

doi:10.3971/j.issn.1000-8578.2023.22.1537

• 流行病学 •

2006—2020年中国肺癌死亡趋势分析—— 基于年龄-时期-队列模型

许靖, 余欣, 马洪涛, 万蓓欣

Death Trend of Lung Cancer in China from 2006 to 2020 Based on Age-Period-Cohort Model

XU Jing, YU Xin, MA Hongtao, WAN Beixin

Operations Management Office, People's Hospital of Leshan, Leshan 614000, China

Abstract: Objective To analyze the trend of lung cancer death rate in China from 2006 to 2020 to provide reference for the prevention of lung cancer. **Methods** The data of Chinese lung cancer deaths from 2006 to 2020 were collected from the health statistical yearbook. The age-period-cohort model and intrinsic estimator algorithm were used to evaluate the age, period, and birth cohort effect of lung cancer deaths. **Results** The overall lung cancer mortality of Chinese residents showed an upward trend from 2006 to 2020. The age effect of lung cancer death risk increased with age, and the period effect continued to increase with age. The cohort effect showed that the lung cancer death risk of residents born after 1924 showed a downward trend. **Conclusion** The prevention and treatment of lung cancer in urban and rural residents aged 50 and above and the treatment of high-risk factors of lung cancer must be continuously strengthened. The period effect on lung cancer should be further explored, and the early intervention of young cohort should be given attention.

Key words: Lung cancer; Death trend; Mortality; Age-period-cohort model**Funding:** Youth Project of Sichuan Primary Health Service Development Center (No.SWFZ22-Q-48)**Competing interests:** The authors declare that they have no competing interests.

摘要: 目的 分析2006—2020年我国城乡居民肺癌死亡率的流行趋势, 为肺癌防治提供参考依据。**方法** 利用卫生统计年鉴收集2006—2020年我国肺癌死亡数据, 采用年龄-时期-队列模型和Intrinsic Estimator算法评估肺癌死亡的年龄、时期和出生队列效应。**结果** 中国居民2006—2020年肺癌死亡率呈上升趋势, 肺癌死亡风险的年龄效应随年龄增加而增大, 时期效应随年代持续上升, 队列效应说明, 自1924年后出生的居民肺癌死亡风险呈下降趋势。**结论** 应继续加大我国50岁及以上城乡居民肺癌的防治工作力度, 加强对肺癌高风险因素的防控工作, 进一步探究时期效应对肺癌的影响, 注重年轻队列的早期干预。

关键词: 肺癌; 死亡趋势; 死亡率; APC模型

中图分类号: R734.2

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



0 引言

世界卫生组织国际癌症研究机构(IARC)2020年发布的数据显示, 肺癌是全球发病人数第二位、死亡人数第一位的癌症, 发病220万例, 死亡达180万例^[1]。我国2020年肺癌死亡人数高达71万, 占癌症死亡总数的23.8%^[2], 严重影响了居民的期望寿命, 损耗公共卫生资源。我国现有的肺癌死亡趋势研究多局限在某一地区, 且过去的趋

势研究存在年龄和时期的共线问题, 通过年龄-时期-队列(Age-Period-Cohort, APC)模型可以分别从年龄、时期、出生队列角度考察对疾病的影响大小^[3-5]。本研究采用APC模型研究肺癌死亡率的变化规律及影响因素, 以期对肺癌防治及相关决策提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究所用死亡数据均来源于国家卫生健康委员会发布的《中国卫生健康统计年鉴》居民病伤死亡原因, 数据来源于全国各地死因监测点, 数据来源真实可靠。数据内容包括城市、农村地区居民因肺癌导致的各年龄别粗死亡率。因20岁以下居民肺癌死亡率偏低且有数据缺失, 85岁以

收稿日期: 2023-01-03; 修回日期: 2023-02-14

基金项目: 四川省基层卫生事业发展中心青年项目(SWFZ22-Q-48)

作者单位: 614000 乐山, 乐山市人民医院运营管理办公室

作者简介: 许靖(1995-), 女, 硕士, 初级卫生管理师, 主要从事流行病学研究, ORCID: 0009-0007-2214-9737

上居民死亡原因复杂,本研究选取20~84岁的城乡居民作为研究人群。

1.2 研究方法

年龄-时期-队列模型已成为分析慢性非传染性疾病发病率和死亡率变化趋势常见的流行病学分析工具,其以Poisson分布为基础,可在同时调整年龄、时期、队列等因素的条件下,估计一定人群疾病或死亡的危险性,体现疾病在年龄、时期和队列上的变化趋势。APC模型的公式为 $Y=\alpha_0+\alpha X_1+\beta X_2+\gamma X_3+\varepsilon$,其中Y代表死亡率, α 、 β 和 γ 分别代表年龄、时期和队列效应, X_1 、 X_2 和 X_3 分别代表年龄、时期和出生年份。 α_0 为常数项或截距, ε 为残差。对于模型的求解,学者们在尝试两因素模型、惩罚函数等方法后,Fu和Yang等^[6-7]提出了Intrinsic Estimator(内生因子法),具有可估、无偏性等特点。

研究对象以5岁为间隔,将20岁及以上对象分为13个年龄组,时期划分为2006—2010年、2011—2015年、2016—2020年三组,出生队列以5年为间隔从1924—1998年划分为15组,针对城市和农村居民分别构建APC模型。

1.3 统计学方法

运用Excel 2019对我国居民肺癌死亡率数据进行统计学处理,使用Stata16.0分析2006—2020年城市和农村肺癌死亡趋势,采用对数线性回归模型分析年龄、时期、队列效应对肺癌死亡率的影响,并得到死亡风险系数,死亡风险系数为正表示风险增加,数值越高风险越高,死亡风险系数为负表示风险降低,数值越低风险越低。再计算并绘制肺癌死亡风险变化速度图。

2 结果

2.1 2006—2020年中国肺癌死亡率变化

2006—2020年中国肺癌死亡率总体呈上升趋势,城市居民肺癌死亡率普遍高于农村居民。城市居民肺癌死亡率在2011年达到峰值,为50.5/10万,之后死亡率总体呈缓慢增长趋势,城市居民肺癌死亡率趋势变化差异无统计学意义($t=-1.1921, P=0.1265$)。农村居民死亡率呈现迅速上升趋势,在2010年下降后又持续上升,并在2016年与城市居民肺癌死亡率相同,为47.84/10万,但在随后的几年均低于城市居民,农村居民肺癌死亡率变化趋势差异具有统计学意义($t=-0.0027, P<0.001$),见图1。

2.2 居民肺癌年龄-时期死亡率变化

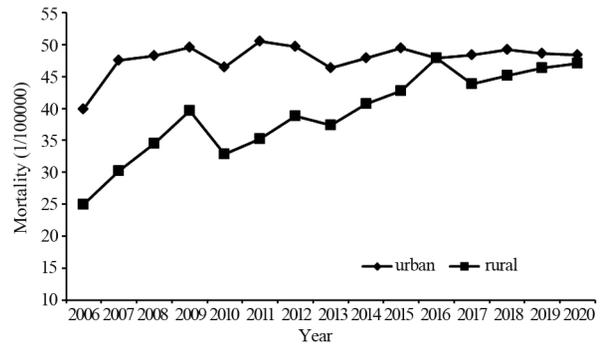


图1 2006—2020年中国城市和农村居民肺癌死亡率趋势图
Figure 1 Trend of lung cancer mortality among urban and rural residents in China from 2006 to 2020

选取2008、2013和2018年的城乡居民肺癌死亡率反映2006—2010年、2011—2015年和2016—2020年三个时期的变化情况。结果显示,20~84岁年龄组在2008、2013和2018年的肺癌死亡率变化相似,城乡居民肺癌死亡率均随着年龄的增长而增长,且均在55岁及以上开始呈指数型增长,见图2~3。

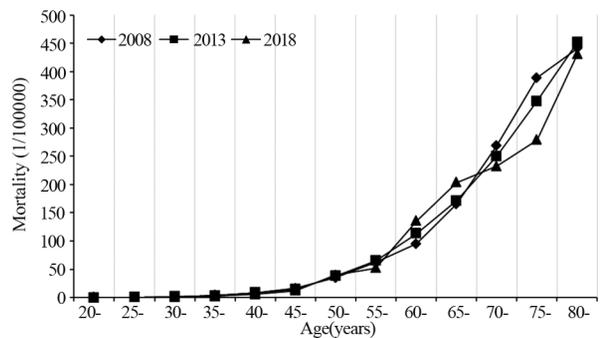


图2 中国城市居民年龄-时期肺癌死亡率
Figure 2 Age-Period lung cancer mortality of urban residents in China

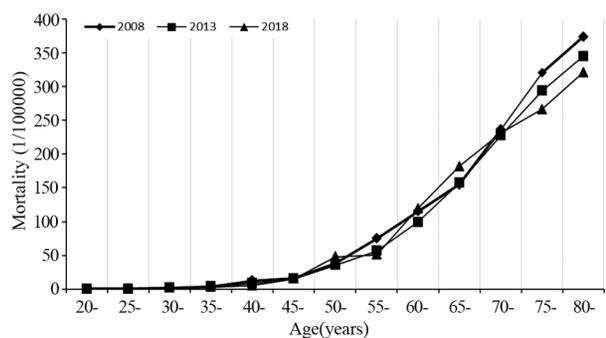


图3 中国农村居民年龄-时期肺癌死亡率
Figure 3 Age-Period lung cancer mortality of rural residents in China

2.3 居民肺癌的年龄-出生队列死亡率变化

中国城市居民和农村居民肺癌年龄别死亡率随出生年份的变化情况见图4~5,城乡居民55岁及以上肺癌死亡率较55岁以下数值差距较大,因此两图

中以虚线和实线分别代表两个年龄段的变化情况。总的来看，我国城乡居民肺癌年龄别死亡率随出生年份呈下降趋势。20~54岁年龄别死亡率变化趋势较为平稳，55~84岁死亡率上升趋势较快。城市居民50~54岁死亡率呈上升趋势，农村居民50~54岁呈先下降后上升趋势；城市居民60~64岁死亡率呈上升趋势，农村居民60~64岁呈下降趋势。

2.4 居民肺癌死亡率的APC模型分析

APC模型分析结果显示，年龄、时期和队列均为中国城乡居民肺癌死亡的风险因素。城乡居民肺癌死亡风险系数的变化趋势大体相同。在年龄效应上，肺癌死亡风险随着年龄的增长而迅速增长，城乡居民风险系数从20~24岁的-2.9695、-2.5897增长到80~84岁的1.6255和1.3470，80~84岁的死亡风险较20~24岁分别增长了53.45 (EXP4.322=53.45) 和41.48 (EXP3.937=41.48) 倍。从时期效应来说，肺

癌死亡风险系数总体呈增长趋势，城乡居民2016—2020年的风险系数较2006—2010年分别增长了40.20%和39.22%。从队列效应来看，城乡居民肺癌死亡风险随出生队列的增长而下降，1924—1928年出生的城乡居民死亡风险分别较1994—1998年出生的增长了4.2092和3.988，分别增长了49.74 (EXP4.209=49.74) 和42.96 (EXP3.988=42.96) 倍，见表1、图6。

2.5 出生队列风险效应变化速度分析

我国城乡居民肺癌死亡风险随出生队列效应变化波动起伏，见图7。城市居民1948—1952年肺癌死亡风险出生队列效应增加，其他时间段均降低。农村居民1963—1967年死亡风险出生队列效应增加，其他时间段均降低。城市居民1963—1967年出生队列增长速度较快。农村居民1963—1967年、1978—1982年出生队列增长速度较快，1968—1972年出生队列降低速度较快。

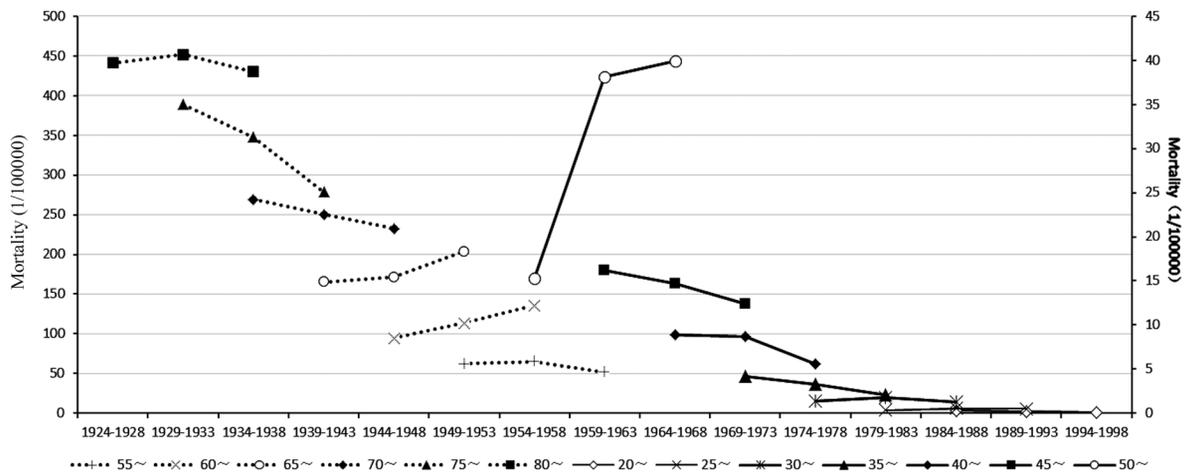


图4 中国城市居民肺癌不同年龄死亡率随出生年份的变化

Figure 4 Changes of lung cancer mortality at different ages in Chinese urban residents with birth year

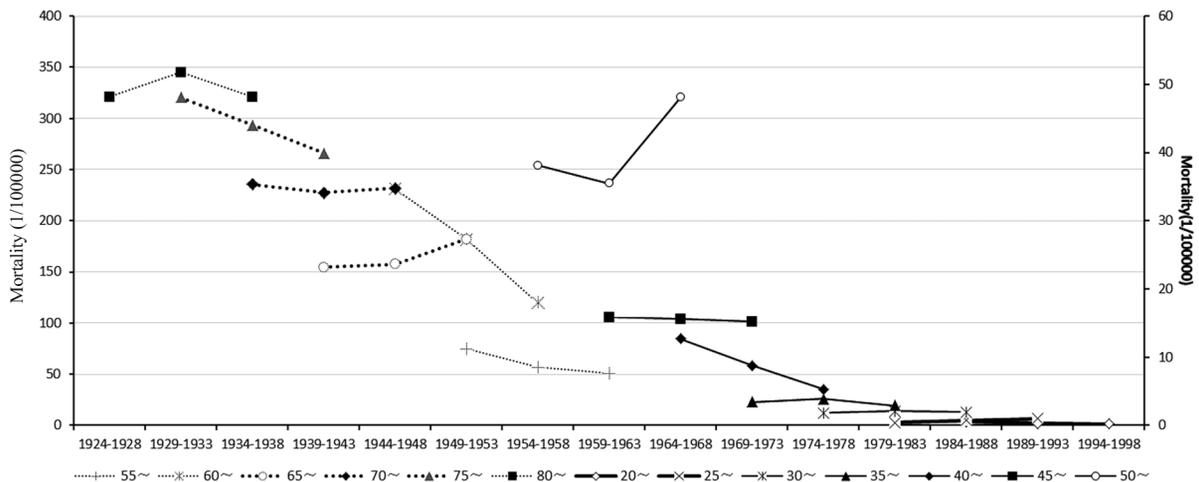


图5 中国农村居民肺癌不同年龄死亡率随出生年份的变化

Figure 5 Changes of lung cancer mortality at different ages in Chinese rural residents with birth year

表1 中国城乡居民2006—2020年肺癌死亡率年龄-时期-队列模型分析结果

Table 1 Age-Period-Cohort model analysis of lung cancer mortality among urban and rural residents in China from 2006 to 2020

Category	Urban residents		Rural residents	
	Coefficient	95%CI	Coefficient	95%CI
Age (years)				
20-24	-2.6965*	from -5.2501 to -0.1429	-2.5897*	from -4.5794 to -0.5999
25-29	-2.2871*	from -3.9130 to -0.6613	-2.1995*	from -3.5467 to -0.8524
30-34	-1.412*	from -2.5216 to -0.3023	-1.2885*	from -2.2328 to -0.3442
35-39	-1.0751*	from -2.0614 to -0.0887	-1.024	from -1.8920 to -0.1559
40-44	-0.6397	from -1.4771 to 0.1976	-0.4965	from -1.2316 to 0.2385
45-49	-0.3457	from -1.0450 to 0.3535	-0.2280	from -0.8502 to 0.3941
50-54	0.3421	from -0.1968 to 0.8812	0.4812*	from 0.0006 to 0.9617
55-60	0.6224*	from 0.2285 to 1.0164	0.7172**	from 0.3607 to 1.0736
60-64	1.1247**	from 0.8668 to 1.3826	1.0818**	from 0.8471 to 1.3167
65-70	1.4848**	from 1.2957 to 1.6739	1.2968**	from 1.1303 to 1.4634
70-74	1.6242**	from 1.3749 to 1.8735	1.4522**	from 1.243 to 1.6606
75-79	1.6323**	from 1.2493 to 2.0153	1.4501**	from 1.1275 to 1.7726
80-84	1.6255**	from 1.0871 to 2.1638	1.3470**	from 0.8886 to 1.8053
Period				
2006-2010	-0.2050*	from -0.3769 to -0.0330	-0.1851*	from -0.3362 to -0.0340
2011-2015	0.0080	from -0.03650 to 0.0526	-0.022	from -0.0694 to 0.0254
2016-2020	0.1970*	from 0.0263 to 0.3676	0.2071*	from 0.0576 to 0.3566
Cohort				
1924-1928	1.7183**	from 1.0355 to 2.4012	1.7153**	from 1.1218 to 2.3088
1929-1933	1.555**	from 1.0118 to 2.0984	1.4666**	from 0.9988 to 1.9328
1934-1938	1.264**	from 0.8333 to 1.6946	1.1777**	from 0.8136 to 1.5418
1939-1943	0.8887**	from 0.5205 to 1.2570	0.9054**	from 0.5999 to 1.2110
1944-1948	0.6861**	from 0.3073 to 1.0648	0.7523**	from 0.4391 to 1.0655
1949-1953	0.6874*	from 0.2312 to 1.1435	0.6222*	from 0.2390 to 1.0054
1954-1958	0.5999*	from 0.0268 to 1.1729	0.3789	from -0.10810 to 0.8660
1959-1963	0.2657	from -0.4468 to 0.9783	0.0202	from -0.5911 to 0.6314
1964-1968	0.1519	from -0.6974 to 1.0012	0.1035	from -0.6210 to 0.8280
1969-1973	-0.2360	from -1.2276 to 0.7558	-0.3614	from -1.2130 to 0.4902
1974-1978	-0.7925	from -1.9010 to 0.3245	-0.9234	from -1.8801 to 0.0334
1979-1983	-1.2145	from -2.4812 to 0.05203	-1.1426*	from -2.2095 to -0.0757
1984-1988	-1.4283*	from -2.8516 to -0.0049	-1.1723*	from -2.3237 to -0.0209
1989-1993	-1.6548	from -3.9513 to 0.6416	-1.2689	from -3.0505 to 0.5126
1994-1998	-2.4909	from -8.0746 to 3.0927	-2.2727	from -6.7450 to 2.1996
Model fitting test				
Deviance	5.262		7.67	
DF	11		11	
AIC	6.49		6.60	
BIC	-35.04		-32.63	

Notes: *: $P < 0.05$, **: $P < 0.001$.

3 讨论

3.1 我国肺癌死亡率总体呈上升趋势

从总体上看,我国城乡居民肺癌死亡率均呈上升趋势,与王丽君等的研究结果一致^[8]。近15年来,农村居民肺癌死亡率攀升迅速($P < 0.001$),城乡肺癌死亡率差异在不断缩小,农村居民医疗卫生资源获得不足,卫生投入影响人群癌症筛查普及^[9],因此需根据不同地区人群,制定可行有效的防治策略。

3.2 肺癌死亡风险随年龄的增加而增大

年龄效应从生物学和病理学特征上体现健康随年龄变化的特征^[10]。本研究显示,我国城乡居

民肺癌死亡率随年龄增大而升高,这与高冬青、Akhtar-Danesh等国内外研究保持一致^[11-12],55岁后城乡居民肺癌死亡率呈指数型增长,55~84岁城市居民、50~84岁农村居民肺癌效应系数均为正,且差异具有统计学意义,表明这两年龄段的城乡居民为肺癌死亡的高风险人群,其中农村居民呈现死亡年龄更早、波动更大的特点。社会老龄化是肺癌发病率和死亡率逐年升高的原因之一^[13],随着我国老龄化程度加深,未来我国肺癌发病和死亡仍可能会处于较高水平。

3.3 肺癌死亡风险随时期的增加而增大

时期效应反映了对癌症死亡率和发病率有直

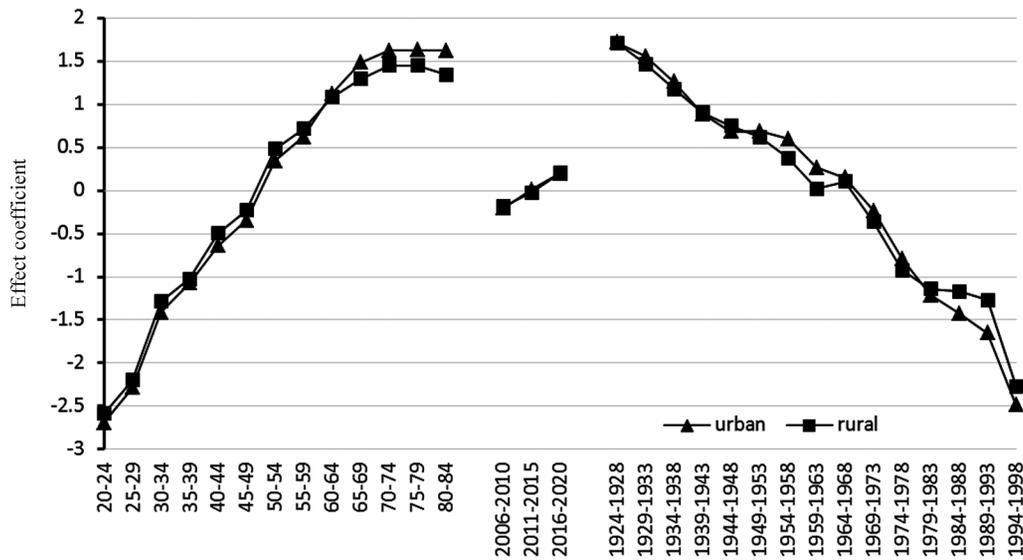


图6 中国城乡居民肺癌死亡风险年龄-时期-队列效应估计

Figure 6 Age-Period-Cohort effect estimation of lung cancer death risk among urban and rural residents in China

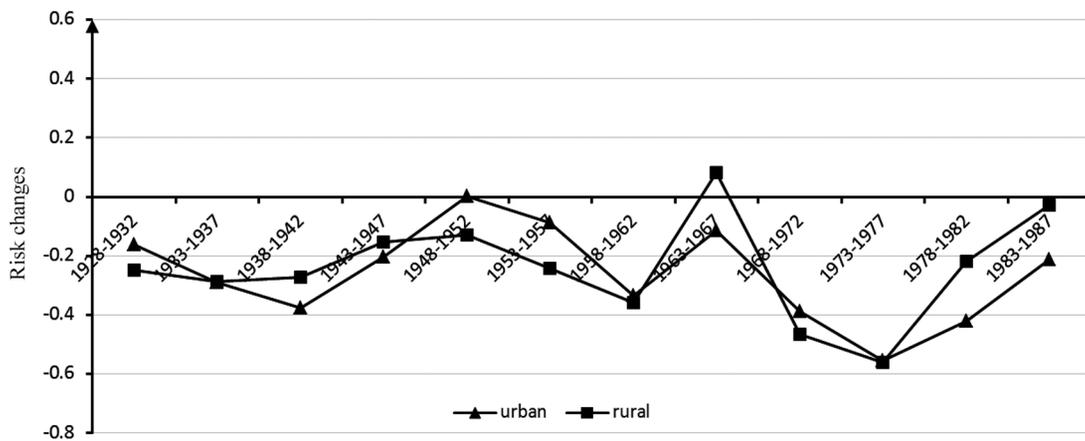


图7 城乡居民的肺癌死亡随出生队列效应变化速度

Figure 7 Changes of lung cancer mortality in urban and rural residents with birth cohort effect

接影响的因素，例如有效治疗的发展和筛查的实施^[14]。随着时期的变化，社会也在不断发展，医疗条件的变化及癌症的筛查工作开展可有效降低肺癌的死亡。但从时期来看，2006—2010年肺癌死亡效应系数为负，风险较低 ($P < 0.05$)，2016—2020年肺癌死亡风险较高 ($P < 0.05$)，肺癌死亡风险在时期效应上呈现增长趋势。这可能是因为风险因素随时间推移具有累计效应。此外，虽然我国近年来采取如控烟行动、空气质量整治等公共卫生干预措施，可在一定程度上降低肺癌的死亡风险，但由于长久以来危险因素的积累，恶性肿瘤已经形成，干预措施对肺癌的预后效果不明显，导致时期效应曲线无下降趋势。

3.4 出生越晚的居民肺癌死亡风险越低

随着出生队列的推移，城乡居民肺癌死亡风

险均呈下降趋势，且效应系数也均逐渐递减。年轻一代肺癌死亡风险较低，1924—1958年城市出生的队列人群和1924—1953年农村出生的队列人群肺癌死亡风险系数均大于其他队列人群，说明出生越早的城乡居民死亡风险越高。1954年后出生的城乡居民肺癌死亡风险快速降低，这可能是因为在新中国成立后，我国科学技术及医药卫生事业得到了一定程度发展，包括肺癌在内的多种疾病的死亡率得到一定控制。

综上，2006—2020年我国城乡居民肺癌死亡率均呈上升趋势，年龄和时期对肺癌死亡率影响一致，作用明显。随着老龄化及时期的推移，肺癌可能会造成更多的伤残或早死，疾病负担加重，应继续加大对我国包括50岁及以上城乡居民等高危人群肺癌防治的健康教育、预防筛查工

作以及对肺癌高风险因素,如烟草暴露、大气污染等治理工作。由于年龄增长为固有因素,在进一步的流行病学研究中应深入研究时期效应相关因素对肺癌死亡的影响。此外,我们应更加关注队列及其在社会变迁和稳定中的作用,对于肺癌来说,早期预防更为重要,对年轻队列的早期干预,为降低我国未来几十年肺癌死亡率,减轻肺癌疾病经济负担提供了契机。

利益冲突声明:

所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献:

[1] Centre international de Recherche sur le Cancer. Key cancer data and key figures on IARC: 2020-2021[EB/OL]. [2021].<https://www.iarc.who.int/biennial-report-2020-2021web/>.

[2] 伦文慧,李铁钢,毛纯,等.广州市城区居民肺癌死亡率和发病率趋势分析及预测[J].中华预防医学杂志,2021,55(5):6. [Lun WH, Li TG, Mao C, et al. Trend analysis and prediction of lung cancer mortality and incidence in urban areas of Guangzhou[J]. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi, 2021, 55(5): 6.]

[3] Xie SH, Lagergren J. A possible link between famine exposure in early life and future risk of gastrointestinal cancers: implications from age-period-cohort analysis[J]. Int J Cancer, 2017, 140(3): 636-645.

[4] Maso LD, Lise M, Zambon P, et al. Incidence of primary liver cancer in Italy between 1988 and 2002: An age-period-cohort analysis[J]. Eur J Cancer, 2008, 44(2): 285-292.

[5] 刘应焱,李胜,郝莲,等.2005—2019年中国居民肺炎死亡趋势分析——基于年龄-时期-队列模型[J].卫生经济研究,2021,38(10):8. [Liu YY, Li S, Hao L, et al. Analysis on the death trend of pneumonia among Chinese residents from 2005-2019[J]. Wei Sheng Jing Ji Yan Jiu, 2021, 38(10): 8.]

[6] Fu WJ. Ridge estimator in singular design with application to age-period-cohort analysis of disease rates[J]. Common Stat-Theory M, 2000, 29(2): 263-278.

[7] Yang Y, Land KC. The Intrinsic Estimator for Age-Period-Cohort Analysis: What It Is and How to Use It[J]. Am J Sociol, 2008,

113(6): 1697-1736.

[8] 王丽君,宇传华,张志将,等.中国居民1987—2014年肺癌死亡趋势分析[J].中国公共卫生,2017,33(1):42-46. [Wang LJ, Yu CH, Zhang ZJ, et al. Trend in lung cancer mortality among residents in China: 1987-2014[J]. Zhongguo Gong Gong Wei Sheng, 2017, 33(1): 42-46.]

[9] 赵健,刘利群,艾飞玲,等.中国2013—2018年≥30岁居民肺癌死亡率变化轨迹分析[J].中国公共卫生,2021,37(10):6. [Zhao J, Liu LQ, Ai FL, et al. Changing trajectory of lung cancer mortality in Chinese residents 30 years old and above, 2013-2018[J]. Zhongguo Gong Gong Wei Sheng, 2021, 37(10): 6.]

[10] 王临池,周金意,韩仁强,等.江苏省2015年肺癌流行现状与2006—2015年变化趋势分析[J].中国肿瘤,2020,29(8):579-585. [Wang LC, Zhou JY, Han RQ, et al. Incidence and mortality of lung cancer in Jiangsu province in 2015 and the trend of changes during 2006-2015[J]. Zhongguo Zhong Liu, 2020, 29(8): 579-585.]

[11] 高冬青,王家林.肺癌危险因素研究现状[J].中国肿瘤防治杂志,2019,26(21):1657-1662. [Gao DQ, Wang JL. Current status of research on risk factors of lung cancer[J]. Zhongguo Zhong Liu Fang Zhi Za Zhi, 2019, 26(21): 1657-1662.]

[12] Akhtar-Danesh N, Finley C. Temporal trends in the incidence and relative survival of non-small cell lung cancer in Canada: a population-based study[J]. Lung Cancer, 2015, 90(1): 8-14.

[13] 许欢,林国桢,李科,等.广州市2005—2013年肺癌发病趋势分析[J].肿瘤预防与治疗,2017,30(2):112-115,126. [Xu H, Lin GZ, Li K, et al. An analysis of the incidence trend of lung cancer in Guangzhou, 2005-2013[J]. Zhong Liu Yu Fang Yu Zhi Liao, 2017, 30(2): 112-115, 126.]

[14] Ito Y, Ioka A, Nakayama T, et al. Comparison of Trends in Cancer Incidence and Mortality in Osaka, Japan, Using an Age-Period-Cohort Model[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2011, 12(4): 879-888.

[编辑:邱颖慧;校对:刘红武]

作者贡献:

许靖:提出研究选题、设计论文框架、文章撰写与修改
余欣:调研整理文献
马洪涛:指导文章撰写
万蓓欣:整理文章数据