· 流行病与统计方法 ·

1990—2021 年基于全球视角的中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担分析及预测研究

何冠琏,王雪婷,姚卫光
南方医科大学卫生管理学院,广东 广州 510515

摘要:目的　分析 1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌(PC)疾病负担趋势,并预测至 2030 年,同时对比中国与全球及不同社会人口学指数(SDI)地区的疾病负担特征和变化趋势差异,为优化胰腺癌防控策略提供依据。**方法**　基于 2021 年全球疾病负担数据库,通过死亡数、死亡率、伤残调整生命年(DALY)和 DALY 率等描述 1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担情况,采用人群归因分值(PAF)排序危险因素,使用 Joinpoint 模型计算年平均变化百分率(AAPC)以分析中国、全球及不同 SDI 地区疾病负担的趋势差异,运用 ARIMA 模型预测到 2022—2030 年。**结果**　1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌死亡人数、死亡率、DALY 和 DALY 率均呈上升趋势。男性死亡率、标化死亡率、DALY 率和标化 DALY 率均高于女性。死亡率的 PAF 及 DALY 率的峰值分别在 75 ~ 79 岁组和 70 ~ 74 岁组。标化死亡率、标化 DALY 率与 SDI 呈正相关,中国低于全球平均水平。ARIMA 模型预测,2030 年标化死亡率、标化 DALY 率将分别下降至 1. 13/10 万和 25. 33/10 万。**结论**　1990—2021 中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担存在显著性别差异和年龄分布规律,且始终低于全球均值,但与全球及各 SDI 地区均呈现同步增长趋势。因此,我国应完善高血糖筛查和管理体系,并对男性和中青年群体采取针对性干预措施,以减轻因高血糖导致的胰腺癌疾病负担。

关键词:高血糖;胰腺癌;疾病负担;Jointpoint 模型;ARIMA 模型
中图分类号:R735. 9　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1003 - 8507(2025)24 - 4443 - 07
DOI:10. 20043/j. cnki. MPM. 202507187

Study and trend forecast on the burden of pancreatic cancer attributed to hyperglycemia, China, 1990 - 2021

HE Guan - lian, WANG Xue - ting, YAO Wei - guang
School of Health Management, Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong 510515, *China*

Abstract: Objective　To analyze the trend of pancreatic cancer disease burden attributable to hyperglycemia in China from 1990 to 2021 and project it to 2030, and to compare the differences in disease burden characteristics and trends between China and the world and different SDI regions, in order to provide a basis for optimizing pancreatic cancer prevention and control strategies. **Methods**　Based on the Global Burden of Disease Database 2021, the disease burden of pancreatic cancer attributable to hyperglycemia in China was described by the number of deaths, mortality rate, DALY, and DALY rate from 1990 to 2021, the PAF was used to rank the risk factors, and the AAPC was calculated using the Joinpoint model to analyze the difference in disease burden trends in China, globally, and in different SDI regions, and the ARIMA model was used to project to 2022 - 2030. **Results**　The number of pancreatic cancer deaths attributable to hyperglycemia, mortality rate, DALY and DALY rate in China showed an increasing trend from 1990 to 2021. Men had higher mortality, standardized mortality, DALY rate and standardized DALY rate than women. The peaks of PAF for mortality and DALY rate were in the 75 - 79 and 70 - 74 age groups, respectively. The standardized mortality rate and standardized DALY rate were positively correlated with the SDI, and China was lower than the global average. The ARIMA model predicted that the standardized mortality rate and the standardized DALY rate would decrease to 1. 13/100 000 and 25. 33/100 000 in 2030, respectively. **Conclusion**　The burden of pancreatic cancer disease attributable to hyperglycemia in China from 1990 to 2021 showed significant gender differences and age distribution patterns, and the burden of disease in China, although consistently lower than the global average, showed a trend of synchronous growth with that of the world and all SDI regions. Therefore, China should improve its hyperglycemia screening and management system and adopt targeted interventions for men and young and middle - aged groups

基金项目:广州公共卫生服务体系建设研究基地资助项目(2024 - 2026 年)
作者简介:何冠琏(1993—),女,硕士在读,研究方向:社会医学与卫生事业管理
通信作者:姚卫光,E - mail:469342532@ qq. com

to reduce the disease burden of pancreatic cancer due to hyperglycemia.

Keywords: Hyperglycemia; Pancreatic cancer (PC); Burden of disease; Jointpoint model; ARIMA model

胰腺癌(Pancreatic Cancer,PC)是一种诊断难、发展快、预后差的消化系统肿瘤[1]。据 2022 年全球癌症统计报告的流行病学数据显示,胰腺癌发病率位列恶性肿瘤第 15 位,死亡率高居第 9 位;其中中国新发病例 11.87 万,位居恶性肿瘤第 10 位,死亡病例 10.63 万,位居全部恶性肿瘤死亡的第 6 位[2]。根据既往数据及研究显示,1990—2019 年高血糖是胰腺癌伤残调整生命年(Disability - adjust Life Years,DALY)率顺位第二危险因素,至 2021 年其 DALY 率达 42.54/10 万,成为首要危险因素,且 85% 患者在胰腺癌确诊前 2 ~ 3 年内,已出现高血糖、甚至糖尿病症状[3]。

已有学者对中国胰腺癌疾病负担、危险因素及未来变化趋势进行研究[4],及证实高空腹血糖与胰腺癌风险存在正相关关系,自 1990 年以来中国归因于高空腹血糖的胰腺癌粗死亡率增加近 2 倍,标化 DALY 率的年度平均百分比变化(Estimated Annual Percent Changes,EAPC)高达 2.04%[5]。但现有研究对单一高危因素所致胰腺癌的疾病负担分析仍显不足,也缺乏针对不同社会人口指数(Social Demographic Index,SDI)地区的差异化研究。随着生活方式、医疗保健、经济发展等显著进步,准确量化疾病负担是实施有效预防措施和早期干预的基础。因此,本研究基于 GBD 2021,分析 1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担及其时间变化趋势,并预测至 2030 年的疾病负担水平,对比中国与全球及不同 SDI 地区的疾病负担特征和变化趋势差异,为完善胰腺癌防控策略提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 *数据来源* 本研究数据来源于 GBD 2021 公开数据库,提取分析 1990—2021 年中国、全球及不同 SDI 地区归因于高血糖的胰腺癌的死亡数、死亡率、DALY 和 DALY 率等指标,各标化率均采用 GBD 2021 全球标准人口年龄构成进行计算。疾病分类采用《国际疾病分类》第十版编码系统,胰腺癌对应编码为 C25.0 ~ C25.9。

1.2 *评价指标* 本研究采用死亡数、死亡率、人群归因分值(Population Attributable Fraction, PAF)、DALY、DALY 率,及通过世界标准人口进行年龄标化后得到的年龄标化率,分析 1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担,DALY 的计算公式为:$DALY = YLLs + YLDs$,其中,YLLs 代表因早死而损失的生命年,YLDs 代表因疾病或伤残而损失的健康年。采用 PAF 衡量在特定人群中,如果消除高血糖这一危险因素,该人群胰腺癌的疾病负担能够减少的比例。PAF 的计算公式为:

$$PAF = \frac{\int_{x=0}^{m} RR(x)P_1(x)dx - \int_{x=0}^{m} RR(x)P_2(x)dx}{\int_{x=0}^{m} RR(x)P(x)dx}$$

其中 $RR(x)$ 表示危险因素(此处为高血糖)暴露水平所对应的相对危险度函数,$P_1(x)$ 表示当前人群中该危险因素的实际暴露分布密度,$P_2(x)$ 表示该危险因素的理论最小暴露水平所对应的密度函数。GBD 基于大量已发表的文献综述和 Meta 分析结果,估定了高血糖导致胰腺癌的 RR 值。在此基础上,将计算得到的 PAF 分别乘以胰腺癌的总死亡数和伤残调整寿命年(DALY),最终得出可归因于高血糖的胰腺癌死亡人数及 DALY。由于胰腺癌主要发病于 40 岁及以上年龄,因此本研究选取 40 岁及以上人群数据,以 5 岁为一个年龄组,对 1990—2021 年中国由高血糖所致的不同性别和不同年龄段人群的胰腺癌 PAF 值、死亡及 DALY 情况进行描述。采用标化死亡率和标化 DALY 率对比中国与全球及不同 SDI 地区归因于高血糖的胰腺癌疾病负担差异。

1.3 *统计学处理* 本研究采用 EXCEL 2019 软件进行数据整理分析。通过死亡数、死亡率、DALY 和 DALY 率等指标描述 1990—2021 年中国不同性别、年龄组人群归因于高血糖的胰腺癌疾病负担特征。采用 Joinpoint Regression Program 5.3.0.0 软件分析疾病负担的时间变化趋势。以年份为自变量,DALY 率和死亡率为因变量,计算各年龄段及不同地区归因于高血糖的胰腺癌疾病负担的年平均变化百分率(Average Annual Percentage Change, AAPC),并据此评估其长期变化趋势。连接点数量、位置及其统计学显著性通过蒙特卡洛置换检验法确定,检验水准设为 $\alpha = 0.05$。采用 R 软件(Version 4.4.3)构建时间序列预测模型,筛选最优 ARIMA 模型预测 2022—2030 年中国胰腺癌归因于高血糖的疾病负担。

2 结 果

2.1 *1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌死亡情况* 研究期间,全人群归因于高血糖的胰腺癌死亡负担显著加重,PAF 从 17.99% 升至 21.93%;归因死亡人数从 6 991 例激增至 26 256 例,增长 275.8%;归因死亡率逐年上升,从 0.59/10 万增长到 1.85/

10 万，增长率为 213.56%，AAPC 为 3.87%（95% *CI* =3.48% ~4.27%），2021 年有所下降。

归因于高血糖的胰腺癌负担具有明显年龄梯度特征：从 40 ~44 岁组到 75 ~79 岁组，PAF 和死亡率均随年龄增长而显著上升，其中 75 ~79 岁组的 PAF 达到峰值（24.67%）；85 ~90 岁组死亡率最高，达 17.53/10 万。此外，1990—2021 年，除 45 ~49 岁、55 ~59 岁和 60 ~64 岁组外，各年龄组均呈现显著增长趋势（$P<0.05$），尤以 40 ~44 岁组（AAPC =1.39%，95% *CI* =0.90 ~1.88）和 70 岁以上老年组（AAPC =1.38% ~1.45%）增长最大（$P<0.001$）。见表 1。

从性别差异看，男性的死亡率始终高于女性，且差异随时间推移逐年增大；总人群的死亡率曲线介于男性和女性之间，整体保持与性别分组一致的上升态势。见图 1。

表 1　我国不同年龄组归因于高血糖的胰腺癌死亡情况

Table 1　PC deaths attributed to hyperglycemia in different age groups in China, 1990—2021

年龄（岁）	PAF（%）		死亡人数（万）		死亡率（1/10 万）			*P* 值
	1990 年	2021 年	1990 年	2021 年	1990 年	2021 年	AAPC（95% *CI*）	
40 ~44	8.97	13.05	148.79	302.42	0.22	0.33	1.39（0.90 ~1.88）	<0.001
45 ~49	11.49	15.27	233.45	647.32	0.45	0.59	0.74（ -0.09 ~1.58）	0.080
50 ~54	14.02	17.54	507.04	1 467.96	1.06	1.21	0.53（0.20 ~0.85）	0.001
55 ~59	16.57	19.32	868.77	2 376.71	2.00	2.16	0.37（ -0.12 ~0.87）	0.145
60 ~64	18.81	21.48	1 078.81	2 857.75	3.05	3.91	0.99（ -0.02 ~2.01）	0.056
65 ~69	20.62	23.05	1 201.97	4 585.90	4.41	5.98	1.22（0.36 ~2.09）	0.005
70 ~74	21.90	24.25	1 208.16	4 969.10	6.42	9.32	1.37（1.06 ~1.69）	<0.001
75 ~79	22.47	24.67	892.53	3 862.48	7.84	11.66	1.38（0.95 ~1.82）	<0.001
80 ~84	22.51	24.46	487.11	2 706.94	9.20	13.68	1.44（0.98 ~1.90）	<0.001
85 ~90	21.86	23.60	194.01	1 669.83	11.50	17.53	1.45（0.85 ~2.06）	<0.001
90 ~94	20.79	22.01	38.89	489.05	12.67	16.68	1.07（0.57 ~1.57）	<0.001
>95	19.23	20.16	3.86	85.87	9.54	13.44	1.17（0.69 ~1.64）	<0.001
全人群	17.99	21.93	6 991.03	26 256.34	0.59	1.85	3.87（3.48 ~4.27）	<0.001

注：PAF = 人群归因风险分值；AAPC = 平均年度变化百分比。

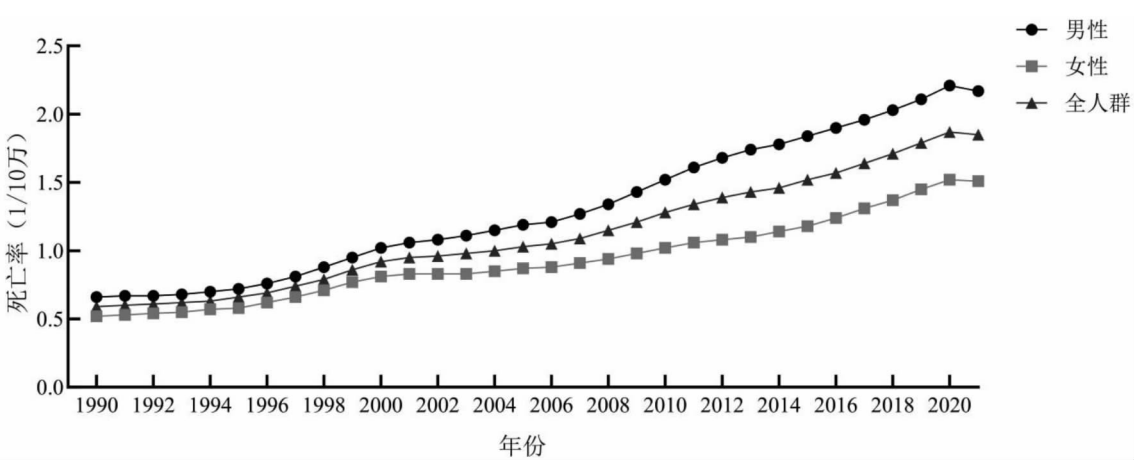


图 1　中国归因于高血糖的胰腺癌死亡率

Fig. 1　Mortality of PC attributable to hyperglycemia in China, 1990—2021

2.2　1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌 DALY 情况　研究期间，中国归因于高血糖的胰腺癌 DALY 负担显著上升，但从 2020 年起轻微回落。2021 年中国因高血糖导致的胰腺癌 DALY 为 60.53 万人年，比 1990 年增加 42.42 万人年，增幅达 234.2%；DALY 率从 15.40/10 万上升至 42.54/10 万，增长约 2.76 倍，AAPC 为 3.47%（95% *CI* =3.06% ~3.88%）。

从年龄差异看，我国因高血糖导致的胰腺癌 DALY 负担呈现显著年龄梯度特征。2021 年 65 ~69 岁组 DALY 负担最重，达 11.21 万人年；从 DALY 率来看，70 ~74 岁组最高（188.00/10 万）。在时间趋势上，1990—2021 年间各年龄组因高血糖导致的胰腺癌 DALY 人年数均显著增加，其中 >95 岁组 DALY 人年数增幅最大，增长率为 2 093.92%，65 ~69 岁组绝对增量最多，增加 8.27 万人年；除 55 ~59 岁和 60 ~64 岁组外，其他年龄组归因于高血糖的胰腺癌 DALY 率

均显著上升,其中 80 ~ 84 岁组(AAPC = 1.43%,95% *CI* = 0.83% ~ 2.03%)和 85 ~ 90 岁组(AAPC = 1.43%,95% *CI* = 0.84% ~ 2.03%)增长最快,其次为 40 ~ 44 岁组,AAPC 为 1.38%(95% *CI* = 0.91% ~ 1.85%)。见表 2。

从性别差异看,1990—2021 年中国男性与女性归因于高血糖的胰腺癌 DALY 率均呈逐年上升趋势。男性归因于高血糖的胰腺癌 DALY 率始终高于女性和全人群水平,且差异随时间趋势扩大;女性始终低于全人群水平。见图 2。

表 2 我国不同年龄组归因于高血糖的胰腺癌 DALY 情况

Table 2 DALY of PC attributable to hyperglycemia in different age groups in China, 1990—2021

年龄(岁)	DALY(人年)		DALY 率(1/10 万)			*P* 值
	1990 年	2021 年	1990 年	2021 年	AAPC(95% *CI*)	
40 ~ 44	7 161.94	14 536.33	10.67	15.88	1.38(0.91 ~ 1.85)	<0.001
45 ~ 49	10 080.47	27 878.29	19.53	25.27	0.75(0.05 ~ 1.46)	0.036
50 ~ 54	19 440.52	56 301.12	40.75	46.58	0.52(0.20 ~ 0.84)	0.002
55 ~ 59	29 315.80	80 277.02	67.60	73.02	0.37(-0.12 ~ 0.86)	0.140
60 ~ 64	31 381.02	82 879.24	88.80	113.53	0.98(-0.05 ~ 2.01)	0.061
65 ~ 69	29 421.65	112 109.63	107.84	146.16	1.24(0.45 ~ 2.04)	0.002
70 ~ 74	24 358.43	100 198.95	129.44	188.00	1.37(1.06 ~ 1.69)	<0.001
75 ~ 79	14 441.14	62 310.33	126.89	188.14	1.37(0.94 ~ 1.80)	<0.001
80 ~ 84	6 177.92	34 091.01	116.63	172.25	1.43(0.83 ~ 2.03)	<0.001
85 ~ 90	1 962.42	16 771.05	116.34	176.06	1.43(0.84 ~ 2.03)	<0.001
90 ~ 94	341.22	4 288.68	111.21	146.27	1.07(0.57 ~ 1.57)	<0.001
>95	32.38	710.39	79.96	111.15	1.12(0.65 ~ 1.60)	<0.001
全人群	181 127.87	605 286.08	15.40	42.54	3.47(3.06 ~ 3.88)	<0.001

注:AAPC = 平均年度变化百分比。

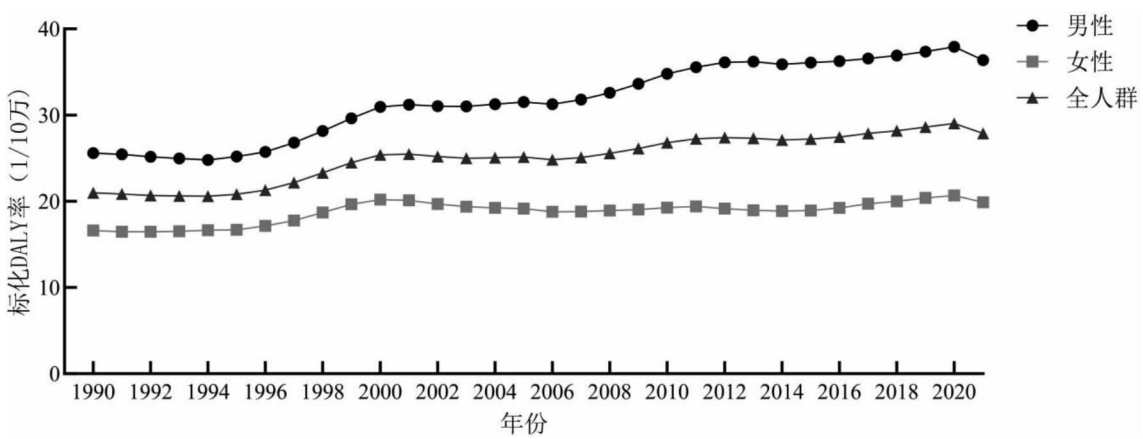


图 2 中国归因于高血糖的胰腺癌 DALY 率

Fig. 2 DALY rate of PC attributable to hyperglycemia in China, 1990—2021

2.3 1990—2021 年中国与全球及不同 SDI 地区归因于高血糖的胰腺癌疾病负担及变化趋势 2021 年全球及不同 SDI 地区归因于高血糖的胰腺癌疾病负担呈明显梯度差异。从标化死亡率来看,高 SDI 地区最高(2.66/10 万),中国(1.25/10 万)略低于全球平均水平(1.57/10 万),低 SDI 地区最低(0.40/10 万)。归因于高血糖胰腺癌的标化 DALY 率也呈现相同状况,高 SDI 地区最高(53.80/10 万),中国(27.88/10 万)仍低于全球均值(31.70/10 万),低 SDI 地区最低(8.60/10 万)。

从变化趋势看,1990—2021 年所有地区的标化死亡率均显著上升,中低 SDI 地区增速最快(AAPC = 2.77%),中国 AAPC 为 1.18%(95% *CI* = 0.73 ~ 1.62)低于全球(AAPC = 1.22%,95% *CI* = 1.13 ~ 1.31);标化 DALY 率同样普遍增长(AAPC = 1.05% ~ 2.75%),中低 SDI 地区增幅最大,AAPC = 2.75%(95% *CI* = 2.57 ~ 2.93),中国 AAPC 为 1.05%(95% *CI* = 0.65 ~ 1.44)仍慢于全球(AAPC = 1.10%,95% *CI* = 0.98 ~ 1.23);同时,虽然低 SDI 地区绝对负担较低,但其标化 DALY 率 AAPC 为 1.65%(95% *CI* = 1.57 ~ 1.73)显著高于中国和全球水平。

表 3　中国与全球及五类 SDI 地区归因于高血糖的胰腺癌疾病负担情况

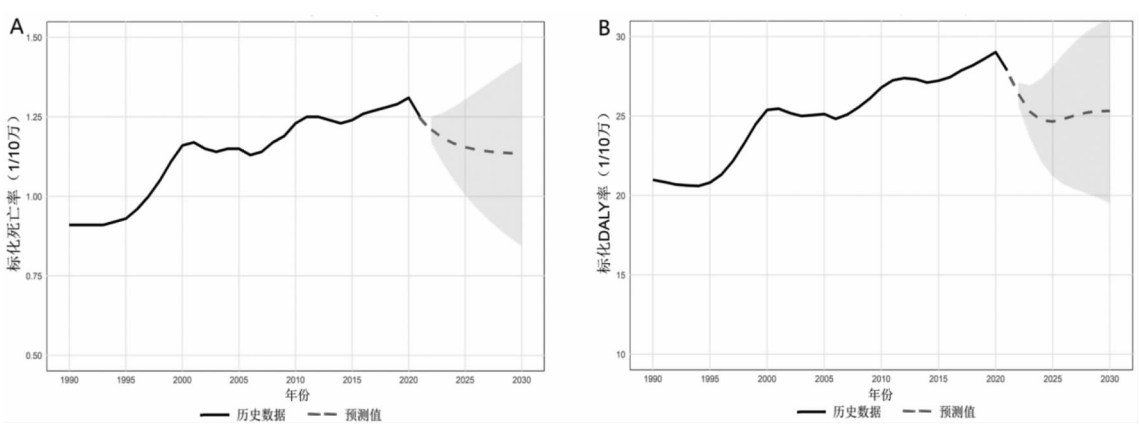
Table 3　PC burden of disease attributable to hyperglycemia in China versus global and five SDI categories, 1990 – 2021

地区	标化死亡率(1/10 万)			*P* 值	标化 DALY 率(1/10 万)			*P* 值
	1990 年	2021 年	AAPC(95% *CI*)		1990 年	2021 年	AAPC(95% *CI*)	
中国	0.91	1.25	1.18(0.73 ~ 1.62)	<0.001	20.98	27.88	1.05(0.65 ~ 1.44)	<0.001
全球	1.08	1.57	1.22(1.13 ~ 1.31)	<0.001	22.64	31.70	1.10(0.98 ~ 1.23)	<0.001
低 SDI	0.23	0.40	1.76(1.66 ~ 1.86)	<0.001	5.19	8.60	1.65(1.57 ~ 1.73)	<0.001
中低 SDI	0.27	0.63	2.77(2.63 ~ 2.90)	<0.001	6.01	13.91	2.75(2.57 ~ 2.93)	<0.001
中 SDI	0.69	1.00	1.34(1.11 ~ 1.56)	<0.001	15.17	21.88	1.26(1.05 ~ 1.47)	<0.001
中高 SDI	1.23	1.81	1.30(1.11 ~ 1.49)	<0.001	27.40	38.86	1.15(1.02 ~ 1.28)	<0.001
高 SDI	1.73	2.66	1.40(1.31 ~ 1.49)	<0.001	36.45	53.80	1.25(1.16 ~ 1.35)	<0.001

注：AAPC = 平均年度变化百分比。

2.4　2022—2030 年归因于高血糖的胰腺癌疾病负担预测　本研究基于 1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担数据，构建时间序列预测模型预测 2022—2030 年标化死亡率和标化 DALY 率。ADF 检验显示原始序列非平稳，经差分处理后平稳。ARIMA 模型筛选结果显示，最优标化死亡率预测模型为 ARIMA(1,1,0)(AIC = −149.54, BIC = −146.67)；最优标化 DALY 率预测模型为 ARIMA(2,1,0)(AIC = 29.72, BIC = 34.02)。残差诊断表明，两个模型的 Ljung – Box 检验结果(标化死亡率：$\chi^2 = 4.75$, $P = 0.91$；标化 DALY 率：$\chi^2 = 3.46$, $P = 0.97$)均显示残差为白噪声序列，证实模型满足独立性假设，预测效能良好。

预测结果显示，标化死亡率将平稳下降，从 2022 年的 1.21/10 万(95% *CI* = 1.17 ~ 1.25)缓慢降至 2030 年的 1.13/10 万(95% *CI* = 0.84 ~ 1.43)；标化 DALY 率预测显示先降后稳，从 2022 年的 26.39/10 万(95% *CI* = 25.69 ~ 27.10)降至 2025 年的 24.66/10 万(95% *CI* = 21.20 ~ 28.12)后趋于稳定，2030 年预测值为 25.33/10 万(95% *CI* = 19.53 ~ 31.12)。见图 3。



注：A 为标化死亡率变化趋势预测图，B 为标化 DALY 率变化趋势预测图。

图 3　2022—2030 年中国归因于高血糖的胰腺癌标化死亡率及标化 DALY 率变化趋势预测

Fig. 3　Projected trends in standardized mortality and standardized DALY rates for PC attributable to hyperglycemia in China, 2022 – 2030

3　讨　论

胰腺癌作为全球致死率最高的恶性肿瘤之一，其疾病负担的持续攀升已成为重大公共卫生问题[4]。本研究基于 GBD 2021 数据，系统分析 1990—2021 年间中国与全球及不同 SDI 地区归因于高血糖的胰腺癌疾病负担的变化特征，并预测 2022—2030 年期间中国的发展态势。结果显示，1990—2021 年中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担存在性别差异和年龄分布特征，死亡人数、DALY、死亡率和 DALY 率均呈上升趋势，各年龄组的人群归因分值均有所上升。因此，归因于高血糖的胰腺癌仍给中国带来沉重的疾病负担，亟需采取系列干预措施。

本研究发现，1990—2021 中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担存在明显性别差异。男性患者的死亡率、标化死亡率、DALY 率和标化 DALY 率均高于女性，且差异逐年增大。这可能与多种因素相关：一是我国男性健康体检依从性[6]、糖尿病社区管理率和治

疗率均低于女性[7];二是女性体雌激素和内类固醇激素水平均高于男性,可降低高血糖发生率[8],并对胰腺癌的发生发展可能具有潜在保护性作用[9]。因此,应引导男性提高体检服务利用率,注重疾病的早期诊断及干预;强化对男性行为风险的干预,注重个体化和精准化,提高其配合社区管理和治疗的主动性和积极性,改善血糖控制效果。

研究结果显示,中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担呈现年龄分布规律。死亡率峰值出现在 85 ~ 90 岁组,DALY 率最高值则见于 70 ~ 74 岁组,这可能与人口老龄化相关[10]。值得关注的是,2019—2021 年,40 ~ 44 岁组人群归因于高血糖的胰腺癌的死亡率和 DALY 率均呈显著增长趋势,提示该人群的疾病负担持续增加。影响因素可能与生理、心理、社会等相关,生理上,年龄≥35 岁是糖尿病的高危因素[11],40 岁以上人群胰腺癌发病率显著上升[12],且长期的高血糖状态可促进肿瘤细胞增殖,并可以多种途径增强其恶化潜能[13];心理上,中青年人群普遍存在健康风险认知偏差,认为自己比其他人更不易出现严重健康问题[14];社会上,该群体承担主要家庭和社会责任,工作压力大、社交活动多,同时伴随不良生活方式(如作息紊乱、缺乏运动及“三高”饮食),这些因素共同增加高血糖和胰腺癌的发病风险[12,15]。因此,应加强糖尿病筛查和规范化管理,重点提升中青年糖尿病早期患者的健康风险认知水平和血糖监测依从性;基于中青年人群特征,推广物联网和可穿戴设备应用以提高自我管理效能;有针对性地向中青年人群开展健康宣教,包括膳食指导、运动建议和戒烟限酒等。

1990—2021 年中国与全球五类 SDI 地区的归因于高血糖的胰腺癌标化死亡率和标化 DALY 率均显著提升,SDI 与归因于高血糖的胰腺癌的标化死亡率、标化 DALY 率呈正相关。高 SDI 地区可能因高热量饮食、肥胖等代谢性危险因素聚集及人口老龄化,导致标化死亡率和标化 DALY 率随 SDI 升高而增加;低 SDI 地区则可能因医疗资源不足及早期筛查诊断能力欠缺,造成疾病负担评估存在偏差[16-20]。虽低 SDI 地区绝对负担较低,但其标化 DALY 率显著高于中国和全球水平;中低 SDI 地区也呈现最快的标化死亡率和标化 DALY 增长速度,说明发展中国家的高血糖及胰腺癌相关防治水平需予以关注和重视。同时,中国的标化死亡率和标化 DALY 率低于全球平均水平,说明中国在糖尿病规范化防治方面的成功实践,能为其他国家提供可借鉴路径。我国于 2009 年将 2 型糖尿病患者管理服务纳入国家基本公共卫生服务。近十余年来,出台系列政策、举措,推广全民健康、“三减三健”,明确糖尿病规范化管理和血糖控制率要求;通过推行医联体建设、分级诊疗、国家标准化代谢性疾病管理中心(National Metabolic Management Center, MMC)项目等,构建综合防治体系;防治指南从最早期以翻译和参考国外为主,现已根据国人循证,形成覆盖糖尿病的早期筛查、个体化治疗及并发症管理等全流程管理规范[11]。建议其他国家制定基于循证医学诊疗规范,采取系统、精准、动态的综合防治,并深化多边科研合作,依托“一带一路”、南南合作等机制平台渠道获取国际技术支持。

时间序列预测结果显示, 2022—2030 年中国归因于高血糖的胰腺癌疾病负担的标化死亡率平稳下降,标化 DALY 率在 2025—2026 年趋于稳定,但 2027 年略有上升,提示我国虽在血糖管理和胰腺癌防治方面取得一定进展和成效,但仍需持续关注和重视,要进一步加强高危人群血糖管理,提升胰腺癌早期诊断技术可及性,落实应对老龄化地区疾病负担反弹风险的相关干预措施。

GBD 数据库基于系统动力学模型与统计学模型对疾病负担及其趋势进行整合分析,属于估计数据而非实际观测值,因此可能存在估计偏差。此外,ARIMA 模型的预测效度有赖于历史数据的平稳性和完整性,诊疗技术突破、短期公共卫生事件或公共卫生政策调整等因素都可能会对长期预测带来不确定性,预测结果可能产生偏差,将考虑在后续研究结合未来最新数据更新模型预测结果。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 许峰晟,封凡,杜飞,等. 2 型糖尿病作为危险因素诱发胰腺癌的相关机制研究进展[J]. 生命科学,2020,32(12):1391 - 1400.
Xu FS, Feng F, Du F, et al. Advances on the related mechanism of type 2 diabetes as a risk factor inducing pancreatic cancer[J]. Chinese Bulletin ofLife Sciences, 2020, 32(12): 1391 - 1400. (In Chinese)

[2] Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA - A Cancer Journal for Clinicians, 2024, 74(3): 229 - 263.

[3] 南昇辰,石乔,陈辰,等. 胰腺癌与糖尿病的关系[J]. 临床肝胆病杂志,2022,38(12):2882 - 2886.
Nan SC, Shi Q, Chen C, et al. Association between pancreatic cancer and diabetes[J]. Journal of Clinical Hepatology, 2022, 38(12): 2882 - 2886. (In Chinese)

[4] 任佳栋,洪蕴,刘彬,等. 1990—2021 年全球和中国胰腺癌的疾病负担分析及其未来趋势预测[J]. 中国普外基础与临床杂志,2025,32(6):722 - 730.
Ren JD, Hong Y, Liu B, et al. Disease burden analysis of pancreatic cancer globally and in China from 1990 to 2021 and future trend projection[J]. Chinese Journal of Bases and Clinics in

General Surgery, 2025, 32(6): 722 – 730. (In Chinese)

[5] Chen XC, Zhong FF, Li J. Trends of disease burden of pancreatic cancer attributed to high fasting plasma glucose in China, 1990 – 2021: insights from the global burden of disease study 2021[J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2025, 38(3): 379 – 384.

[6] 高川,李庆印,柯丹丹,等. 中国≥45 岁人群健康体检服务利用情况:一项基于 CHARLS 2018 的全国横断面调查[J]. 中国全科医学,2024,27(10):1179 – 1185.
Gao C, Li QY, Ke DD, et al. The utilization of health checkup services among People aged 45 and above in China: a National cross – sectional survey based on CHARLS 2018[J]. Chinese General Practice, 2024, 27(10): 1179 – 1185. (In Chinese)

[7] 魏俏俏,胡樱,胡迪,等. 基于 Joinpoint 分析 1990—2019 年中国归因于高 BMI 的 2 型糖尿病疾病负担[J]. 中国卫生统计,2024,41(1):2 – 6.
Wei QQ, Hu Y, Hu D, et al. Analysis of the disease burden of type 2 diabetes attributable to high BMI in China from 1990 to 2019 based on joinpoint regression model[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2024, 41(1): 2 – 6. (In Chinese)

[8] 王昊地,邓正明,王刚,等. 1990—2021 年中国归因于空腹高血糖的结直肠癌疾病负担及未来趋势预测[J]. 中国癌症防治杂志,2025,17(1):61 – 67.
Wang HD, Deng ZM, Wang G, et al. Disease burden in colorectal cancer attributed to fasting hyperglycemia in China from 1990 to 2021 and projections of future trends[J]. Chinese Journal of Oncology Prevention and Treatment, 2025, 17(1): 61 – 67. (In Chinese)

[9] 蔡会龙,原伟光,安静,等. 1990 年和 2019 年中国胰腺癌疾病负担及危险因素研究[J]. 中华全科医学,2023,21(2):337 – 340.
Cai HL, Yuan WG, An J, et al. Disease burden and risk factors of pancreatic cancer in China in 1990 and 2019[J]. Chinese Journal of General Practice, 2023, 21(2): 337 – 340. (In Chinese)

[10] 龙超. 我国居民 1990—2019 年归因于吸烟的胰腺癌疾病负担趋势分析及预测研究[D]. 沈阳:中国医科大学,2023.
Long C. Trend analysis and prediction study of the disease burden of pancreatic cancer attributable to smoking among Chinese residents from 1990 to 2019[D]. Shenyang: China Medical University, 2023. (In Chinese)

[11] 尹经霞,余丽,蒲丹岚,等.《中国糖尿病防治指南(2024 版)》解读[J]. 重庆医科大学学报,2025,50(5):557 – 564.
Yin JX, Yu L, Pu DL, et al. Interpretation of the China guidelines for the prevention and treatment of diabetes (2024 edition)[J]. Journal of Chongqing Medical University, 2025, 50(5): 557 – 564. (In Chinese)

[12] 胡彩霞,盛嘉懿,孙良红,等. 2002—2022 年上海市浦东新区胰腺癌死亡趋势及年龄 – 时期 – 队列模型分析[J]. 中国肿瘤,2025,34(7):1 – 8.
Hu CX, Sheng JY, Sun LH, et al. Mortality trends and age – period – cohort model of pancreatic cancer in Shanghai Pudong New Area[J]. Chinese Cancer, 2025, 34(7): 1 – 8. (In Chinese)

[13] 李军辉,沙焕臣,马清涌,等. 糖尿病与胰腺癌关系的探讨[J]. 西安交通大学学报:医学版,2010,31(3):279 – 282.
Li JH, Sha HC, Ma QY, et al. Diabetes and its relationship with pancreatic cancer[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences), 2010, 31(3): 279 – 282. (In Chinese)

[14] 李凤,高英丽,徐倩,等. 中青年 2 型糖尿病病人风险感知与自我管理水平的相关性研究[J]. 护理研究,2023,37(4):590 – 595.
Li F, Gao YL, Xu Q, et al. Correlation between risk perception and self management level of young and middle? aged patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Chinese Nursing Research, 2023, 37(4): 590 – 595. (In Chinese)

[15] 李赞,刘喜洋,贺卓佳,等. 1999—2019 年中国糖尿病疾病负担的调查研究[J]. 解放军医学杂志,2024,49(7):776 – 782.
Li Z, Liu XY, He ZJ, et al. A survey study on the disease burden of diabetes in China from 1999 to 2019[J]. Medical Journal of Chinese People's Liberation Army, 2024, 49(7): 776 – 782. (In Chinese)

[16] 殷雨来,张晓宇. 基于 GBD 数据库的胰腺癌疾病负担横断面分析及前瞻性预测[J]. 中国普通外科杂志,2025,34(3):462 – 474.
Yin YL, Zhang XY. Cross – sectional analysis and prospective prediction of pancreatic cancer disease burden based on the GBD database[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2025, 34(3): 462 – 474. (In Chinese)

[17] 李如利,王蓉蓉,李连新,等. 肥胖和 2 型糖尿病共同靶点及中药成分干预机制研究[J]. 四川大学学报(医学版),2025,56(4):920 – 930.
Li RL, Wang RR, Li LX, et al. Research on common targets of obesity and type 2 diabetes and the mechanism of intervention by Chinese Herbal medicine components[J]. Journal of Sichuan University (Medical Edition), 2025, 56(4): 920 – 930. (In Chinese)

[18] 王艳艳,江华,吕欣,等. 早发型 2 型糖尿病患者代谢特征及微血管并发症预测模型[J]. 四川大学学报(医学版),2025,56(4):931 – 938.
Wang YY, Jiang H, Lü X, et al. Metabolic characteristics and predictive model for microvascular complications in patients with early – onset type 2 diabetes[J]. Journal of Sichuan University (Medical Edition), 2025, 56(4): 931 – 938. (In Chinese)

[19] 孟令威,李永彬,彭兵. 胰腺癌转化治疗后手术治疗的进展[J]. 四川大学学报(医学版),2025,56(4):1003 – 1010.
Meng LW, Li YB, Peng B. Advances in surgical treatment following translational therapy for pancreatic cancer[J]. Journal of Sichuan University (Medical Edition), 2025, 56(4): 1003 – 1010. (In Chinese)

[20] 李静文,吴仲,彭兵. 困难胰腺微创手术的临床实践与质量控制策略[J]. 四川大学学报(医学版),2025,56(4):997 – 1002.
Li JW, Wu Z, Peng B. Clinical practice and quality control strategies for challenging minimally invasive pancreatic surgery[J]. Journal of Sichuan University (Medical Edition), 2025, 56(4): 997 – 1002. (In Chinese)

收稿日期:2025-07-13