

1992—2021 年中国老年人群归因于高空腹血糖的结核病疾病负担分析

林凯, 刘雅文, 张陈欢, 黄仁湛, 徐震东, 古丽斯, 李雪梅

深圳市盐田区疾病预防控制中心传染病防制科, 广东 深圳 518000

摘要:目的 分析 1992—2021 年中国老年人群归因高空腹血糖的结核病疾病负担现状、变化趋势, 并开展预测, 为老年人群的结核病防治提供参考。方法 提取 2021 年全球疾病负担研究数据库中 1992—2021 年中国老年人群归因于高空腹血糖的结核病死亡和 DALY 数据资料, 通过计算年估计变化百分比分析疾病负担变化趋势, 并从全球视角与不同社会人口学指数地区进行比较, 采用 Gupta 建立的分解法量化分析归因死亡数、归因 DALY 数的变化。利用年龄-时期-队列模型(age-period-cohort, APC)分析归因死亡风险, 利用贝叶斯年龄-时期-队列模型(bayesian age-period-cohort, BAPC)预测归因标化死亡率和归因标化 DALY 率。结果 2021 年, 中国老年人群归因标化死亡率(2.03/10 万)、标化 DALY 率(46.95/10 万)居全球中等水平; 男性的归因死亡率和归因 DALY 率分别为 2.81/10 万、70.97/10 万, 高于女性的 1.04/10 万和 24.21/10 万。1992—2021 年, 中国老年人群归因标化死亡率、归因标化 DALY 率均呈下降趋势, 且相比不同 SDI 地区下降速度最快。人口增长和老龄化对归因死亡数、归因 DALY 数变化的合计贡献分别为 112.50%、109.01%, 流行病学变化的贡献分别为 -170.58%、-158.48%。APC 模型显示, 归因死亡风险随着年龄的增长先上升后下降, 随着时期的递进、出生队列的推移而下降。BAPC 模型预测性能优, 2022—2030 年归因标化死亡率、归因标化 DALY 率均呈下降趋势。结论 1992—2021 年中国老年人群归因高空腹血糖的结核病疾病负担仍不容忽视, 男性的归因疾病负担大于女性, 人口增长和老龄化是归因疾病负担上升的驱动因素, 年龄、时期和队列均对归因疾病负担存在影响, 需结合中国人口特点继续开展综合防治措施。

关键词: 高空腹血糖; 结核病; 疾病负担; 死亡率; 伤残调整寿命年

中图分类号: R52 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)23-4272-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202407164

Analysis of the disease burden attributable to high fasting blood glucose in the elderly population of China from 1992 to 2021

LIN Kai, LIU Ya-wen, ZHANG Chen-huan, HUANG Ren-zhan, XU Zhen-dong, GU Li-si, LI Xue-mei

Infectious Disease Prevention and Control Department, Yantian District Center for Disease Control and Prevention, Shenzhen, Guangdong 518000, China

Abstract: Objective To analyze the current status and trends of the disease burden attributable to high fasting blood glucose related to tuberculosis in the elderly population of China from 1992 to 2021, and to conduct forecasts to provide references for the prevention and control of tuberculosis in this population. **Methods** Data on tuberculosis mortality and Disability-Adjusted Life Years (DALY) attributable to high fasting blood glucose from 1992 to 2021 were extracted from the 2021 Global Burden of Disease Study database. The percentage change in estimated annual disease burden was calculated to analyze trends. Comparisons were made from a global perspective and across different socio-demographic index (SDI) regions, employing the decomposition method established by Gupta to quantify changes in attributable mortality and DALY. The age-period-cohort (APC) model was utilized to analyze the risk of attributable mortality, while the Bayesian age-period-cohort (BAPC) model was used to predict standardized mortality rates and standardized DALY rates. **Results** In 2021, the standardized mortality rate (2.03 per 100 000) and standardized DALY rate (46.95 per 100 000) for the elderly population in China were at a moderate level globally. The attributable mortality and DALY rates for males (2.81 per 100 000 and 70.97 per 100 000, respectively) were higher than those for females (1.04 per 100 000 and 24.21 per 100 000, respectively). From 1992 to 2021, both the standardized mortality rate and standardized DALY rate for the elderly population in China showed a declining trend, with a faster decline compared to different SDI regions. The combined contributions of population growth and aging to changes in attributable mortality and DALY were 112.50% and 109.01%, respectively, while the contributions from epi-

demiological changes were -170.58% and -158.48%. The APC model indicated that the risk of attributable mortality initially rose with age and then declined, as well as decreased over time and across birth cohorts. The BAPC model demonstrated superior predictive performance, forecasting a declining trend in both standardized mortality rates and standardized DALY rates from 2022 to 2030. **Conclusion** The disease burden attributable to high fasting blood glucose related to tuberculosis in the elderly population of China from 1992 to 2021 remains significant. The burden is greater in males than in females, with population growth and aging being driving factors for the increasing burden. Age, period, and cohort all influence the attributable disease burden, necessitating the implementation of comprehensive prevention and control measures tailored to the characteristics of the Chinese population.

Keywords: High fasting blood glucose; Tuberculosis; Disease burden; Mortality rate; Disability-adjusted life years

结核病(tuberculosis, TB)是由结核分枝杆菌引起的传染病,在全球,TB 仍是导致不良健康结局的主要原因之一^[1]。高空腹血糖(high fasting plasma glucose, HFPG)人群感染 TB 风险更高,且治疗效果不佳^[2],HFPG 被认为是阻碍全球范围内控制 TB 的主要危险因素之一^[3]。2019 年,中国老年人群糖尿病患者数约 3 550 万,居世界首位,老年人群亦是 TB 发病的高危人群,具有发病率高且治愈率低的特点,老年人群已成为 TB 防治的重点和难点^[4-5]。目前,中国老年人群中归因于 HFPG 的 TB 疾病负担研究暂未见报道,随着人口老龄化的加剧,相关归因疾病负担的研究对老年人群 TB 防治具有重要的意义。本研究使用 2021 全球疾病负担研究(Global Burden of Disease study, GBD 2021)相关数据,对 1992—2021 年中国老年人群归因于 HFPG 的 TB 疾病负担进行现状、趋势分析及预测,为 TB 的防治策略提供参考。

1 材料与方法

1.1 资料来源 数据来源于 GBD 2021,选择“high fasting plasma glucose”作为危险因素,选“tuberculosis”作为研究疾病,提取 1992—2021 年中国、全球及不同社会人口学指数(socio-demographic index, SDI)地区老年人群归因于 HFPG 的 TB 分年龄、性别的死亡、伤残调整寿命年(disability adjusted life year, DALY)的数量、率及其 95%不确定性区间(uncertainty intervals, UI)用以分析归因于 HFPG 的 TB 疾病负担。

1.2 相关定义

1.2.1 高空腹血糖 空腹血糖大于 5.3 mmol/L^[6]。

1.2.2 老年人群 65 岁及以上的人群定义为老年人群^[5-6]。

1.3 研究方法

1.3.1 统计描述 采用死亡数、死亡率、标化死亡率、DALY 数、DALY 率和标化 DALY 率作为评价归因于 HFPG 的 TB 疾病负担指标。

1.3.2 归因疾病负担趋势分析 计算年估计变化百分比(estimated annual percentage change, EAPC)及其 95%CI。当 EAPC 及其 95%CI 下限>0 时,提示呈上

升趋势;反之则呈下降趋势;当 95%CI 包含 0 时表示变化无统计学意义^[7]。

1.3.3 归因疾病负担变化的驱动因素分解 采用 Das Gupta 建立的分解方法^[8-9],对 1992—2021 年各年归因死亡数、归因 DALY 数相对于 1992 年的变化按人口老龄化、人口增长和流行病学变化共三个因素进行量化分解。

1.3.4 基于 APC 模型进行死亡风险分析 采用 APC 模型估计年龄、时期和出生队列对死亡风险的影响^[10]。采用以 5 年为一组,将≥65 岁人群划为 7 个年龄组,1992—2021 年划为 6 个时期,时期减去年龄得到 12 个出生队列,设置年龄、时期、出生队列中位数所在组为参照组。

1.3.5 基于 BAPC 模型预测归因疾病负担 以 APC 模型结果为基础,构建 BAPC 模型,采用集成嵌套拉普拉斯近似(integrated nested laplace approximation, INLA)进行贝叶斯推断^[11-12],预测 2022—2030 年中国老年人群归因于 HFPG 的 TB 疾病负担。分别使用 1992—2011 和 2012—2021 年时间序列为训练集、测试集评价模型的性能,评价指标采用平均绝对百分误差(mean absolute percentage error, MAPE),当 MAPE 值<5%、5%~9%、10%~19%、20%~49%和≥50%分别认为模型高精度、高度准确、好、合理和不准确^[13]。

1.4 统计学分析 使用 R 4.2.1 进行统计学分析。采用双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 归因疾病负担现状、变化趋势及变化驱动因素分解

2.1.1 归因疾病负担现状 2021 年,中国老年人群归因标化死亡率、归因标化 DALY 率均低于全球、中 SDI、低-中 SDI、低 SDI 地区,均高于高 SDI、高-中 SDI 地区。见表 1。

2021 年,中国老年人群归因死亡数为 3 675.42 人,占全球归因死亡数的 3.69%;男性归因死亡数为 2 595.03 人,高于女性的 1 079.69 人;男性归因死亡率为 2.81/10 万,高于女性的 1.04/10 万。2021 年,

中国老年人群归因 DALY 数为 9.06 万人年, 占全球归因 DALY 数的 4.77%; 男性归因 DALY 数为 6.55 万人年, 高于女性的 2.51 万人年; 男性归因 DALY 率为 70.97/10 万, 高于女性的 24.21/10 万。

2.1.2 全球视角的归因疾病负担变化趋势 1992—

2021 年, 中国、全球和不同 SDI 地区老年人群归因标化死亡率和归因标化 DALY 率均呈下降趋势。中国老年人群归因标化死亡率、归因标化 DALY 率下降速度最快, 分别为 -6.69% (95%CI: -7.13% ~ -6.25%) 和 -5.80% (95%CI: -6.18% ~ -5.43%)。见表 1。

表 1 1992—2021 年中国与全球及不同 SDI 地区老年人群归因于 HFPG 的 TB 疾病负担变化趋势

Trends in the burden of tuberculosis attributable to HFPG among the elderly population in China, globally, and across different Socio-demographic Index (SDI) regions, from 1992 to 2021						
地区	归因标化死亡率(1/10 万)			归因标化 DALY 率(1/10 万)		
	1992 年(95%UI)	2021 年(95%UI)	EAPC(95%CI)	1992 年(95%UI)	2021 年(95%UI)	EAPC(95%CI)
中国	14.54(9.88 ~ 20.60)	2.03(1.34 ~ 3.00)	-6.69(-7.13 ~ -6.25)	266.29(181.82 ~ 370.51)	46.95(31.02 ~ 67.53)	-5.80(-6.18 ~ -5.43)
全球	23.45(16.30 ~ 31.59)	13.30(9.50 ~ 17.73)	-2.16(-2.36 ~ -1.97)	426.71(298.57 ~ 575.58)	247.75(177.34 ~ 327.04)	-2.06(-2.26 ~ -1.86)
高 SDI	2.59(1.88 ~ 13.40)	0.92(0.64 ~ 1.24)	-4.17(-4.39 ~ -3.95)	46.70(34.04 ~ 61.37)	14.92(10.60 ~ 19.95)	-4.54(-4.76 ~ -4.32)
高 - 中 SDI	5.80(3.98 ~ 8.08)	1.87(1.34 ~ 2.57)	-4.20(-4.54 ~ -3.86)	110.77(76.89 ~ 153.04)	39.50(27.95 ~ 53.31)	-3.76(-4.07 ~ -3.45)
中 SDI	31.42(21.60 ~ 42.292)	12.37(8.68 ~ 16.59)	-3.28(-3.51 ~ -3.05)	543.53(377.06 ~ 731.13)	230.32(161.68 ~ 308.35)	-3.02(-3.24 ~ -2.80)
低 - 中 SDI	75.47(51.10 ~ 103.19)	43.99(31.00 ~ 59.33)	-2.19(-2.40 ~ -1.99)	1 335.78(911.95 ~ 1 823.08)	776.06(547.72 ~ 1 038.83)	-2.19(-2.40 ~ -1.99)
低 SDI	101.27(68.81 ~ 142.14)	68.70(47.83 ~ 93.87)	-1.65(-1.79 ~ -1.51)	1 716.90(1 171.68 ~ 2 384.91)	1 171.25(820.66 ~ 1 592.95)	-1.63(-1.78 ~ -1.48)

2.1.3 全球视角的归因疾病负担变化的驱动因素分解 1992—2021 年, 中国、高 SDI、高 - 中 SDI 地区老年人群归因死亡数和归因 DALY 数呈下降趋势, 全球、中 SDI、低 - 中 SDI 和低 SDI 地区则呈上升趋势, 中国的下降幅度最大, 分别下降 58.08% 和 49.46%。人口增长是全球各地区疾病负担增加的主

要驱动因素, 对中国的贡献为 106.78%、108.24%, 低于中 SDI、低 - 中 SDI 地区, 但高于全球、高 SDI、高 - 中 SDI 和低 SDI 地区。流行病学变化是全球各地区疾病负担下降的驱动因素, 对中国的贡献为 -170.58%、-158.48%, 高于全球各地区。见表 2。

表 2 1992—2021 年中国与全球及不同 SDI 地区老年人群归因于 HFPG 的 TB 疾病负担变化驱动因素分解

Decomposition of driving factors for the change in TB burden attributable to HFPG among the elderly population in China, globally, and across different socio-demographic index (SDI) regions from 1992 to 2021						
地区	死亡人数					
	1992 年(95%UI)	2021 年(95%UI)	老龄化(%)	人口增长(%)	流行病学变化(%)	总变化(%)
中国	8 765.71(5 953.98 ~ 12 410.85)	3 674.72(2 414.07 ~ 5 428.78)	501.63(5.72)	9 359.83(106.78)	-14 952.44(-170.58)	-5 090.98(-58.08)
全球	77 301.87(53 755.95 ~ 104 139.71)	99 715.83(71 237.76 ~ 132 923.75)	2 034.55(2.63)	75 430.25(97.58)	-55 050.84(-71.22)	22 413.96(29.00)
高 SDI	2 817.95(2 040.29 ~ 3 698.52)	2 105.53(1 452.51 ~ 2 828.64)	189.93(6.74)	1 734.17(61.54)	-2 636.52(-93.56)	-712.42(-25.28)
高 - 中 SDI	4 918.05(3 380.67 ~ 6 861.11)	3 343.41(2 392.77 ~ 4 593.22)	123.29(2.51)	3 518.74(71.55)	-5 216.68(-106.07)	-1 574.64(-32.02)
中 SDI	22 544.97(15 525.87 ~ 30 320.78)	26 268.20(18 432.12 ~ 35 191.98)	1 608.64(7.14)	28 648.55(127.07)	-26 533.96(-117.69)	3 723.23(16.51)
低 - 中 SDI	32 394.04(21 995.45 ~ 44 126.66)	46 107.65(32 554.83 ~ 62 049.28)	1 131.30(3.49)	36 793.58(113.58)	-24 211.28(-74.74)	13 713.61(42.33)
低 SDI	14 578.53(9 916.11 ~ 20 469.83)	21 834.81(15 228.57 ~ 29 783.26)	678.92(4.66)	14 441.96(99.06)	-7 864.60(-53.95)	7 256.28(49.77)

(续表)

地区	DALY 数(万人年)					
	1992 年(95% <i>UI</i>)	2021 年(95% <i>UI</i>)	老龄化(%)	人口增长(%)	流行病学变化(%)	总变化(%)
中国	17.93(12.24 ~ 24.91)	9.06(5.98 ~ 13.02)	0.13(0.77%)	19.41(108.24%)	-28.41(-158.48%)	-8.87(-49.46%)
全球	146.94(102.86 ~ 198.2)	190.08(136.01 ~ 250.93)	-0.34(-0.23%)	143.28(97.51%)	-99.80(-67.92%)	43.14(29.36%)
高 SDI	5.09(3.71 ~ 6.69)	3.23(2.28 ~ 4.32)	0.09(1.92%)	2.99(58.76%)	-4.96(-97.35%)	-1.87(-36.67%)
高 - 中 SDI	9.85(6.84 ~ 13.62)	7.23(5.12 ~ 9.77)	0.03(-0.34%)	7.16(72.67%)	-9.75(-98.91%)	-2.62(-26.59%)
中 SDI	42.82(29.69 ~ 57.67)	51.78(36.31 ~ 69.35)	0.91(2.12%)	54.71(127.76%)	-46.66(-108.95%)	8.96(20.92%)
低 - 中 SDI	61.65(42.12 ~ 83.84)	86.77(61.18 ~ 116.03)	0.65(1.05%)	69.64(112.97%)	-45.17(-73.27%)	25.12(40.74%)
低 SDI	27.42(18.72 ~ 38.05)	40.96(28.73 ~ 55.75)	0.50(1.84%)	27.10(98.84%)	-14.07(-51.32%)	13.54(49.36%)

2.2 1992—2021 年中国老年人群归因死亡风险年龄、时期、队列模型

2.2.1 模型检验 1992—2021 年, 中国老年人群的总人群、男性和女性归因死亡风险的年龄 - 时期 -

队列模型可估计函数 Wald χ^2 检验的零假设均有统计学意义($P<0.05$), 提示总人群、男性和女性归因死亡风险的变化受到年龄、时期和队列的影响。见表 3。

表 3 1992—2021 年中国老年人群归因于 HFPg 的 TB 的死亡风险的年龄 - 时期 - 队列模型可估计函数 Wald χ^2 检验结果

Table 3 The Wald χ^2 test of the age-period-cohort model for the mortality risk of TB attributable to HFPg among the elderly in China from 1992 to 2021

零假设	总人群		男性		女性	
	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值
净漂移值 =0	1 153.36	<0.001	479.87	<0.001	1 827.56	<0.001
总年龄偏差 =0	311.18	<0.001	357.94	<0.001	67.35	<0.001
总时期偏差 =0	185.20	<0.001	211.69	<0.001	124.24	<0.001
总队列偏差 =0	22.35	0.01	25.83	<0.001	22.90	0.01
全时期 <i>RR</i> 值 =1	1 261.78	<0.001	643.22	<0.001	1 937.28	<0.001
全队列 <i>RR</i> 值 =1	6 144.31	<0.001	6 721.61	<0.001	4 786.07	<0.001
净漂移值 = 局部漂移值	20.62	<0.004	25.52	<0.001	18.18	0.01

2.2.2 模型分析 从 1992—2021 年, 中国老年人群的总人群、男性和女性的净漂移分别为 -6.87%(95% *CI*: -7.26% ~ -6.49%)、-6.25%(95% *CI*: -6.80% ~ -5.71%) 和 -7.86%(95% *CI*: -8.21% ~ -7.52%), 提示归因死亡风险均呈下降趋势。各年龄组局部漂移值均小于 0, 说明各年龄组的归因死亡风险随着时间的递进而下降; 女性在各年龄组的局部漂移值的绝对值均大于男性, 说明女性下降趋势均大于男性。

经调整年龄和时期效应, 归因死亡率的随着年龄的增长呈先上升后下降的趋势, 其中男性的归因死亡率高峰为 80 ~ 84 岁的 20.02 (95% *CI*: 19.19 ~ 20.88) /10 万, 女性的高峰为 70 ~ 74 岁的 7.63 (95% *CI*: 7.24 ~ 8.05) /10 万。男性各年龄组归因死亡率高于女性。

经调整年龄和队列效应, 与参照时期 2002—2006 年(*RR*=1)相比, 归因风险随着时期的递进而下降, 在 2017—2021 年下降至最低(总人群 *RR*=0.29,

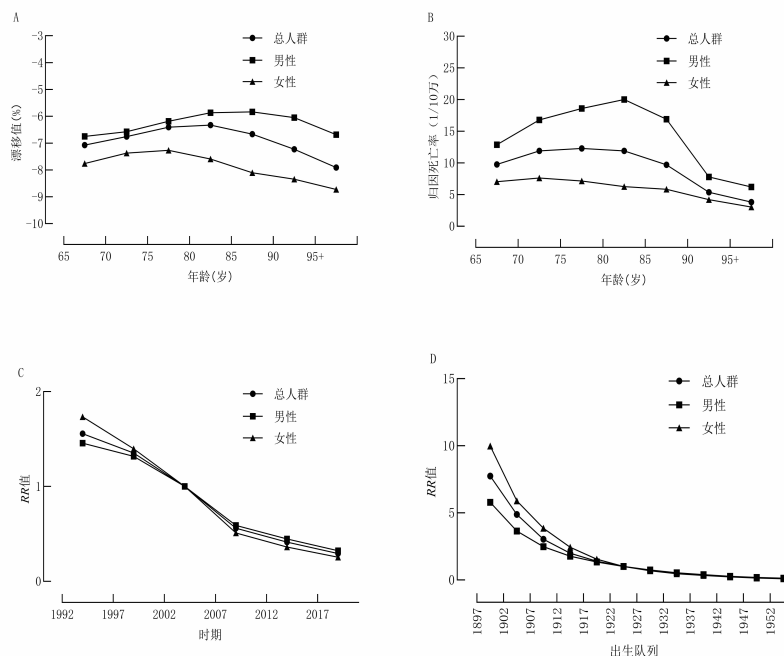
95% *CI*: 0.27 ~ 0.32; 男性 *RR*=0.32, 95% *CI*: 0.29 ~ 0.36; 女性 *RR*=0.25, 95% *CI*: 0.23 ~ 0.28)。

经调整年龄和时期效应, 与参照队列 1922—1926 年(*RR*=1)相比, 归因死亡风险随着出生年份的推移而下降, 在 1952—1956 年出生队列人群下降至最低(总人群 *RR*=0.12, 95% *CI*: 0.11 ~ 0.13; 男性 *RR*=0.13, 95% *CI*: 0.12 ~ 0.15; 女性 *RR*=0.09, 95% *CI*: 0.08 ~ 0.10)。见图 1。

2.3 基于 BAPC 的疾病负担预测

2.3.1 模型性能 模型拟合中国老年人群归因标化死亡率和归因标化 DALY 率的 MAPE 分别为 5.32% 和 5.53%, 提示 BAPC 模型预测性能优。

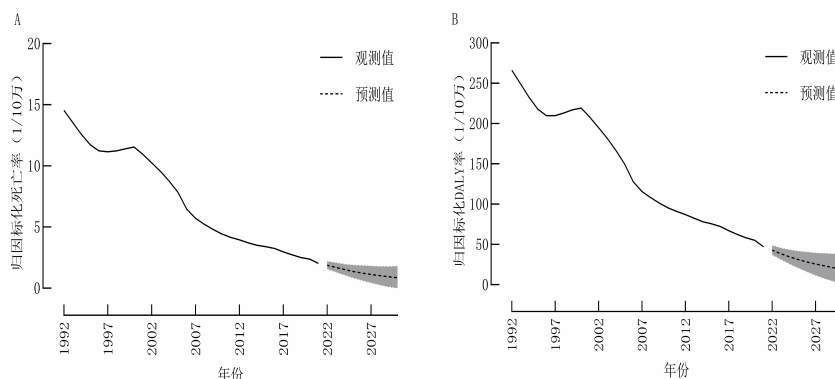
2.3.2 预测结果 2022—2030 年, 中国老年人群归因标化死亡率和归因标化 DALY 率均呈下降趋势, 其中归因标化死亡率下降至 0.87/10 万 (95% *CI*: 0.01 ~ 1.78), 归因标化 DALY 率下降至 19.70/10 万 (95% *CI*: 1.21 ~ 38.25)。见图 2。



注:图 A 局部漂移值;图 B 纵向年龄曲线;图 C 时期率比;图 D 队列率比。

图 1 1992—2021 年中国老年人群归因于 HFPG 的 TB 死亡率的年龄-时期-队列模型

Figure 1 Age-period-cohort model for the mortality rate of TB attributable to HFPG in the elderly in China from 1992 to 2021: (A)Local offset; (B)Longitudinal age curve; (C)Period RR; (D)Cohort RR



注:图 A 归因标准化死亡率预测;图 B 归因标准化 DALY 率预测。

图 2 1992—2021 年中国老年人群归因于 HFPG 的 TB 疾病负担预测

Figure 2 Predictions of the burden of TB attributable to HFPG in the elderly in China from 1992 to 2021: (A) Attributable standardized mortality rate; (B) Attributable standardized DALY rate

3 讨论

本研究基于 GBD 2021, 率先探讨了 1992—2021 年中国老年人群归因于 HFPG 的 TB 疾病负担现状、变化趋势并开展预测, 结果显示, 中国老年人群归因于 HFPG 的 TB 疾病负担有以下特征。

归因疾病负担仍较重, 需持续推进各项防治策略。全球视角下, 2021 年, 中国老年人群的归因标准化死亡率、归因标准化 DALY 率处于中等水平, 与高 SDI 国家相比仍有差距, 提示疾病负担仍不容忽视。1992—2021 年, 中国老年人群归因疾病负担呈下降趋势, 相比不同 SDI 地区, 中国的下降速度最快, 其中

归因标准化死亡率下降 6.69%、归因标准化 DALY 率下降 5.80%, 提示中国对老年人群采取的大规模主动筛查发现 TB 患者、全面推行 TB 督导短程化学治疗、开展糖尿病患者健康管理等策略取得了巨大的成效^[14-15], 需持续推进各项策略。

男性归因疾病负担高于女性。中国老年人群中, 男性归因死亡数、归因死亡率、归因 DALY 数、归因 DALY 率均高于女性, 与一项全球的研究结果一致^[16]。男性归因疾病负担高于女性, 除中国人口性别分布男性高于女性^[17]有关外, 可能还与男性吸烟、饮酒等其他结核分支杆菌感染危险因素发生率高于女性^[18]、女

性 TB 治疗的依从性和效果高于男性^[19]、男性糖尿病发生风险更高有关,提示需对男性开展有效的健康风险沟通及个性化健康干预措施。

流行病学变化是归因疾病负担下降的主要原因。归因疾病负担变化的驱动因素分解结果显示,人口增长、人口老龄化推动着中国老年人群归因疾病负担的上升,其中人口增长对中国归因死亡数、归因 DALY 数的上升分别贡献了 106.78%、108.24%,高于全球的平均水平,提示人口增长给中国带来了更多的医疗资源需求,中国在公共卫生政策和医疗资源规划中应予充分考虑。但潜在的流行病学变化(归因死亡风险下降)的下降抵消了归因疾病负担上升的趋势,且与全球及不同 SDI 地区相比,流行病学变化对中国的归因疾病负担下降的贡献度最高,这进一步说明了对中国对 TB 及糖尿病的系列防治政策取得的巨大成效。

年龄、时期和出生队列均对归因死亡风险均存在影响。APC 模型显示,1992—2021 年,中国老年人群不同性别人群归因死亡风险均随着时间的递进而下降,女性的下降趋势大于男性。年龄效应方面,归因死亡风险随着年龄的增长出现先上升后下降的趋势,男性、女性的归因死亡率高峰分别在 80~84 岁、70~74 岁,男性的峰值明显高于女性,这与糖尿病疾病负担年龄分布情况基本一致^[15],提示随着中国人口老龄化加剧,应该加强对老年人群尤其是老年男性人群的血糖监测及 TB 主动筛查。时期效应方面,归因死亡风险随着时期的递进而下降,不同时期采取的防治政策均对死亡风险产生显著影响,1991 年的《一九九一至二〇〇〇年全国结核病防治规划》,2001 年的《全国结核病防治规划(2001—2010 年)》,2011 年的《“健康中国 2030”规划纲要》等系列适合中国国情的防治工作策略,得以让中国建立了完善的 TB 防治体系,归因疾病负担得到显著下降。出生队列方面,队列越年轻归因死亡风险则更低。

BAPC 模型预测显示归因疾病负担呈下降趋势,但仍不容忽视。虽然 BAPC 模型预测显示 2022—2030 年归因疾病负担呈下降趋势,但归因疾病负担变化的驱动因素分解结果显示人口老龄化是疾病负担上升的驱动因素之一。目前,中国人口老龄化速度进一步加快^[20],需采取措施来预防老龄化导致的归因疾病负担升高的问题,如将老年人群的糖尿病和 TB 防治与深化医改、国家基本公共卫生服务工作紧密结合,不断加强对老年人群的血糖监测及 TB 主动筛查,加强医疗资源的配置、社会支持和关怀,确保老年患者能得到有效治疗和管理;对老年人群开展针对性健康教育,增加老年人对 HFGP 和 TB 的认识;加强

相关科研工作,深入研究 HFGP 与 TB 的发病机制,助力解决阻碍结核病防治的技术难题等。

本研究仍存在一定局限性,一是 GBD 2021 数据是基于数学模型和统计学模型估计获得,不可避免地存在测量误差;二是暂未开展 TB 不同耐药情况的归因疾病负担研究,今后应予以完善。

综上所述,1992—2021 年,中国老年人群归因于 HFGP 的 TB 疾病负担仍不容忽视,男性的归因疾病负担高于女性,人口增长和老龄化是归因疾病负担上升的驱动因素,年龄越大、出生队列越早归因死亡风险更高,随着人口老龄化加剧,应制定针对性的防治措施,降低归因疾病负担。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Safiri S, Carson-Chahhoud K, Noori M, et al. Burden of chronic obstructive pulmonary disease and its attributable risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *BMJ (Clinical Research ed.)*, 2022, 378: e069679.
- [2] Yoo JE, Kim D, Han K, et al. Diabetes status and association with risk of tuberculosis among korean adults[J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(9): e2126099.
- [3] Kumar NP, Babu S. Impact of diabetes mellitus on immunity to latent tuberculosis infection [J]. *Front Clin Diabetes Healthc*, 2023, 4: 1095467.
- [4] Sinclair A, Saeedi PY, Kaundal A, et al. Diabetes and global ageing among 65–99-year-old adults: Findings from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition [J]. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 2020, 162: 108078.
- [5] 高颖,刘玉荣,沈玉祯,等. 1990–2019 年中国老年人肺结核疾病负担变化趋势[J]. *疾病监测*, 2024, 39(2): 189–194.
Gao Y, Liu YR, Shen YZ, et al. Variation trend of disease burden of pulmonary tuberculosis in the elderly in China, 1990–2019 [J]. *Disease Surveillance*, 2024, 39(2): 189–194. (In Chinese)
- [6] 国家老年医学中心,中华医学会老年医学分会,中国老年保健协会糖尿病专业委员会. 中国老年糖尿病诊疗指南(2021 年版)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(1): 14–46.
Guo Jia Lao Nian Yi Xue Zhong Xin, Zhong Hua Yi Xue Hui Lao Nian Yi Xue Fen Hui, Zhong Guo Lao Nian Bao Jian Xie Hui Tang Niao Bing Zhuan Ye Wei Yuan Hui. Guideline for the management of diabetes mellitus in the elderly in China (2021 edition)[J]. *Chinese Journal of Diabetes Mellitus*, 2021, 13(1): 14–46. (In Chinese)
- [7] Jian HZ, Li YX, Jing S, et al. Global trends in incidence, death, burden and risk factors of early-onset cancer from 1990 to 2019[J]. *BMJ Oncology*, 2023, 2: e000049.
- [8] Yang J, Qi JL, Wang XX, et al. The burden of hepatitis C virus in the world, China, India, and the United States from 1990 to 2019[J]. *Front Public Health*, 2023, 11: 1041201.
- [9] Guptap D. Standardization and decomposition of rates: a user's manual[M]. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1993.

- [10] Bao C, Shi L, Wen Y, et al. Trends in the incidence and mortality rates of myocarditis in the Chinese population during 1990–2019: joinpoint regression and Age–Period–Cohort analysis [J]. *Anatol J Cardiol*, 2024, 28(3): 165–172.
- [11] Jiang YC, Han RQ, Su J, et al. Trends and predictions of lung cancer incidence in Jiangsu Province, China, 2009–2030: a bayesian age–period–cohort modelling study [J]. *BMC Cancer*, 2022, 22(1): 1110.
- [12] 杨明,汪舒文,宇传华. 1990–2019 年中国皮肤恶性肿瘤疾病负担状况及发病趋势预测[J]. *中国肿瘤*, 2022, 31(11): 853–861. Yang M, Wang SW, Yu CH. Trend of disease burden of skin malignant tumor in China from 1990 to 2019 [J]. *China Cancer*, 2022, 31(11): 853–861.(In Chinese)
- [13] Pao HT. Forecasting energy consumption in Taiwan using hybrid nonlinear models[J]. *Energy*, 2009, 34(10): 1438–1446.
- [14] 陈伟,孙慧娟,赵雁林. 新时期我国结核病防治服务体系建设及展望[J]. *结核与肺部疾病杂志*, 2024, 5(2): 95–100. Chen W, Sun HJ, Zhao YL. Construction and prospects of tuberculosis prevention and control service system in China during the new era [J]. *Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 2024, 5 (2): 95–100. (In Chinese)
- [15] 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)
- [16] Bian Q, Zhang YJ, Xue C, et al. Global and regional estimates of tuberculosis burden attributed to high fasting plasma glucose from 1990 to 2019: emphasis on earlier glycemic control [J]. *BMC Public Health*, 2024, 24(1): 782.
- [17] 国家统计局. 我国人口发展呈现新特点与新趋势[EB/OL]. [2024–10–15]. https://www.stats.gov.cn/sj/sjjd/202302/t20230202_1896485.html. New Characteristics and Trends in China's Population Development. National bureau of statistics [EB/OL]. [2024–10–15]. https://www.stats.gov.cn/sj/sjjd/202302/t20230202_1896485.html. (In Chinese)
- [18] Feng Y, Xu Y, Yang Y, et al. Effects of smoking on the severity and transmission of pulmonary tuberculosis: a hospital–based case control study[J]. *Front Public Health*, 2023, 11: 1017967.
- [19] Horton KC, MacPherson P, Houben RMGJ, et al. Sex differences in tuberculosis burden and notifications in Low– and Middle–Income countries: a systematic review and meta–analysis[J]. *PLOS Medicine*, 2016, 13(9): e1002119.
- [20] 杨涵墨. 中国人口老龄化新趋势及老年人口新特征[J]. *人口研究*, 2022, 46(5): 104–116. Yang HM. Dynamic trend of China's population ageing and new characteristics of the elderly [J]. *Population Research*, 2022, 46(5): 104–116.(In Chinese)

收稿日期: 2024–07–13

(上接第 4271 页)

- factors of the elderly in China—an empirical study based on CHARLS data[J]. *Health Economics Research*, 2016, (11): 7–10.(In Chinese)
- [14] Da rosa PPDS, Marques LP, Corrêa VP, et al. Is the combination of depression symptoms and multimorbidity associated with the increase of the prevalence of functional disabilities in Brazilian older adults? A cross–sectional study[J]. *Front Aging*, 2023, 4: 1188552.
- [15] 徐小兵,李迪,孙扬,等. 基于倾向得分匹配的农村中老年人慢性病共病对失能的影响研究[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(4): 434–439. Xu XB, Li D, Sun Y, et al. Influence of multimorbidity on disability among middle–aged and older People in rural areas: a propensity–score matching study[J]. *Chinese General Practice*, 2023, 26(4): 434–439.(In Chinese)
- [16] 赖锦佳,黄咏琪,马超群,等. 我国中老年慢性病共病人群抑郁症状发展轨迹及影响因素研究 [J]. *现代预防医学*, 2023, 50 (19): 3589–3593, 3648. Lai JJ, Huang YQ, Ma CQ, et al. Study on the development trajectory and influencing factors of depressive symptoms in middle–aged and elderly people with chronic comorbidity in China [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2023, 50(19): 3589–3593, 3648.(In Chinese)
- [17] 赵慧,王志伟,马婷婷,等. 基于倾向性评分匹配法的慢性病共病对我国中老年人抑郁症状的影响研究 [J]. *医学与社会*, 2022, 35(6): 127–132, 144. Zhao H, Wang ZW, Ma TT, et al. Research on influence of chronic disease comorbidity on depressive symptom among middle–aged and elderly people in China based on propensity score matching [J]. *Medicine and Society*, 2022, 35(6): 127–132, 144.(In Chinese)

收稿日期: 2024–07–14