

2007—2021 年四川省肺癌死亡趋势 及年龄 - 时期 - 队列的效应分析

胡凤, 马原, 康红

四川大学华西第二医院出生缺陷及相关妇儿疾病教育部重点实验室, 四川 成都 610041

摘要:目的 分析 2007—2021 年四川省居民肺癌死亡趋势, 为新时期制定肺癌防治政策提供依据。方法 肺癌死亡率源自四川省卫生统计年鉴。以 20~84 岁居民为研究对象, 运用年龄 - 时期 - 队列模型, 从年龄、时期与出生队列方面估计对肺癌死亡率的影响效应。结果 男女性肺癌死亡率分别由 2007 年的 59.68/10 万、16.48/10 万波动升至 2021 年的 75.14/10 万、30.49/10 万。相较于 20~24 岁居民, 男女性 75~79 岁居民分别是其肺癌致死风险的 101 倍、121 倍; 男女性 2017—2021 年肺癌致死风险分别是 2012—2016 年的 1.29 倍、1.31 倍; 1927—1931 年出生的男女性肺癌致死风险分别是出生于 1992—1996 年的 73.42 倍、38.49 倍。结论 2007—2021 年四川省肺癌死亡率呈现波动上升, 男性死亡率更高。年龄、时期及出生队列的肺癌致死风险存在差异。

关键词:肺癌; 死亡趋势; 年龄 - 时期 - 队列模型; 四川

中图分类号: R734.2 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)08-1370-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202401393

Death trends and age - period - cohort model analyses of lung cancer, Sichuan, 2007 - 2021

HU Feng, MA Yuan, KANG Hong

Key Laboratory of Birth Defects and Related Women and Children's Diseases, Ministry of Education, West China Second Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China

Abstract: Objective To analyze the mortality trend of lung cancer in Sichuan Province from 2007 to 2021, and provide evidence for formulating lung cancer prevention and control policies in the new period. **Methods** Lung cancer mortality was obtained from Health Statistics Yearbook of Sichuan Province. A cohort age - period model was used to estimate the effect of age, period and birth cohort on lung cancer mortality in residents aged 20 - 84. **Results** The mortality rates of lung cancer in male and female increased from 59.68/100 000 and 16.48/100 000 in 2007 to 75.14/100 000 and 30.49/100 000 in 2021 respectively. Compared with residents aged 20 - 24, male and female residents aged 75 - 79 were 101 times and 121 times higher than those aged 20 - 24 respectively; male and female lung cancer mortality risks from 2017 to 2021 were 1.29 times and 1.31 times higher than those from 2012 to 2016 respectively; male and female lung cancer mortality risks born in 1927—1931 were 73.42 times and 38.49 times higher than those born in 1992—1996 respectively. **Conclusion** Lung cancer mortality in Sichuan Province fluctuates from 2007 to 2021, and male mortality is higher. There were differences in lung cancer mortality risk by age, period, and birth cohort.

Keywords: Lung cancer; Mortality trend; Age - period - cohort model; Sichuan

在全球范围内, 肺癌的发病率与死亡率居高不下, 成为最常见的恶性肿瘤之一。据国际癌症研究中心发布的全球癌症统计报告显示, 2020 年全球与中国因肺癌死亡人数分别达 179.6 万、81.6 万, 均居恶性肿瘤死亡谱首位^[1]。四川省位于中国西南部, 2021 年《四川卫生健康统计年鉴》数据显示肺癌死亡率为

53.24/10 万, 远高于其他癌种, 但鲜有研究分析四川省域肺癌死亡趋势变化。本研究利用四川省官方统计数据, 应用前沿统计学模型分析 2007—2021 年居民肺癌死亡率, 探究年龄、时期与出生队列的影响效应, 旨在为新时期制定及优化肺癌防治政策提供科学依据。

基金项目: 四川省基层卫生事业发展研究中心青年项目(SWFZ23-Q-77)

作者简介: 胡凤(1993—), 女, 本科, 初级职称, 研究方向: 公共卫生

通信作者: 康红, E-mail: 1015401436@qq.com

1 资料与方法

1.1 资料来源 研究数据来源于 2007—2012 年《四川卫生统计年鉴》、2013—2016 年《四川卫生和计划

生育统计年鉴》、2017—2021 年《四川卫生健康统计年鉴》。根据世界卫生组织推荐的国际疾病和有关健康问题统计分类第十版的分类规则,确定肺癌疾病编码为 C34。从年鉴编制的居民病伤死亡原因中收集不同性别全年龄组及 20~84 岁以每 5 岁分组的死亡率数据。

1.2 研究方法 采用年龄-时期-队列模型(age-period-cohort, APC),以期从年龄、时期与出生队列三个方面探析对肺癌死亡率的独立效应影响,并展示其在时间变化上的趋势。由于 APC 模型要求年龄、时期与出生队列间隔保持一致,故借鉴已有研究^[2],将年龄以 5 岁为组距分为 13 组,时期分为 2007—2011 年、2012—2016 年、2017—2021 年 3 组,时期减年龄共计 15 个出生队列。为使 APC 模型获得唯一解,规避年龄、时期与出生队列间存在共线性,本文运用 Fu^[3]与 Yang^[4]等提出的内生因子估算法(Intrinsic Estimator, IE)进行模型求解。APC 模型的基本表达式如下:

$$\ln M = \lambda + \alpha X_a + \beta X_p + \delta X_c + \varepsilon$$

式中: M 解释为肺癌死亡率;常数项、残差用 λ 、 ε 表示;年龄、时期与出生队列用 X_a 、 X_p 、 X_c 代表,其对应的效应系数分别用 α 、 β 、 δ 展现。

1.3 统计学方法 使用 Excel 2016 软件整理肺癌死

亡率数据。运用 Stata 14.0 软件计算肺癌死亡率总体与不同性别的平均年度变化趋势百分比(average annual percent change, AAPC),并拟合 APC 模型。当 AAPC 的 95% CI 不包含 0 时,提示肺癌死亡率变化趋势具有统计学意义^[5]。基于 APC 模型拟合结果,依次从年龄、时期与出生队列方面展示其对肺癌死亡率的独立效应,同时参照于总体平均效应^[6],分别计算不同年龄、时期与出生队列的肺癌死亡相对危险度(relative risk, RR)。以 $\alpha = 0.05$ 作为统计分析的检验水准。

2 结果

2.1 四川省肺癌总体死亡趋势变化 2007—2021 年,总体上四川省肺癌死亡率呈现波动上升。数据从 2007 年的 38.08/10 万升至 2021 年的 53.24/10 万,趋势具有统计学意义(AAPC = 1.13, 95% CI: 0.17 ~ 2.09)。女性肺癌死亡率由 2007 年的 16.48/10 万升至 2021 年的 30.49/10 万,趋势不具有统计学意义(AAPC = 1.61, 95% CI: -0.76 ~ 3.98)。男性肺癌死亡率由 2007 年的 59.68/10 万升至 2021 年的 75.14/10 万,趋势具有统计学意义(AAPC = 0.93, 95% CI: 0.31 ~ 1.55)。见图 1。

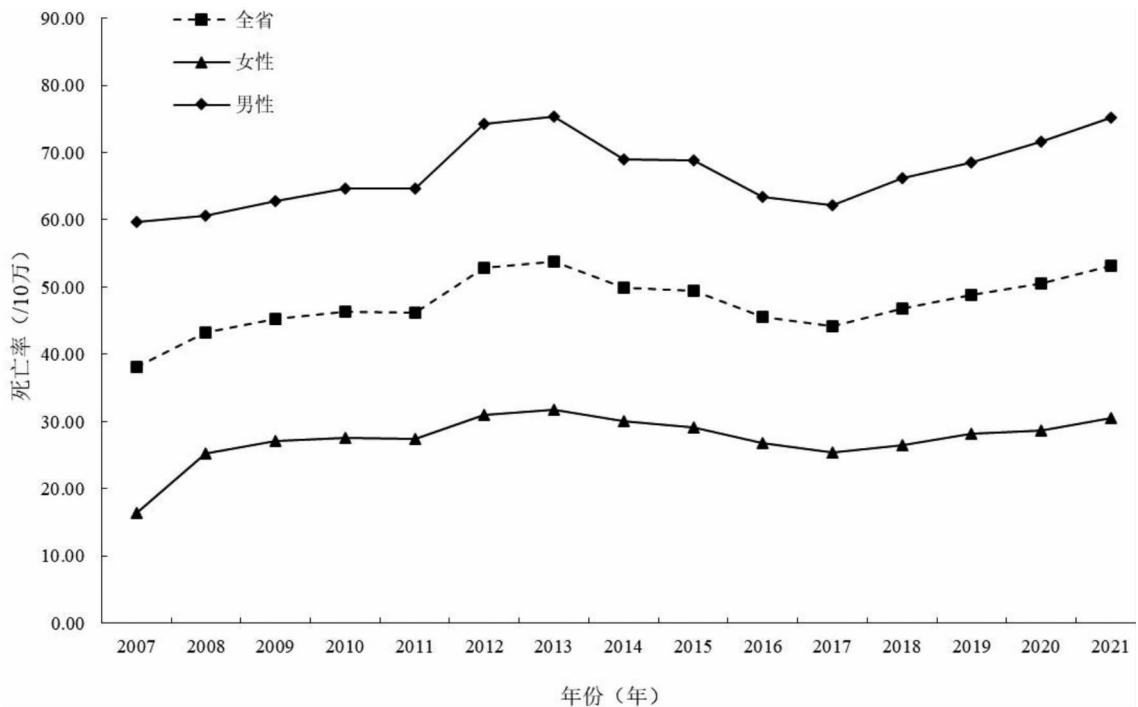
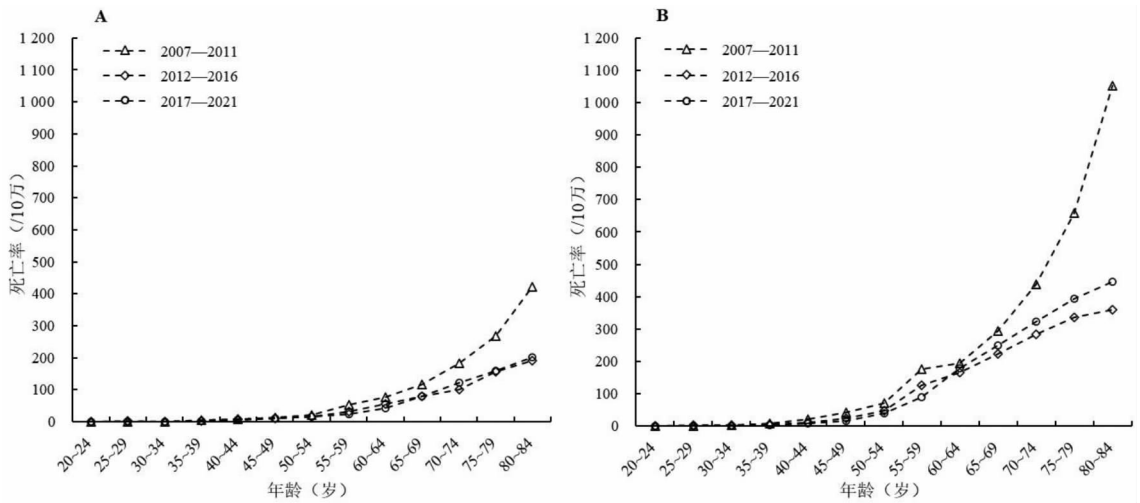


图 1 2007—2021 年四川省肺癌死亡率在全省及男女间的变化趋势

Fig. 1 Change trend of lung cancer mortality rate in Sichuan Province and between men and women from 2007 to 2021

2.2 不同性别年龄肺癌的死亡趋势变化 男女性别分别在 20~49 岁、20~54 岁年龄组内,肺癌死亡率的增

长趋势相对平缓,分别从 50 岁、55 岁开始,死亡率的增长趋势变得明显。见图 2。



注:A、B 分别表示女性与男性。

图 2 2007—2021 年四川省男女性肺癌在不同年龄组的死亡趋势

Fig. 2 Death trend of male and female lung cancer in different age groups in Sichuan Province from 2007 to 2021

2.3 肺癌死亡率的 APC 模型分析

2.3.1 年龄效应 在所有年龄组中,20~24 岁男女性肺癌致死风险呈现最小,其相对危险度分别为 0.052、0.039。75~79 岁男女性肺癌致死风险则排列首位,其相对危险度分别为 5.256、4.709。男性在 20~34 岁、65~84 岁的肺癌致死风险超过女性,而女性则在 35~64 岁超过男性。

2.3.2 时期效应 随着时期向后推移,不同性别肺癌致死风险呈现先降后升。相较于 2012—2016 年,2017—2021 年男女性肺癌致死风险分别增加了 1.29

倍、1.31 倍。男性在 2007—2011 年的肺癌致死风险超过女性,而女性则在 2012—2021 年超过男性。

2.3.3 队列效应 相较于 1992—1996 年出生者,1927—1931 年出生的男女性肺癌致死风险分别增加了 73.42 倍、38.49 倍。其中,男性在 1947—1976 年、1982—1986 年、1992—1996 年出生的居民肺癌致死风险超过女性,而女性则在 1927—1946 年、1977—1981 年、1987—1991 年、1997—2001 年出生的居民超过男性。见表 1、图 3。

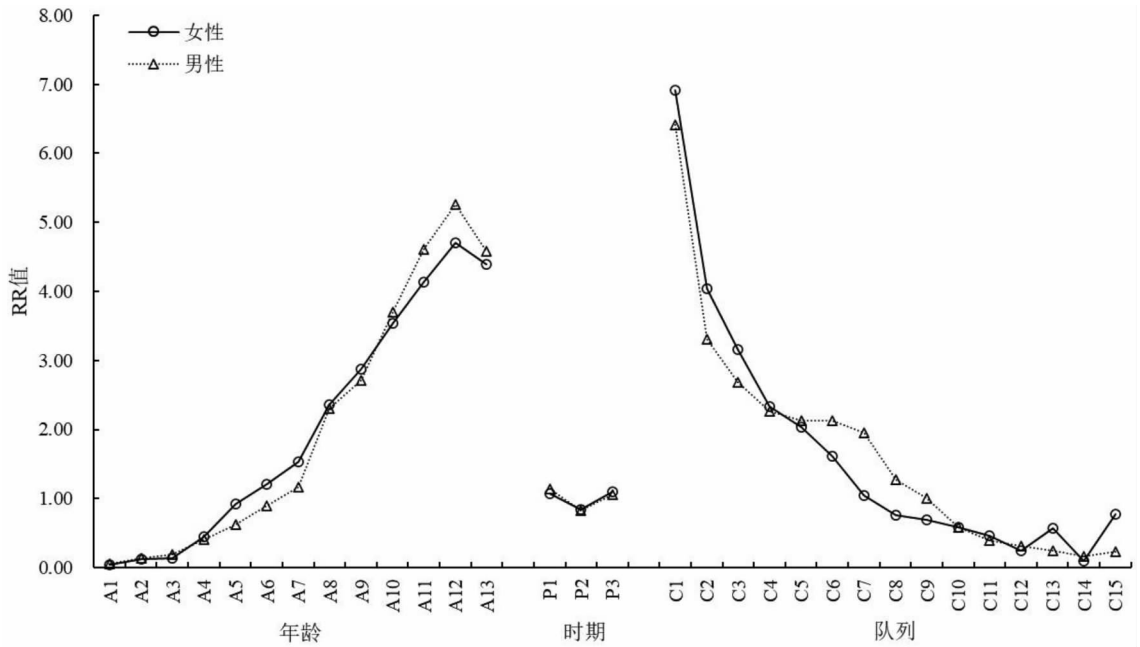
表 1 基于 APC 模型的四川省肺癌死亡率分析

Table 1 Analysis of lung cancer mortality in Sichuan Province based on APC model

组别	女性		男性	
	效应系数(95% CI)	P 值	效应系数(95% CI)	P 值
年龄(岁)				
20~24	-3.245(-5.417~-1.072)	0.003	-2.954(-6.109~0.202)	0.067
25~29	-2.129(-3.387~-0.872)	0.001	-1.948(-3.573~-0.324)	0.019
30~34	-1.994(-3.002~-0.986)	<0.001	-1.636(-2.974~-0.299)	0.016
35~39	-0.792(-1.635~0.051)	0.066	-0.886(-1.974~0.201)	0.110
40~44	-0.081(-0.783~0.621)	0.821	-0.465(-1.404~0.474)	0.331
45~49	0.183(-0.407~0.774)	0.543	-0.118(-0.891~0.656)	0.766
50~54	0.430(-0.039~0.899)	0.072	0.154(-0.452~0.760)	0.619
55~59	0.859(0.513~1.205)	<0.001	0.838(0.402~1.273)	<0.001
60~64	1.057(0.808~1.306)	<0.001	0.999(0.701~1.297)	<0.001
65~69	1.262(1.047~1.477)	<0.001	1.307(1.075~1.539)	<0.001
70~74	1.421(1.148~1.694)	<0.001	1.528(1.229~1.827)	<0.001
75~79	1.549(1.165~1.933)	<0.001	1.659(1.215~2.103)	<0.001
80~84	1.479(0.964~1.995)	<0.001	1.523(0.907~2.138)	<0.001
时期(年)				
2007—2011	0.069(-0.081~0.219)	0.365	0.129(-0.062~0.320)	0.185
2012—2016	-0.168(-0.214~-0.122)	<0.001	-0.190(-0.250~-0.130)	<0.001
2017—2021	0.099(-0.051~0.249)	0.196	0.061(-0.130~0.252)	0.532
出生队列(年)				

(续表)

组别	女性		男性	
	效应系数(95% CI)	P 值	效应系数(95% CI)	P 值
1927—1931	1.933(1.394 ~ 2.473)	<0.001	1.858(1.146 ~ 2.569)	<0.001
1932—1936	1.397(0.996 ~ 1.797)	<0.001	1.196(0.648 ~ 1.744)	<0.001
1937—1941	1.150(0.875 ~ 1.425)	<0.001	0.985(0.575 ~ 1.396)	<0.001
1942—1946	0.848(0.656 ~ 1.039)	<0.001	0.820(0.487 ~ 1.152)	<0.001
1947—1951	0.710(0.506 ~ 0.914)	<0.001	0.757(0.405 ~ 1.110)	<0.001
1952—1956	0.481(0.180 ~ 0.781)	0.002	0.758(0.303 ~ 1.213)	0.001
1957—1961	0.048(-0.381 ~ 0.476)	0.827	0.666(0.066 ~ 1.266)	0.030
1962—1966	-0.269(-0.830 ~ 0.293)	0.349	0.240(-0.523 ~ 1.003)	0.537
1967—1971	-0.359(-1.048 ~ 0.329)	0.306	-0.002(-0.930 ~ 0.927)	0.997
1972—1976	-0.546(-1.360 ~ 0.267)	0.188	-0.538(-1.628 ~ 0.552)	0.333
1977—1981	-0.774(-1.702 ~ 0.155)	0.102	-0.942(-2.196 ~ 0.312)	0.141
1982—1986	-1.425(-2.564 ~ -0.286)	0.014	-1.151(-2.524 ~ 0.222)	0.100
1987—1991	-0.572(-1.703 ~ 0.558)	0.321	-1.382(-3.069 ~ 0.305)	0.108
1992—1996	-2.363(-5.171 ~ -0.445)	0.099	-1.792(-4.492 ~ 0.907)	0.193
1997—2001	-0.258(-3.201 ~ 2.685)	0.864	-1.473(-6.759 ~ 3.813)	0.585
模型拟合检验				
偏差(Deviance)	0.50		2.24	
最小信息量准则(AIC)	6.03		7.41	
贝叶斯信息准则(BIC)	-34.85		-15.70	



注:A1—A13 分别表示 20 ~ 24 岁至 80 ~ 84 岁;P1—P3 分别表示 2007—2011 年至 2017—2021 年;C1—C15 分别表示 1927—1931 年至 1997—2001 年。

图 3 基于 APC 模型效应的四川省肺癌致死风险相对危险度

Fig. 3 Relative risk of lung cancer mortality in Sichuan Province based on APC model effects

3 讨论

2021 年,四川省肺癌死亡率已达 53.24/10 万,高于甘肃省肿瘤登记地区(24.22/10 万)^[7]、陕西省肿瘤登记地区(38.09/10 万)^[8]、江西省肿瘤登记地区(35.02/10 万)^[9],但低于山东省肿瘤登记地区(57.04/10 万)^[10]。分析原因,可能与四川省地处盆地,经济发展、环境因素、人口老龄化及医疗资源水平

与其他地区不同相关联^[11]。

2007—2021 年四川省肺癌死亡率总体呈现波动上升趋势,这与全国^[12]、陕西省肿瘤地区^[8]、内蒙古肿瘤登记地区^[13]、黑龙江省佳木斯市^[14]等肺癌死亡变化趋势相一致。由此可见,肺癌已成为影响全国居民健康的重要因素,引起的疾病负担也愈发严重。因此,持续推进《健康中国行动——癌症防治实施方案(2019—2022 年)》,根据方案内容明晰实际差距,不

断完善肺癌防治体系^[10],提升患者生命质量,这是四川省目前卫生事业发展应该关注的重点问题。

相较于女性,四川省男性肺癌死亡率更高,这与相关研究结果一致^[13,15]。究其原因,一是吸烟为引起肺癌的主要危险因素,2018 年慢性病与营养监测报告显示四川省 18 岁及以上居民吸烟率为 35.21%,且男性高于女性^[16]。烟草中含有尼古丁、焦油及一氧化碳等有害物质,长期吸食容易造成呼吸道粘膜、气管、肺泡等损伤,诱发细胞癌变。有研究也表明,吸烟人群肺癌发生风险远高于不吸烟人群,且吸烟年限越长、数量越多,肺癌发生风险就越高^[17]。二是男性有更多机会暴露于职业危险因素^[18],以及受制于个体不良健康生活方式^[19]。例如,工作环境中接触粉尘、放射性物质,生活中饮酒、熬夜、缺乏体育锻炼等。遂建议通过提高烟税及烟价、实施控烟立法,尤其是针对男性居民加大烟草危害宣传力度,同时积极倡导健康生活方式,适量饮酒、减少熬夜,增加体育锻炼,向特殊工种人群普及职业防护知识,以此减少肺癌发病及死亡风险。

随着年龄增长,四川省男女性肺癌致死风险呈现上升。75~79 岁男女性致死风险分别是 20~24 岁的 101 倍、120 倍,揭示年龄为肺癌死亡风险的影响因素。徐美娟等发现天津市东丽区居民肺癌死亡率在 40 岁以后,随年龄增加显著上升,峰值居于 80~84 岁年龄组^[20];张小燕等以南京市浦口区为研究区域,得出男女性肺癌死亡率在 80 岁以上年龄组呈现高峰^[21]。随着年龄增长,环境中致癌物质暴露时间就越长,加之人体机能自然减退,细胞损伤修复能力下降,发生癌变的概率也就越大^[22]。此外,老年人群多伴有慢性呼吸道疾病,如慢性支气管炎、肺间质纤维化或肺炎等,疾病发展不易控制,可能增加肺癌患病风险^[23]。因此,老年人应当纳为重点关注人群,一方面积极推进癌症早诊早治项目,及时进行评估与筛查,做到早发现、早干预、早治疗,提升肺癌患者五年生存率。另一方面开展肺癌病因学研究,结合低剂量螺旋 CT 检查及肺癌靶向治疗,有效治愈或延缓肺癌发生发展。

相较于 2012—2016 年,男女性 2017—2021 年肺癌致死风险分别增加 1.29 倍、1.31 倍。分析 2012—2016 年致死风险趋势下降原因,一是源自 2012 年开始成立“四川省癌症防治中心”,统筹领导全省癌症防治工作,逐步加强顶层设计,并不断完善癌症防治体系。二是《四川省深化医药卫生体制改革 2012 年度主要工作安排的通知》(川办发〔2012〕26 号)中明确要求将肺癌等 12 类疾病纳入大病保障与医疗救助试点范围。故而在这一时期政策效应占据首位,肺癌死

亡风险呈现一定程度下降。近年来,四川省城镇化进程逐步加快,城镇人口规模不断扩大,但随之引起的环境污染问题也日趋严重,如烟尘、机动车尾气、工厂废气等。颗粒物污染中 PM_{2.5}、PM₁₀ 是肺癌死亡的常见危险因素^[24]。一项研究表明,PM_{2.5} 与 PM₁₀ 每增加 1 个标准差,肺癌早期患者死亡风险分别升高 38%、26%^[25]。因此,建议一方面持续优化癌症防治政策,构建全方位、全流程的防治体系,形成具有本地区特色的癌防模式。另一方面加强环境治理,通过使用清洁能源,发展城市轨道交通,增加绿地面积等控制空气污染物,提升空气质量,降低环境因素暴露风险。

1927—1931 年出生的男女性肺癌致死风险分别是出生于 1992—1996 年的 73.42 倍、38.49 倍,表明居民出生年代越晚,肺癌死亡风险越低。有研究认为胎儿在生命早期暴露的社会环境因素会与个体健康与疾病的发生发展存在显著关联^[26]。20 世纪 50 年代之前出生的居民经历过战争,社会发展处于动荡时期,生活条件落后,医疗资源匮乏,导致肺癌死亡风险较高^[27]。新中国成立后,国民经济稳步发展,居民生活环境显著改善,医疗资源持续扩充^[28],故而肺癌致死风险更低。此外,政府对慢性病预防控制的重视程度也在逐步加强,发布系列癌症防治与保障政策,做实做细癌症防治顶层设计,这亦是晚出生年代居民肺癌死亡风险降低的重要原因^[28]。值得一提的是,伴随社会现代化发展,随之引发的新危险因素也不容忽视。因此,应在原有工作基础上,持续扩大肺癌早诊早治覆盖面,力争惠及全省更多更广的居民,同时加强居民健康教育力度,使之成为自身健康的第一责任人^[7],自觉减少肺癌危险因素暴露,营造良好的社会抗癌抗癌氛围。

综上,2007—2021 年四川省肺癌死亡率总体呈现波动上升趋势,男性与老年居民肺癌致死风险更高,出生年代越晚的居民肺癌致死风险越低。重点关注男性与老年居民等肺癌高风险人群,这应是未来一定时期全省癌症防治工作的优先事项。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Hyuna S, Jacques F, Rebecca LS, et al. Global cancer statistics 2020; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA - A Cancer Journal for Clinicians, 2021, 71(3): 209 - 249.
- [2] 犹忆,马原,李德俊,等. 2005—2019 年中国居民道路交通伤害死亡率的时间趋势:年龄 - 时期 - 队列分析 [J]. 现代预防医学, 2023, 50(4): 597 - 603.
- You Y, Ma Y, Li DJ, et al. Temporal trends of road traffic injury mortality among Chinese residents from 2005 to 2019: Age - period

- cohort analysis [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2023, 50(4): 597-603.
- [3] Fu WJ. Ridge estimator in Singulah Oesium with application to age-period-cohort analysis of disease rates [J]. *Communications in Statistics*, 2000, 29(2): 263-278.
- [4] Yang Y, Schulhofer-Wohl S, Fu WJ, et al. The intrinsic estimator for age-period-cohort analysis: what it is and how to use it [J]. *American Journal of Sociology*, 2008, 113(6): 1697-1736.
- [5] 胡文斌, 张婷, 秦威, 等. 1981—2014 年江苏省昆山市全死因死亡率趋势分析 [J]. *疾病监测*, 2016, 31(11): 962-967.
Hu WB, Zhang T, Qin W, et al. Mortality trend and leading causes of death in Kunshan, Jiangsu, 1981-2014 [J]. *Disease Surveillance*, 2016, 31(11): 962-967.
- [6] 犹忆, 李德俊, 刘川, 等. 1990—2019 年中国食管癌死亡趋势及年龄-时期-队列模型分析 [J]. *现代预防医学*, 2023, 50(20): 3663-3668.
You Y, Li DJ, Liu C, et al. Trend and age-period-cohort model analysis of esophageal cancer mortality in China, 1990-2019 [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2023, 50(20): 3663-3668.
- [7] 古扎努尔·尼牙孜, 袁浩冉, 丁高恒, 等. 2018 年甘肃省肿瘤登记地区肺癌流行特征及 2010—2018 年变化趋势 [J]. *中国肿瘤*, 2023, 32(2): 111-117.
GuZaNuEr - NYZ, Yuan HR, Ding GH, et al. Incidence and mortality of lung cancer in cancer registration areas of Gansu province in 2018 and trends from 2010 to 2018 [J]. *China Cancer*, 2023, 32(2): 111-117.
- [8] 王艳平, 武萌, 刘蓉, 等. 2013—2017 年陕西省肿瘤登记地区肺癌发病与死亡趋势分析 [J]. *中国肿瘤*, 2022, 31(11): 878-884.
Wang YP, Wu M, Liu R, et al. Trends of incidence and mortality of lung cancer in Shaanxi cancer registration areas from 2013 to 2017 [J]. *China Cancer*, 2022, 31(11): 878-884.
- [9] 刘杰, 李中坚, 颜玮, 等. 江西省肿瘤登记地区肺癌流行及疾病负担时间趋势分析 [J]. *中国卫生统计*, 2023, 40(5): 730-733, 737.
Liu J, Li ZJ, Yan W, et al. Analysis of lung cancer prevalence and disease burden time trend in cancer registration areas of Jiangxi Province [J]. *Chinese Journal of Health Statistics*, 2023, 40(5): 730-733, 737.
- [10] 田新宇, 任杰, 周亚霖, 等. 2013—2018 年山东省肿瘤登记地区肺癌发病与死亡趋势分析 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 2023, 31(11): 842-846.
Tian XY, Ren J, Zhou YL, et al. Lung cancer mortality trend in cancer registration areas of Shandong Province from 2013 to 2018 [J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases*, 2023, 31(11): 842-846.
- [11] 苏彦萍, 张国峰, 吴芹, 等. 2012—2020 年北京市通州区居民肺癌死亡水平变化趋势分析 [J]. *现代疾病预防控制*, 2023, 34(9): 651-654, 719.
Su YP, Zhang GF, Wu Q, et al. Trend analysis on mortality of lung cancer in Tongzhou district, Beijing from 2012 to 2020 [J]. *Modern Disease Control and Prevention*, 2023, 34(9): 651-654, 719.
- [12] 邱海平, 谢晓平, 陈天庆. 1990—2019 年中国肺癌发病死亡趋势分析及年龄-时期-队列模型 [J]. *中国癌症防治杂志*, 2023, 15(5): 537-542.
- Qiu HP, Xie XP, Chen TQ. A trend analysis of the incidence and mortality of lung cancer and an age-period-cohort model in China, 1990-2019 [J]. *Chinese Journal of Oncology Prevention and Treatment*, 2023, 15(5): 537-542.
- [13] 任静, 乔丽颖, 席云峰. 2017 年内蒙古肿瘤登记地区肺癌发病与死亡现状及 2011—2017 年趋势分析 [J]. *中国肿瘤*, 2022, 31(4): 249-259.
Ren J, Qiao LY, Xi YF. Incidence and mortality of lung cancer in inner mongo-lia in 2017 and the trends from 2011 to 2017 [J]. *China Cancer*, 2022, 31(4): 249-259.
- [14] 肖虹, 于钊钊, 郭玉珠, 等. 2008—2018 年佳木斯市肺癌死亡趋势时空分析 [J]. *现代预防医学*, 2022, 49(8): 1365-1369.
Xiao H, Yu CC, Guo YZ, et al. Spatio-temporal analysis of lung cancer mortality in Jiamusi from 2008 to 2018 [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2022, 49(8): 1365-1369.
- [15] 李鑫林, 周金意, 韩仁强, 等. 2013—2017 年南通市肺癌流行病学特征分析 [J]. *实用肿瘤学杂志*, 2022, 36(4): 304-309.
Li XL, Zhou JY, Han RQ, et al. Analysis of epidemiological characteristics of lung cancer in Nantong City from 2013 to 2017 [J]. *Practical Oncology Journal*, 2022, 36(4): 304-309.
- [16] 吴先萍, 胥馨尹, 邓颖. 四川省慢性病与营养监测报告 2018 [M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2022.
Wu XP, Xu XY, Deng Y. *Chronic Diseases and Nutrition Monitoring Report of Sichuan Province in 2018* [M]. Chengdu: University of Electronic Science & Technology of China Press, 2022.
- [17] Kameyama NFI, Chubachi S, Hegab AE, et al. Intermittent exposure to cigarette smoke increases lung tumors and the severity of emphysema more than continuous exposure [J]. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, 2018, 59(2): 179-188.
- [18] 李翔, 高申. 1990—2019 年中国居民肺癌发病、患病和死亡趋势分析 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 2021, 29(11): 821-826.
Li X, Gao S. Trend analysis of the incidence, morbidity and mortality of lung cancer in China from 1990 to 2019 [J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases*, 2021, 29(11): 821-826.
- [19] 江国军, 邱艳, 任菁菁. 1990—2019 年中国气管、支气管和肺癌疾病负担变化趋势及地域分析 [J]. *癌症*, 2022, 41(7): 336-344.
Jiang GJ, Qiu Y, Ren JJ. Bronchus and lung cancer in China from 1990 to 2019 [J]. *Chinese Journal of Cancer*, 2022, 41(7): 336-344.
- [20] 徐美娟, 刘贺, 苏玉, 等. 2003—2018 年天津市东丽区肺癌死亡趋势及减寿分析 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 2023, 31(11): 877-880.
Xu MJ, Liu H, Su Y, et al. Analysis of mortality trend and Life expectancy of lung cancer in Dongli District of Tianjin City from 2003 to 2018 [J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases*, 2023, 31(11): 877-880.
- [21] 张小燕, 庄树林, 余夕梅, 等. 2010—2017 年南京市浦口区居民肺癌死亡水平和疾病负担分析 [J]. *中国卫生统计*, 2023, 40(2): 282-284.

- Zhang XY, Zhuang SL, Yu XM, et al. Analysis of mortality level and disease burden of lung cancer among residents in Pukou District of Nanjing City from 2010 to 2017 [J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2023, 40(2): 282-284.
- [22] 党静,马新颜,段宇帆. 2019 年河北省石家庄市肿瘤登记地区肺癌发病、死亡情况及 2014—2019 年变化趋势分析[J]. 中国肿瘤, 2023, 32(12): 891-898.
- Dang J, Ma XY, Duan YF. Incidence and mortality of lung cancer in Shijiazhuang cancer registration areas in 2019 and trend from 2014 to 2019 [J]. China Cancer, 2023, 32(12): 891-898.
- [23] Zheng RS, Zhang SW, Zeng HM, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2016 [J]. Journal of the National Cancer Center, 2022, 2(1): 1-9.
- [24] 罗鹏飞,林萍,周金意. 肺癌与大气污染关系的流行病学研究进展[J]. 中国肿瘤, 2017, 26(10): 792-797.
- Luo PF, Lin P, Zhou JY. Progress on epidemiological studies of the relationship between lung cancer and ambient air pollution [J]. China Cancer, 2017, 26(10): 792-797.
- [25] Eckel SP, Cockburn M, Shu YH, et al. Air pollution affects lung cancer survival [J]. Thorax, 2016, 71(10): 891-898.
- [26] Godfrey KM, Barker DJ. Fetal nutrition and adult disease [J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 2000, 71(5 Suppl): 1344S-1352S.
- [27] Gutiérrez OM, Muntner P, Rizk DV, et al. Dietary patterns and risk of death and progression to ESRD in individuals with CKD: a cohort study [J]. American Journal of Kidney Diseases, 2014, 64(2): 204-213.
- [28] 犹忆,李德俊,裴一霖,等. 1990—2019 年中国结直肠癌死亡趋势及年龄-时期-队列模型分析[J]. 现代预防医学, 2023, 50(18): 3281-3287.
- You Y, Li DJ, Pei YL, et al. Mortality trends and age-period-cohort model analysis of colorectal cancer in China, 1990-2019 [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(18): 3281-3287.

收稿日期: 2023-01-24

(上接第 1369 页)

- [15] 张荣,李伟平,莫同. 深度学习研究综述[J]. 信息与控制, 2018, 47(4): 385-397, 410.
- Zhang R, Li WP, Mo T. Review of deep learning [J]. Information and Control, 2018, 47(4): 385-397, 410.
- [16] Muhammad LJ, Haruna AA, Sharif US, et al. CNN-LSTM deep learning based forecasting model for COVID-19 infection cases in Nigeria, South Africa and Botswana [J]. Health and Technology, 2022, 12(6): 1259-1276.
- [17] 胡海文. 基于机器学习的新冠肺炎疫情影响因素及预测分析[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2022.
- Hu HW. Influencing factors and predictive analysis of novel coronavirus pneumonia epidemic based on machine learning [D]. Lanzhou: Lanzhou Jiaotong University, 2022.
- [18] 李红亚,彭忠显,邓楚燕,等. GA 与 PSO 的混合研究综述[J]. 计算机工程与应用, 2018, 54(2): 20-28, 39.
- Li HY, Peng YZ, Deng CY, et al. A review of mixed studies on GA and PSO [J]. Computer Engineering and Applications, 2018, 54(2): 20-28, 39.
- [19] 薛建凯. 一种新型的群智能优化技术的研究与应用: 麻雀搜索算法[D]. 上海: 东华大学, 2019.
- Xue JK. Research and application of a new type of swarm intelligence optimization technology: Sparrow search algorithm [D]. Shanghai: Donghua University, 2019.
- [20] 付之鸥,周扬,陈诚,等. 时间序列分析与机器学习方法在预测肺结核发病趋势中的应用[J]. 中国卫生统计, 2020, 37(2): 190-195.
- Fu ZO, Zhou Y, Chen C, et al. Application of time series analysis and machine learning methods in predicting the incidence of tuberculosis [J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2020, 37(2): 190-195.
- [21] Zou JJ, Jiang GF, Xie XX, et al. Application of a combined model with seasonal autoregressive integrated moving average and support vector regression in forecasting hand-foot-mouth disease incidence in Wuhan, China [J]. Medicine, 2019, 98(6): e14195.
- [22] 高秋菊,周宇畅,赵树青,等. ARIMA 乘积季节模型和 LSTM 深度神经网络对石家庄市手足口病疫情预测效果的比较[J]. 中华疾病控制杂志, 2020, 24(1): 73-78.
- Gao QJ, Zhou YC, Zhao SQ, et al. Comparison on predictive capacity of ARIMA model and LSTM model for incidence of hand, foot and mouth disease in Shijiazhuang [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2020, 24(1): 73-78.
- [23] Zhang R, Guo Z, Meng YJ, et al. Comparison of ARIMA and LSTM in forecasting the incidence of HFMD combined and uncombined with exogenous meteorological variables in Ningbo, China [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(11): 6174.
- [24] 王瑞,李瑞沂,曹沛根,等. 基于 ARIMA-LSTM 混合模型对传染病的预测分析[J]. 现代信息科技, 2024, 8(1): 116-120.
- Wang R, Li RY, Cao PG, et al. Prediction analysis of infectious diseases based on ARIMA-LSTM mixed model [J]. Modern Information Technology, 2024, 8(1): 116-120.
- [25] 赖晓莹,钱俊. ARIMA-LSTM-XGBoost 加权组合模型在肺结核发病趋势预测的研究[J]. 现代预防医学, 2021, 48(1): 5-9.
- Lai XY, Qian J. ARIMA-LSTM-XGBoost weighted combination model in prediction of tuberculosis incidence trend [J]. Modern Preventive Medicine, 2021, 48(1): 5-9.
- [26] 何振欢,肖建华. 基于 EEMD-LSTM 模型的禽流感预测研究[J]. 动物医学进展, 2022, 43(11): 34-38.
- He ZH, Xiao JH. Research on prediction of fowl cholera based on EEMD-LSTM model [J]. Progress in Veterinary Medicine, 2022, 43(11): 34-38.
- [27] Manoharan SN, Kumar KMVM, Vadivelan N. A novel CNN-TLSTM approach for dengue disease identification and prevention using IoT-Fog cloud architecture [J]. Neural Processing Letters, 2023, 55(2): 1951-1973.
- [28] Zhou W, Li Y, Xiao YJ, et al. The application of automatic identification system information and PSO-LSTM neural network in CRI prediction [J]. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, 2022: 8699322.
- [29] 吴文博,李虹艾,万鹏程,等. 利用遗传算法优化的 ARIMA-BP 组合模型预测手足口病发病趋势[J]. 中南医学科学杂志, 2014, 42(6): 572-576.
- Wu WB, Li HA, Wan PC, et al. Predicting the incidence trend of Hand-Foot-Mouth disease by using the GA optimized ARIMA-BP combination modeling [J]. Medical Science Journal of Central South China, 2014, 42(6): 572-576.

收稿日期: 2023-12-04