10 万～60.58/10 万）。见图 4。



注：A 为 DALY；B 为 DALY 率。

图 3　1990—2023 年中国不同性别不同年龄主动脉瘤所致 DALYs 变化情况

Figure 3　DALYs due to aortic aneurysm in China by sex and age, 1990—2023



注：A 为男性；B 为女性。

图 4　2024—2050 年中国主动脉瘤 ASDR 预测情况

Figure 4　Projected ASDR attributable to aortic aneurysm in China, 2024—2050

3　讨　论

1990—2023 年中国主动脉瘤的死亡数、DALYs 及相应标化率显著上升。预测至 2050 年，上述指标仍将持续增长。另一项研究利用 Nordpred 模型预测也发现未来 20 年早发性主动脉瘤的负担将持续上升，尤其是在亚洲地区[14]。中国作为亚洲大国，有必要加强主动脉瘤的管理。

1990—2023 年，男性主动脉瘤负担高于女性，且男性 ASMR 和 ASDR 显著上升，女性则显著下降。这种差异可能与激素和男性高风险生活方式有关[15-16]。雄激素水平较高可能会诱导氧化应激，增加主动脉瘤风险；雌激素则可减少主动脉壁降解、减轻主动脉瘤变性和负重构等来保护血管健康[17]。吸烟被认为是早发性主动脉瘤最密切的风险因素[18]，而中国男性 52.1%的吸烟率明显高于女性的 2.5%[19]。早年肥胖可能加速血管和代谢风险的积累，这些风险可能共同促成主动脉瘤的发生[20]，而中国男性的肥胖率、血脂异常和高血压患病率明显高于女性[21-23]。

2024—2050 年，中国男性主动脉瘤的 ASMR 下降，ASDR 上升，女性的 ASMR 和 ASDR 上升。当前指南筛查主要针对 65～75 岁有吸烟史的男性[17,24]，高危男性可通过早发现、早治疗降低死亡率。男性 ASDR 的上升可能是早发性病例增多与患者生存时间延长共同作用的结果[25]。尽管女性负担低于男性，但其疾

病预后显著劣于男性。真实世界研究数据[26]显示符合筛查条件的女性筛查率远低于男性；女性接受择期修复手术比例也低于男性，且术后死亡率更高[17]，这可能共同导致女性 ASMR 和 ASDR 上升。

20～54 岁主动脉瘤的死亡数和 DALYs 均最高，但从个体风险看，年龄别死亡率和 DALY 率随年龄增长而升高，在老年组达高峰。尽管两者差异受人口年龄构成影响，但也揭示了不同年龄组的干预重点。20～54 岁绝对负担最高，这可能与年轻人群肥胖率上升以及心血管风险因素出现得更早有关。我国成人超重及肥胖率持续上升且呈年轻化趋势[27]。同时，一些危险因素（如吸烟和空气污染）在该年龄段暴露往往高于老年人群[28-29]。相比之下，老年人群的年龄别死亡率和 DALY 率最高，这符合主动脉瘤作为退行性疾病的生物学规律[30]。然而，该人群的绝对负担并不是最高，这可能得益于筛查和人群选择效应。老年人群因其他慢性病就医频率较高而获得了更多筛查机会和健康关注[31-32]；主动脉瘤患者常合并其他心血管疾病，部分患者可能因心肌梗死、脑卒中等其他心血管事件而非主动脉瘤死亡，这在一定程度上降低了主动脉瘤的死亡负担[33]。

本研究有一定局限性。部分主动脉瘤患者在死亡前并没有及时确诊，这可能导致主动脉瘤死亡率被低估。GBD 数据是基于现有数据估算全球疾病负担，其准确性在很大程度上取决于数据来源的质量和完整性，输入数据的缺失或质量不佳可能导致估计结果存在一定的不确定性。GBD 数据库并未提供主动脉瘤的发病率和患病率，本研究无法全面评估该疾病的流行病学特征。

综上，为应对主动脉瘤负担持续上升这一趋势，未来应依托国家基本公共卫生服务项目[34]，在 65 岁及以上老年人年度超声检查中将腹主动脉瘤筛查纳入老年健康管理服务包，依据《腹主动脉瘤诊断和治疗中国专家共识（2022 版）》[35]，筛查对象应为年龄＞65 岁伴有吸烟史的男性或女性、没有吸烟史但年龄＞75 岁的男性或女性、以及一级亲属有腹主动脉瘤病史的人群。结合本研究发现 20～54 岁人群绝对负担最高的结果，提示发病年龄存在前移趋势，建议将吸烟、高血压等高危男性的首次筛查年龄提前，并将女性吸烟者同步纳入高危人群管理，缩小性别差距。此外，可依托已布局的国家区域医疗中心[36]设立主动脉疾病诊疗单元，并持续推进控烟政策与健康教育，从人群层面降低主动脉瘤发病与死亡风险。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Quintana RA, Taylor WR. Introduction to the compendium on aortic aneurysms[J]. Circulation Research, 2019, 124(4): 470-471.

[2] Mehrabi NE, Athari SS. The prevalence of thoracic aorta aneurysm as an important cardiovascular disease in the general population [J]. Journal of Cardiothoracic Surgery, 2022, 17(1): 51.

[3] 童飞飞，黄榕卿，高媛，等. 主动脉瘤的流行特征及其危险因素研究进展[J]. 中华流行病学杂志，2025，46（11）：2065-2072.
Tong FF, Huang RQ, Gao Y, et al. Progress in research of epidemiological characteristics of aortic aneurysm and risk factors[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2025, 46 (11): 2065-2072. (In Chinese)

[4] 郭伟，肖倩文. 中国腹主动脉瘤的临床研究进展[J]. 中国血管外科杂志（电子版），2025，17（2）：114-116, 137.
Guo W, Xiao QW. Clinical research progress of abdominal aortic aneurysm in China [J]. Chinese Journal of Vascular Surgery (Electronic Edition), 2025, 17(2): 114-116, 137.(In Chinese)

[5] Naghavi M, Kyu HH, A B, et al. Global burden of 292 causes of death in 204 countries and territories and 660 subnational locations, 1990-2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023[J]. The Lancet, 2025, 406(10513): 1811-1872.

[6] 张元元，王雅文，代阳阳，等. 基于 GBD 数据的中国高体质量指数相关主动脉瘤疾病负担变化趋势分析[J]. 中国普通外科杂志，2025，34（6）：1157-1170.
Zhang YY, Wang YW, Dai YY, et al. Analysis of changing trends in the disease burden of aortic aneurysm related to high body mass index in China based on GBD data [J]. Chinese Journal of General Surgery, 2025, 34(6): 1157-1170.(In Chinese)

[7] 李辉章，杜灵彬. Joinpoint 回归模型在肿瘤流行病学时间趋势分析中的应用[J]. 中华预防医学杂志，2020，54（8）：908-912.
Li HZ, Du LB. Application of joinpoint regression model in cancer epidemiological time trend analysis[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2020, 54(8): 908-912.(In Chinese)

[8] 邵健将，李文慧，张雨，等. 中国肿瘤登记地区结直肠癌发病的时空分布模式分析 [J]. 现代预防医学，2025，52（21）：3886-3892.
Shao JJ, Li WH, Zhang Y, et al. Spatio-temporal distribution patterns of colorectal cancer incidence in the Chinese cancer registry regions[J]. Modern Preventive Medicine, 2025, 52(21): 3886-3892. (In Chinese)

[9] 梁珊珊，周智华，李成程，等. 1990—2019 年中国糖尿病疾病负担及发病预测分析 [J]. 中国全科医学，2023，26（16）：2013-2019.
Liang SS, Zhou ZH, Li CC, et al. Diabetes in China: burden analysis between 1990 and 2019 and incidence prediction between 2020 and 2030 [J]. Chinese General Practice, 2023, 26 (16): 2013-2019.(In Chinese)

[10] 谢林延，石正扬，张雨，等. 2005-2018 年中国非黑色素瘤皮肤癌死亡特征及预测研究 [J]. 现代预防医学，2025，52（13）：2336-2342.
Xie LY, Shi ZY, Zhang Y, et al. Study on mortality characteristics and prediction of non-melanoma skin cancer in China from 2005 to 2018[J]. Modern Preventive Medicine, 2025, 52(13): 2336-2342.(In Chinese)

[11] Donald AP, Schafer DW. Residuals in generalized linear models[J]. Journal of the American Statistical Association, 1986, 81 (396):

977–986.

[12] Weiß CS, Aleksandrov B. Checking model adequacy for count time series by using pearson residuals [J]. Journal of Time Series Econometrics, 2020, 12(1): 20180018.

[13] Verma V. A comprehensive framework for residual analysis in regression and machine learning [J]. Journal of Information Systems Engineering and Management, 2025, 10(31s): 34–46.

[14] Zhou XQ, Ruan WQ, Pu JF, et al. Worldwide trends in mortality for aortic aneurysm from 1990 to 2021 and projections to 2036: a systematic analysis of data from the Global Burden of Disease Study 2021[J]. BMJ Open, 2025, 15(9): e101159.

[15] Gao ZJ, Xiong J, Chen ZS, et al. Gender differences of morphological and hemodynamic characteristics of abdominal aortic aneurysm[J]. Biology of Sex Differences, 2020, 11(1): 41.

[16] Kiang SC, Lee MM, Dakour–Aridi H,et al.Presentation and outcomes of thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms in females, existing gaps, and future directions: A descriptive review [J]. Seminars in Vascular Surgery, 2023, 36(4): 501–507.

[17] 赵文军,王青,王翔. 腹主动脉瘤的性别差异研究进展[J]. 浙江医学,2020,42(18):2016–2020.
Zhao WJ, Wang Q, Wang X. Research progress on sex differences in abdominal aortic aneurysm [J]. Zhejiang Medical Journal, 2020, 42 (18): 2016–2020.(In Chinese)

[18] Zhang S, Hua ZH, Li Z, et al. Global trends and inequities in smoking–attributable aortic aneurysm burden from 1990 to 2021 with future projections[J]. Front Public Health, 2025, 13: 1652544.

[19] 赵晴晴,丛舒,樊静,等. 2019–2020 年中国 40 岁及以上人群吸烟状况分析[J]. 中华流行病学杂志,2023,44(5):735–742.
Zhao QQ, Cong S, Fan J, et al. Prevalence of smoking in adults aged 40 years and above in China, 2019–2020 [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2023, 44(5): 735–742.(In Chinese)

[20] Soltero EG, Solovey AN, Hebbel RP, et al. Relationship of circulating endothelial cells with obesity and cardiometabolic risk factors in children and adolescents [J]. Journal of the American Heart Association, 2021, 10(1): e018092.

[21] 王兵. 全球及中国的肥胖症流行病学现状及趋势[J]. 中国普外基础与临床杂志,2025,32(6):661–668.
Wang B. Epidemiological status and trends of obesity worldwide and in China[J]. Chinese Journal of Bases and Clinics in General Surgery, 2025, 32(6): 661–668.(In Chinese)

[22] 赵冬. 中国成人高血压流行病学现状[J]. 中国心血管杂志,2020,25(6):513–515.
Zhao D. Current epidemiology of adult hypertension in China[J]. Chinese Journal of Cardiovascular Medicine, 2020, 25(6): 513–515. (In Chinese)

[23] 《中国心血管健康与疾病报告 2024》编写组,王增武. 《中国心血管健康与疾病报告 2024》: 心血管疾病及其危险因素流行状况[J]. 中国心血管病研究,2025,23(9):771–793.
Wang ZW. Report on Cardiovascular Health and Diseases in China 2024: prevalence of cardiovascular diseases and their risk factors[J]. Chinese Journal of Cardiovascular Research, 2025, 23(9): 771–793. (In Chinese)

[24] Owens DK, Davidson KW, Krist AH, et al. Screening for abdominal aortic aneurysm: US preventive services task force recommendation statement [J]. The Journal of the American Medical Association, 2019, 322(22): 2211–2218.

[25] Wang H, Li YL, Fan KY, et al. Global epidemiology of Early–Onset aortic aneurysm: temporal trends, risk factors, and future burden projections [J]. Journal of Epidemiology and Global Health, 2025, 15 (1): 25.

[26] Jain P, DiMuzio P, Nooromid M, et al. Trends, risk factors, and outcomes of selective screening for abdominal aortic aneurysms in at–risk patients [J]. Journal of Vascular Surgery, 2025, 81 (4): 877–886.e3.

[27] 国家卫生健康委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)[M]. 北京:人民卫生出版社,2022.
National Health Commission Bureau of Disease Prevention and Control. Report on Chinese Residents' Nutrition and Chronic Diseases (2020)[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2022.(In Chinese)

[28] Zeng X, Liu S, Liu Y, et al. Smoking prevalence in urban and rural Areas–China,2024[J]. China CDC Wkly, 2025, 7(22): 751–759.

[29] Wang L, Wang Y, Jiang Q, et al. Air pollution exposure disparities across age groups in Beijing–Tianjin–Hebei region from 2010 to 2020[J]. Environmental Pollution, 2025, 367: 125621.

[30] Mammoto A, Matus K, Mammoto T. Extracellular matrix in aging aorta[J]. Front Cell Dev Biol, 2022, 10: 822561.

[31] Bains P, Oliffe JL, Mackay MH, et al. Screening older adult men for abdominal aortic aneurysm:a scoping review [J]. American Journal of Men's Health, 2021, 15(2): 1204.

[32] Carnevale ML, Koleilat I, Lipsitz EC, et al. Extended screening guidelines for the diagnosis of abdominal aortic aneurysm[J]. Journal of Vascular Surgery, 2020, 72(6): 1917–1926.

[33] Robertson L, Atallah E, Stansby G. Pharmacological treatment of vascular risk factors for reducing mortality and cardiovascular events in patients with abdominal aortic aneurysm[J]. Cochrane Database of Systematic Reviews (Online), 2017, 1(1): Cd010447.

[34] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 国家卫生计生委关于印发《国家基本公共卫生服务规范 (第三版)》的通知[EB/OL]. [2026–07–23]. https://www.nhc.gov.cn/jws/s3578/ 201703/d20c37e23e1f4c7db7b8e25f34473e1b.shtml.
National Health Commission of the People's Republic of China. Notice of the National Health and Family Planning Commission on issuing the National Basic Public Health Service Standards (Third Edition)[EB/OL]. [2026–07–23]. https://www.nhc.gov.cn/jws/s3578/201703/d20c37e23e1f4c7db7b8e25f34473e1b.shtml.(In Chinese)

[35] 张韬,郭伟. 腹主动脉瘤诊断和治疗中国专家共识(2022 版)[J]. 中国实用外科杂志,2022,42(4):380–387.
Zhang T, Guo W. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment of abdominal aortic aneurysm (2022 edition)[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2022, 42(4): 380–387.(In Chinese)

[36] 卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发国家心血管病区域医疗中心设置标准的通知 [EB/OL]. [2026–07–23]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019–11/13/content_5451651.htm.
Notice of the General Office of the National Health Commission on issuing the standards for setting up national regional medical centers for cardiovascular diseases[EB/OL]. [2026–07–23]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019–11/13/content_5451651.htm.(In Chinese)

收稿日期:2026–01–26