

# 中国甲状腺癌发病和死亡趋势分析与预测

姚承志<sup>1</sup> 张敏<sup>1</sup> 曾雨可<sup>1</sup> 张译匀<sup>1</sup> 吴霞<sup>1</sup> 熊文婧<sup>1,2</sup> 让蔚清<sup>1</sup>

<sup>1</sup>南华大学公共卫生学院预防医学系,衡阳 421001; <sup>2</sup>南华大学附属第一医院中医科,衡阳 421001

通信作者:让蔚清,Email:nhurwq@126.com

**【摘要】** 目的 分析 1990–2019 年中国甲状腺癌发病和死亡趋势,探讨趋势变化原因,并对未来发病和死亡情况进行预测。方法 收集 2019 全球疾病负担数据库中 1990–2019 年中国甲状腺癌发病和死亡数据。利用 Joinpoint 连接点回归模型描述变化趋势。基于 2012–2019 年发病和死亡数据,构建灰色模型 GM(1,1) 预测未来 10 年情况,根据后验误差法、残差检验法对模型进行检验。结果 全国、男性、女性粗发病率的平均年度变化百分比(AAPC)值分别为 4.15% (95%CI: 3.86%~4.44%,  $P < 0.001$ )、5.98% (95%CI: 5.65%~6.31%,  $P < 0.001$ )、3.23% (95%CI: 2.94%~3.53%,  $P < 0.001$ ), 年龄标准化发病率 AAPC 值分别为 2.47% (95%CI: 2.12%~2.83%,  $P < 0.001$ )、3.98% (95%CI: 3.68%~4.29%,  $P < 0.001$ )、1.65% (95%CI: 1.38%~1.93%,  $P < 0.001$ ), 粗死亡率 AAPC 值分别为 2.09% (95%CI: 1.92%~2.25%,  $P < 0.001$ )、3.68% (95%CI: 3.45%~3.90%,  $P < 0.001$ )、0.60% (95%CI: 0.50%~0.71%,  $P < 0.001$ )。男性年龄标准化死亡率呈先下降(1990–1994 年)后上升(1994–2012 年)再下降(2012–2019 年)的波动趋势(AAPC=1.35%, 95%CI: 1.16%~1.53%,  $P < 0.001$ )。女性年龄标准化死亡率呈持续下降趋势(AAPC=-1.70%, 95%CI: -1.82%~-1.58%,  $P < 0.001$ )。建立的 GM(1,1) 模型均能够进行中长期预测,残差检验法结果显示,所有模型平均相对误差 $\leq 10.00\%$  且预测精度 $> 80.00\%$ , 预测效果优;后验误差法结果显示,除男性年龄标准化发病率为合格外,其余均为好。预测 2029 年全国、男性、女性的粗发病率为 3.57/10 万、2.78/10 万、4.40/10 万,年龄标准化发病率为 2.38/10 万、1.89/10 万、2.88/10 万,粗死亡率为 0.57/10 万、0.62/10 万、0.53/10 万,年龄标准化死亡率为 0.33/10 万、0.42/10 万、0.27/10 万。结论 全国、男性、女性年龄标准化死亡率近 10 年呈下降趋势,预测结果显示未来可能进一步下降,但粗发病率、年龄标准化发病率和粗死亡率一直处于上升状态,且中国人口老龄化程度日益加剧,需要密切关注并实施有针对性的防控措施。

**【关键词】** 甲状腺癌; 发病率; 死亡率; 趋势分析; 预测

基金项目:国家自然科学基金(81673107)

## Analysis and prediction of thyroid cancer morbidity and mortality trends in China

Yao Chengzhi<sup>1</sup>, Zhang Min<sup>1</sup>, Zeng Yuke<sup>1</sup>, Zhang Yiyun<sup>1</sup>, Wu Xia<sup>1</sup>, Xiong Wenjing<sup>1,2</sup>, Rang Weiqing<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive Medicine, School of Public Health, University of South China, Hengyang 421001, China; <sup>2</sup>Department of Traditional Chinese Medicine, The First Affiliated Hospital of University of South China, Hengyang 421001, China

Corresponding author: Rang Weiqing, Email: nhurwq@126.com

**【Abstract】 Objective** To analyze the morbidity and mortality trends of thyroid cancer in China from 1990 to 2019, explore the causes of the trends, and predict morbidity and mortality in the future. **Methods** The morbidity and mortality data of thyroid cancer in China from 1990 to 2019 were collected from the 2019 Global Burden of Disease database. The Joinpoint regression

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20221010-00869

收稿日期 2022-10-10 本文编辑 万玉立

引用格式:姚承志,张敏,曾雨可,等.中国甲状腺癌发病和死亡趋势分析与预测[J].中华流行病学杂志,2023,44(6):917-923. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20221010-00869.

Yao CZ, Zhang M, Zeng YK, et al. Analysis and prediction of thyroid cancer morbidity and mortality trends in China[J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44(6):917-923. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20221010-00869.



model was used to describe the change trends. Based on the morbidity and mortality data from 2012 to 2019, a grey model GM (1, 1) was constructed to predict the trends in the next ten years. The model was tested by the posterior error method and residual test method. **Results** In all populations, men and women, the AAPC values of the crude morbidity rates were 4.15% (95%CI: 3.86%-4.44%,  $P<0.001$ ), 5.98% (95%CI: 5.65%-6.31%,  $P<0.001$ ) and 3.23% (95%CI: 2.94%-3.53%,  $P<0.001$ ) respectively, the AAPC values of age-standardized morbidity rates were 2.47% (95%CI: 2.12%-2.83%,  $P<0.001$ ), 3.98% (95%CI: 3.68%-4.29%,  $P<0.001$ ), 1.65% (95%CI: 1.38%-1.93%,  $P<0.001$ ), the AAPC values of crude mortality rates were 2.09% (95%CI: 1.92%-2.25%,  $P<0.001$ ), 3.68% (95%CI: 3.45%-3.90%,  $P<0.001$ ), 0.60% (95%CI: 0.50%-0.71%,  $P<0.001$ ). The age-standardized mortality rates in men showed a fluctuating trend of first decrease (1990-1994), then increase (1994-2012), and then decrease (2012-2019) (AAPC=1.35%, 95%CI: 1.16%-1.53%,  $P<0.001$ ). The age-standardized mortality rate in women continuously decreased (AAPC=-1.70%, 95%CI: -1.82%~-1.58%,  $P<0.001$ ). The GM (1, 1) models can be used for medium and long-term predictions. The results of the residual test show that the average relative error values of all models are less than 10.00%, the prediction accuracy values are more than 80.00%, and the prediction effects are good. The results of the posterior error method show that all the prediction results are good except the qualified prediction of the age-standardized morbidity rate in men. In 2029, the crude morbidity rates would increase to 3.57/100 000, 2.78/100 000, and 4.40/100 000, respectively, and the age-standardized incidence rates would increase to 2.38/100 000, 1.89/100 000, and 2.88/100 000, respectively, the crude mortality rates would increase to 0.57/100 000, 0.62/100 000 and 0.53/100 000, and the age-standardized mortality rates would decrease to 0.33/100 000, 0.42/100 000 and 0.27/100 000 in all population, men and women in China. **Conclusions** The overall, gender-specific age-standardized mortality rates showed downward trends in the last decade or so, and the prediction results showed that it might further decline. However, the crude morbidity rates, age-standardized and crude mortality rates have been on the rise, and the population aging is becoming increasingly serious in China, which requires close attention and targeted prevention and control measures.

**【Key words】** Thyroid cancer; Morbidity; Mortality; Trend analysis; Prediction

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (81673107)

中国肿瘤登记数据及国际癌症研究中心报告显示,中国及全球甲状腺癌发病和死亡人数均有不同程度的上升<sup>[1-4]</sup>。提示中国及全球甲状腺癌防控形势日益严峻。随着人口老龄化、过度诊疗等因素的影响,甲状腺癌防控正面临新的挑战。为全面了解中国甲状腺癌发病和死亡趋势变化,更好地为甲状腺癌防控工作提供参考依据,本研究利用Joinpoint连接点回归模型描述中国1990-2019年甲状腺癌发病和死亡趋势,并通过构建GM(1, 1)模型预测未来发病和死亡情况。

## 资料与方法

1. 资料来源:来源于2019全球疾病负担(GBD)数据库(<http://ghdx.healthdata.org/>),按照相关步骤提取1990-2019年甲状腺癌发病和死亡数据<sup>[5]</sup>。为了提高可比性,便于比较国外甲状腺癌发病和死亡情况,标化率数据采用由GBD项目提供的2019年全球标准人口进行标化<sup>[6]</sup>。计算指标包括粗发病率(CIR)、粗死亡率(CMR)、年龄标化发

病率(ASIR)、年龄标化死亡率(ASMR)。依照国际疾病分类第九版、第十版分别对1990-2001年、2002-2019年甲状腺癌数据进行提取,编码分别为193~193.9、226~226.9和C73~C73.9、D09.3、D09.8、D34~D34.9、D44.0。

2. 数据质量评价:中国地区数据主要可以追溯到两个来源:中国疾病监测点系统和生命统计系统,覆盖全国605个监测点,总监测人口约占全国的24%<sup>[7]</sup>,包括33个省级行政单位(22个省、4个直辖市、5个自治区和2个特别行政区),并利用标准化工具确保各项数据的一致性<sup>[8]</sup>。本研究采用双录入的方式,将各项数据进行比对,确保数据准确性。

## 3. 研究方法:

(1)Joinpoint连接点回归模型:该模型将长期趋势科学地分成若干段,计算每个连接点的 $P$ 值及其95%CI。指标包括年度变化百分比(APC),平均年度变化百分比(AAPC)<sup>[5]</sup>。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。模型拟合采用Joinpoint 4.9.0.1软件进行分析,绘图采用Excel 2019软件。

## (2)GM(1,1)模型:

①模型建立:利用 matlabR2021a 软件构建灰色模型 GM(1,1)与结果可视化。以 2012-2019 年发病和死亡数据为基础预测 2020-2029 年发病和死亡情况。步骤包括构建原始时间序列  $x^0(t)$ 、累积生成序列 (accumulating generation operator, AGO)  $x^1(t)$ 、紧邻均值序列  $z^1(t)$ 、建立 GM(1,1)预测模型方程和逆 AGO。可得预测模型:  $\hat{x}^1(k+1) = \left[ x^0(1) - \frac{u}{a} \right] e^{ak} + \frac{u}{a}$ 。其中  $a$  为发展系数,  $u$  为灰色作用量,  $k=0, 1, 2, \dots, n$ 。通过  $a$  可以判断模型的预测长度:当  $-a \leq 0.3000$  时,适用中长期预测。

②模型拟合检验和预测效果评价:残差检验法通过比较观察值与预测值的差值来计算平均相对误差 ( $\bar{e}$ ) 与预测精度 ( $\rho$ ), 当  $\bar{e} \leq 10.00\%$  且  $\rho > 80.00\%$  时认为预测结果较优。后验误差法通过计算后验差比 ( $C$ ) 值与小误差概率 ( $P$ ) 对模型精度进行等级判定。见表 1。

表 1 模型精度等级判定分类

预测精度	后验差比值	小误差概率值
好(1级)	$\leq 0.3500$	$\geq 0.950$
合格(2级)	0.3500~	0.800~
勉强合格(3级)	0.5000~	0.700~
不合格(4级)	$> 0.6500$	$< 0.700$

## 结 果

1. 总体发病和死亡趋势:1990-2019 年全国 CIR 和 ASIR 呈上升趋势, AAPC 值分别为 4.15% (95%CI: 3.86%~4.44%,  $P < 0.001$ )、2.47% (95%CI: 2.12%~2.83%,  $P < 0.001$ )。全国 CMR 呈上升趋势, AAPC 为 2.09% (95%CI: 1.92%~2.25%,  $P < 0.001$ )。ASMR 总体呈波动下降趋势, AAPC 为 -0.29% (95%CI: -0.47%~-0.10%,  $P = 0.003$ )。见图 1。

2. 分性别发病和死亡趋势:1990-2019 年男性、女性的 CIR 和 ASIR 呈上升趋势, 女性 CIR 和 ASIR 均始终高于男性, 男性、女性 CIR 的 AAPC 值分别为 5.98% (95%CI: 5.65%~6.31%,  $P < 0.001$ )、3.23% (95%CI: 2.94%~3.53%,  $P < 0.001$ ), ASIR 的 AAPC 值分别为 3.98% (95%CI: 3.68%~4.29%,  $P < 0.001$ ), 1.65% (95%CI: 1.38%~1.93%,  $P < 0.001$ )。男性、女性 CMR 均呈上升趋势, AAPC 值分别为 3.68% (95%CI: 3.45%~3.90%,  $P < 0.001$ )、0.60% (95%CI: 0.50%~0.71%,  $P < 0.001$ )。男性 ASMR 呈

先下降(1990-1994年)后上升(1994-2012年)再下降(2012-2019年)的波动趋势 (AAPC=1.35%, 95%CI: 1.16%~1.53%,  $P < 0.001$ )。女性 ASMR 呈持续下降趋势 (AAPC=-1.70%, 95%CI: -1.82%~-1.58%,  $P < 0.001$ )。见图 1。

3. 年龄别发病和死亡趋势:除 20~24 岁组 ( $P = 0.052$ )、25~29 岁组 ( $P = 0.071$ ) 死亡趋势差异无统计学意义, 其余结果均差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。在发病趋势中, 上升最快的是 20~24 岁组, AAPC=2.91% (95%CI: 2.03%~3.78%,  $P < 0.001$ ), 其次为 40~44 岁组, AAPC=2.90% (95%CI: 2.50%~3.30%,  $P < 0.001$ )。在死亡趋势中, 除 75~79 岁组呈上升趋势外 (AAPC=0.57%, 95%CI: 0.26%~0.88%,  $P < 0.001$ ), 其余年龄组均呈下降趋势。见表 2。在 2019 年, 发病率在低年龄组时已经逐步升高, 死亡率在 50~54 岁组前较低, 其后快速升高。见图 2。

4. 模型评价:所有模型满足  $-a \leq 0.3000$ , 表明均可进行中长期预测。残差检验法结果显示:所有  $\bar{e} \leq 10.00\%$  且  $\rho > 80.00\%$ , 表明模型预测效果均优。后验误差法结果显示:预测精度除男性 ASIR 为合格(2级)外, 其余均为好(1级)。见表 3。

5. 全国及分性别发病和死亡预测:CIR 和 ASIR 均呈上升趋势, 2029 年全国、男性、女性 CIR 分别为 3.57/10 万、2.78/10 万、4.40/10 万, ASIR 分别为 2.38/10 万、1.89/10 万、2.88/10 万。CMR 呈上升趋势, ASMR 相反, 2029 年全国、男性、女性 CMR 分别为 0.57/10 万、0.62/10 万、0.53/10 万, ASMR 分别为 0.33/10 万、0.42/10 万、0.27/10 万。见图 3。

## 讨 论

全球甲状腺癌发病和死亡情况存在差异, 一些国家发病率较高, 然而许多国家死亡率较低<sup>[1,9-11]</sup>。本研究结果显示, 2019 年中国甲状腺癌 ASIR、ASMR 分别为 2.05/10 万、0.39/10 万, 低于同年世界平均水平 (2.83/10 万、0.56/10 万)、美国 (5.59/10 万、0.43/10 万)、北非和中东地区总体水平 (3.5/10 万、0.5/10 万)<sup>[11-12]</sup>。但有研究表明, 甲状腺癌发生与社会经济水平等有关, 发达国家男、女性发病风险分别比发展中国家高 4.0 倍、5.5 倍<sup>[1-2,13]</sup>。当前中国经济快速发展, 提示需密切关注甲状腺癌防控。

本研究发现男、女性的 CIR、ASIR 呈上升趋势, 女性 CIR、ASIR 始终高于男性, 与其他研究结果一

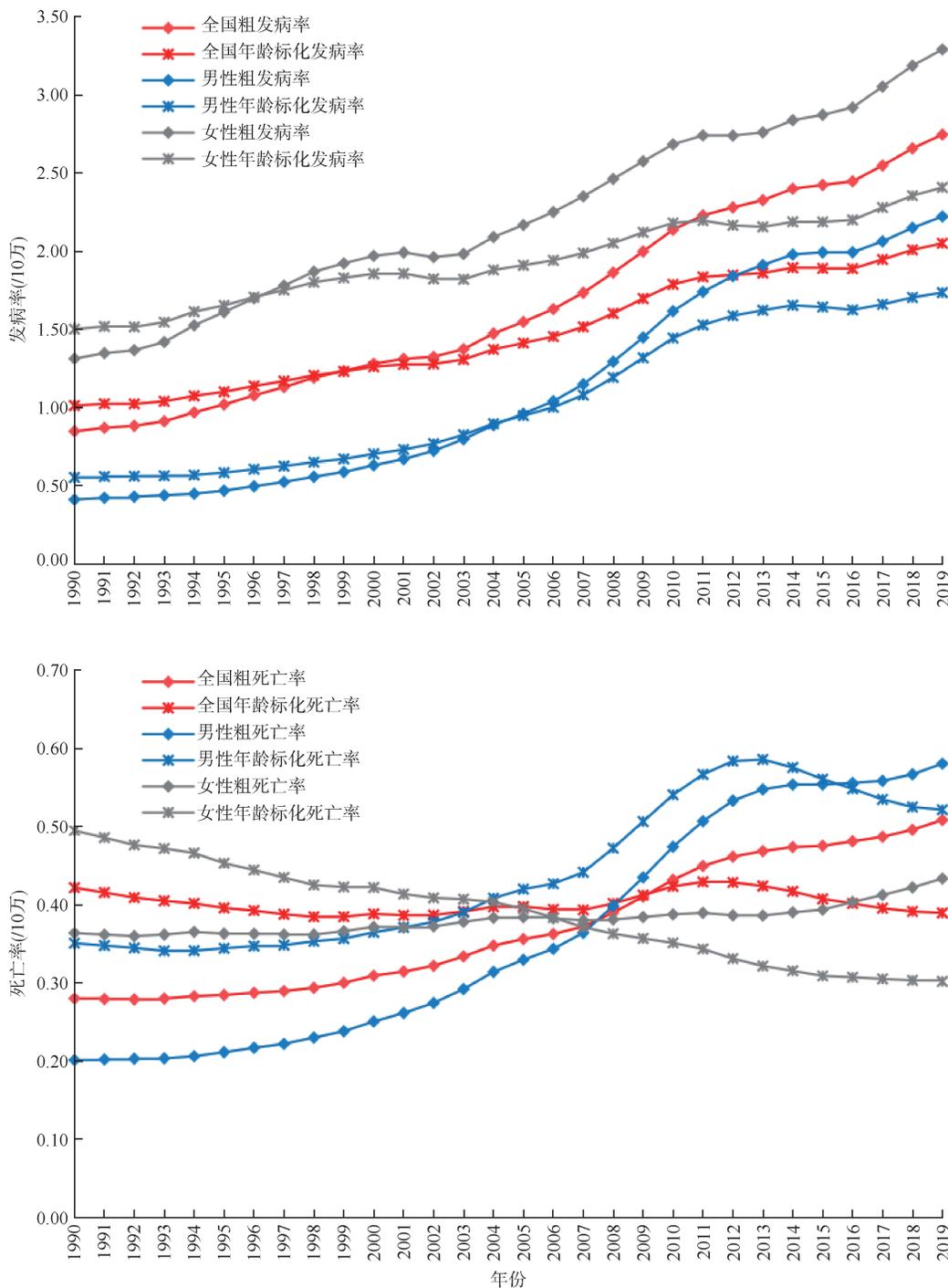


图1 1990-2019年全国及分性别甲状腺癌发病和死亡趋势

致<sup>[11-12,14]</sup>。这可能与过度诊断有关:有研究认为甲状腺癌增加主要是由于超声等医学成像分辨率的提高过度诊断出大量亚临床乳头状癌<sup>[9]</sup>,相较于男性,女性更愿意寻求医学诊治,过度诊断比例较高,发现乳头状癌(<2 cm)的女性约为男性的4倍<sup>[1,9,14]</sup>。此外也应关注雌激素、不孕史等生理差异因素<sup>[1,13]</sup>。近年来韩国、美国发病率保持稳定,甚至近10年美国女性发病率下降<sup>[1,10-11]</sup>,这可能与指南的更新有关。但目前相较于美国,中国过度诊断

可能更为普遍<sup>[15]</sup>。提示进行甲状腺癌诊断时需谨慎,加强对女性群体发病风险的防控。

本研究发现男性CMR、ASMR分别在2008、2004年超过女性。可能是由于生活水平日益提升,超重/肥胖在男性群体中更多见,BMI水平越高与甲状腺癌死亡风险增加有关<sup>[12,16]</sup>。经宣传教育后女性更倾向健康的生活方式,而男性不良生活习惯较多,影响甲状腺癌的发生和预后<sup>[17-18]</sup>。此外也要注意人口老龄化日益加深的影响,相较于女性,

表2 1990-2019年全国分年龄组甲状腺癌发病和死亡变化趋势

年龄组 (岁)	发病率			死亡率		
	AAPC(% ,95%CI)	Z值	P值	AAPC(% ,95%CI)	Z值	P值
15~	2.48(2.18~2.78)	16.32	<0.001	-1.46(-1.60~-1.31)	-19.49	<0.001
20~	2.91(2.03~3.78)	6.60	<0.001	-1.00(-2.00~0.01)	-1.94	0.052
25~	2.61(1.22~4.02)	3.70	<0.001	-1.20(-2.48~0.10)	-1.80	0.071
30~	2.75(1.61~3.90)	4.79	<0.001	-1.40(-2.52~-0.27)	-2.43	0.015
35~	2.71(2.17~3.26)	9.89	<0.001	-1.39(-1.75~-1.03)	-7.52	<0.001
40~	2.90(2.50~3.30)	14.39	<0.001	-1.20(-1.51~-0.89)	-7.53	<0.001
45~	2.78(2.04~3.53)	7.41	<0.001	-0.78(-1.53~-0.02)	-2.02	0.044
50~	2.75(2.49~3.00)	21.54	<0.001	-0.83(-0.99~-0.68)	-10.27	<0.001
55~	2.65(2.26~3.04)	13.35	<0.001	-0.71(-1.01~-0.41)	-4.60	<0.001
60~	2.36(2.03~2.69)	14.27	<0.001	-0.99(-1.34~-0.65)	-5.64	<0.001
65~	2.07(1.49~2.65)	7.02	<0.001	-0.77(-1.21~-0.33)	-3.44	0.001
70~	1.84(1.56~2.12)	13.14	<0.001	-0.45(-0.57~-0.33)	-7.48	<0.001
75~79	2.06(1.60~2.52)	8.81	<0.001	0.57(0.26~0.88)	3.60	<0.001

注:AAPC:平均年度变化百分比

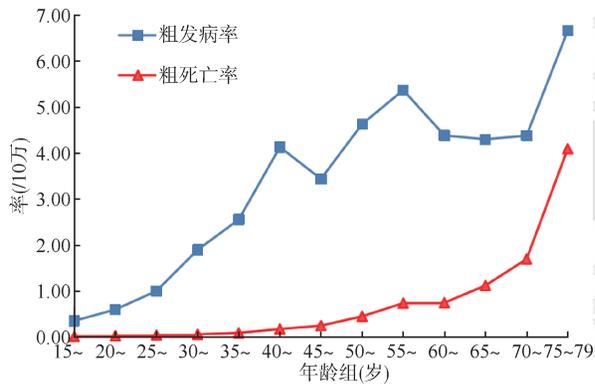


图2 2019年全国分年龄组甲状腺癌发病和死亡情况

男性病程较晚,侵袭性较强,恶性率较高,预后较差<sup>[13,19]</sup>。与2020年全球甲状腺癌ASMR相比,中国男性ASMR高于世界平均水平,女性相反<sup>[1]</sup>。随着人口老龄化加深,提示需加强宣传教育,保持健康

体重,重视对男性群体死亡风险的防控。

甲状腺癌死亡率在50~54岁组前较低,其后快速升高,而发病率在低年龄组时已经快速升高,与其他研究结果基本一致<sup>[13,20-21]</sup>。这可能与头颈部放疗史和电离照射史有关,儿童和青少年时期暴露于电离辐射是发生甲状腺癌的危险因素<sup>[1,9,22]</sup>。有研究报告发病高峰在50~54岁组,死亡高峰在≥75岁<sup>[20]</sup>,本研究结果显示发病和死亡高峰均在75~79岁组。值得注意的是甲状腺癌发病率在40~44岁组与55~59岁组有两个小高峰,这可能与乳头状癌在中年时发病率达到峰值、男性进入更年期和女性进入围绝经期引起的生理变化,以及对中年人甲状腺的严密检查有关<sup>[10,21,23]</sup>。提示应重视高龄死亡风险和低龄时就已上升的发病风险。

表3 模型效果评价

模型构建	-a值	预测长度	$\bar{e}$ 值(%)	$\rho$ 值(%)	残差检验法	后验差比值	小误差概率值	后验误差法
全国CIR	0.027 3	中长期	0.93	99.07	优	0.185 5	1.000	好(1级)
男性CIR	0.023 7	中长期	0.96	99.04	优	0.220 5	1.000	好(1级)
女性CIR	0.029 8	中长期	0.91	99.09	优	0.169 0	1.000	好(1级)
全国CMR	0.013 0	中长期	0.51	99.49	优	0.201 6	1.000	好(1级)
男性CMR	0.008 3	中长期	0.54	99.46	优	0.291 7	1.000	好(1级)
女性CMR	0.019 9	中长期	0.46	99.54	优	0.145 6	1.000	好(1级)
全国ASIR	0.016 0	中长期	0.97	99.03	优	0.327 4	1.000	好(1级)
男性ASIR	0.009 9	中长期	0.93	99.07	优	0.441 5	0.875	合格(2级)
女性ASIR	0.018 9	中长期	1.00	99.00	优	0.295 8	1.000	好(1级)
全国ASMR	-0.014 7	中长期	0.42	99.58	优	0.141 4	1.000	好(1级)
男性ASMR	-0.020 8	中长期	0.37	99.63	优	0.106 2	1.000	好(1级)
女性ASMR	-0.010 2	中长期	0.46	99.54	优	0.194 7	1.000	好(1级)

注:CIR:粗发病率;CMR:粗死亡率;ASIR:年龄标化发病率;ASMR:年龄标化死亡率

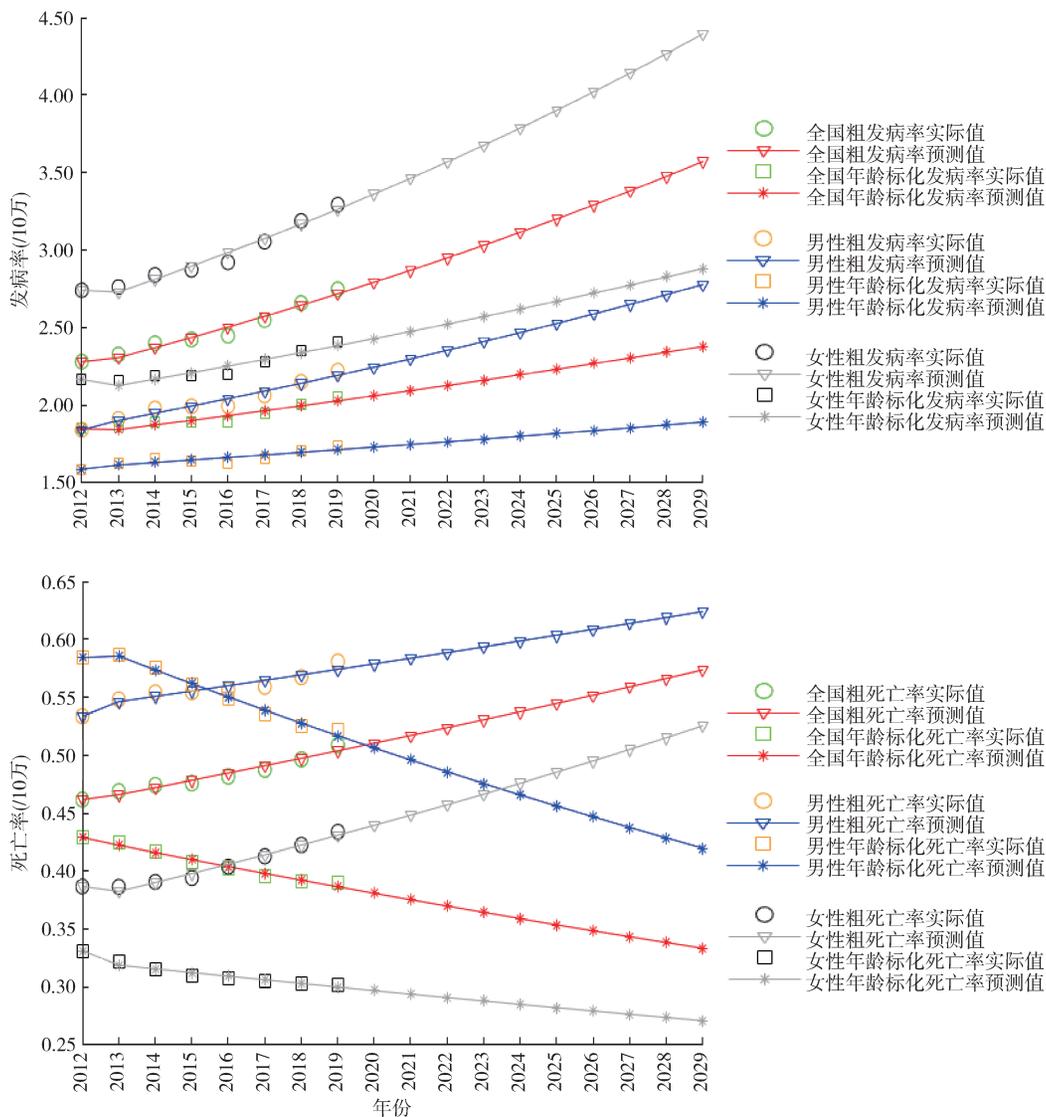


图3 中国甲状腺癌发病和死亡的预测

值得思考的是2011年后全国CMR上升放缓, ASMR由上升转变为下降趋势。可能是由于2012年《甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南》的制定和实施,2012年的指南强调超声和细针穿刺活检对甲状腺癌诊断的作用,有助于避免不必要的手术和并发症;在手术切除范围上强调适应证,并重视淋巴结清扫,有效降低了转移复发的风险;更强调了对甲状腺结节的治疗建议,有效提升了诊治水平<sup>[24-25]</sup>。另外考虑灰色模型适用于小样本预测研究,因此本研究选取2012-2019年发病和死亡数据来预测未来10年情况。结果显示除ASMR有所下降外,其余指标均呈上升趋势,与其他研究结果基本一致<sup>[26]</sup>。

本研究数据来源于GBD数据库,包括发病、死亡及其粗率、标化率,更是特别关注指南所引起的

预测变化,预测数据选择较合理。

本研究存在局限性。2020-2029年甲状腺癌的预测结果是基于模型预测的结果,其值可能随着数据完善、方法优化而发生变化,另外因数据库局限,未能更深入地分析城乡差异。

综上所述,全国、男性、女性ASMR近10年呈下降趋势,2019年中国甲状腺癌ASIR、ASMR低于世界平均水平,提示不断完善、规范的诊疗对甲状腺癌诊治发挥了重要作用。但全国、男性、女性的CIR、ASIR、CMR呈上升趋势,预测结果显示未来可能继续上升,且中国人口老龄化日益加剧,提示甲状腺癌防控仍然十分严峻。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 姚承志:统计分析、论文撰写;张敏、曾雨可、张译匀、吴霞、熊文婧:数据整理、论文修改;让蔚清:研究指导、论文修改、经费支持

## 参 考 文 献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3):209-249. DOI:10.3322/caac.21660.
- [2] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394-424. DOI: 10.3322/caac.21492.
- [3] 赫捷, 魏文强. 2019 中国肿瘤登记年报[M]. 北京:人民卫生出版社, 2021:198-199.  
He J, Wei WQ. 2019 China cancer registry annual report [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2021: 198-199.
- [4] 赫捷. 2018 中国肿瘤登记年报[M]. 北京:人民卫生出版社, 2019:178-179.  
He J. 2018 China cancer registry annual report[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2019:178-179.
- [5] 闫晓晋, 林是琦, 李佳佳, 等. 1990-2019 年中国儿童青少年智力残疾疾病负担变化趋势研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2022, 43(8): 1262-1268. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220303-00165.  
Yan XJ, Lin SQ, Li JJ, et al. Trends of the disease burden of intellectual disability among children and adolescents from 1990 to 2019 in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2022, 43(8):1262-1268. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20220303-00165.
- [6] GBD 2019 Demographics Collaborators. Global age-sex-specific fertility, mortality, healthy life expectancy (HALE), and population estimates in 204 countries and territories, 1950-2019: a comprehensive demographic analysis for the global burden of disease study 2019[J]. *Lancet*, 2020, 396(10258): 1160-1203. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30977-6.
- [7] Liu SW, Wu XL, Lopez AD, et al. An integrated national mortality surveillance system for death registration and mortality surveillance, China[J]. *Bull World Health Organ*, 2016, 94(1):46-57. DOI:10.2471/BLT.15.153148.
- [8] Ma QF, Li R, Wang LJ, et al. Temporal trend and attributable risk factors of stroke burden in China, 1990-2019: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet Public Health*, 2021, 6(12): e897-906. DOI:10.1016/S2468-2667(21)00228-0.
- [9] Seib CD, Sosa JA. Evolving understanding of the epidemiology of thyroid cancer[J]. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2019, 48(1): 23-35. DOI: 10.1016/j.ecl.2018.10.002.
- [10] Pizzato M, Li MM, Vignat J, et al. The epidemiological landscape of thyroid cancer worldwide: GLOBOCAN estimates for incidence and mortality rates in 2020[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2022, 10(4): 264-272. DOI: 10.1016/S2213-8587(22)00035-3.
- [11] Schuster-Bruce J, Jani C, Goodall R, et al. A comparison of the burden of thyroid cancer among the European union 15+ countries, 1990-2019: estimates from the global burden of disease study[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2022, 148(4):350-359. DOI:10.1001/jamaoto.2021.4549.
- [12] Nejadghaderi SA, Moghaddam SS, Azadnajafabad S, et al. Burden of thyroid cancer in North Africa and Middle East 1990-2019[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 955358. DOI: 10.3389/fonc.2022.955358.
- [13] Li YZ, Piao JM, Li M. Secular trends in the epidemiologic patterns of thyroid cancer in China over three decades: an updated systematic analysis of global burden of disease study 2019 data[J]. *Front Endocrinol*, 2021, 12: 707233. DOI:10.3389/fendo.2021.707233.
- [14] Lamartina L, Lebouleux S, Borget I, et al. Global thyroid estimates in 2020[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2022, 10(4):235-236. DOI:10.1016/S2213-8587(22)00048-1.
- [15] Zhu J, Sun KX, Wang J, et al. Clinicopathological and surgical comparisons of differentiated thyroid cancer between China and the USA: a multicentered hospital-based study[J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 974359. DOI:10.3389/fpubh.2022.974359.
- [16] Shin A, Cho S, Jang D, et al. Body mass index and thyroid cancer risk: a pooled analysis of half a million men and women in the Asia cohort consortium[J]. *Thyroid*, 2022, 32(3):306-314. DOI:10.1089/thy.2021.0445.
- [17] 平卫伟, 谭红专, 曹文君, 等. 成年人生活方式与体质指数的相关性研究[J]. *中华疾病控制杂志*, 2016, 20(11): 1184-1186. DOI:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2016.11.027.  
Ping WW, Tan HZ, Cao WJ, et al. Correlation study between lifestyle and BMI in adults[J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2016, 20(11): 1184-1186. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2016.11.027.
- [18] 陆凤, 应丹妮, 龚巍巍, 等. 浙江省甲状腺癌患病影响因素的配对病例对照研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39(10): 1387-1393. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.10.018.  
Lu F, Ying DN, Gong WW, et al. Factors related to thyroid carcinoma in Zhejiang province: a matched case-control study[J]. *Chin J Epidemiol*, 2018, 39(10):1387-1393. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.10.018.
- [19] 国家卫生健康委老龄健康司. 2020 年度国家老龄事业发展公报[EB/OL]. (2021-10-15)[2022-11-21]. <http://www.nhc.gov.cn/ljks/pqt/202110/c794a6b1a2084964a7ef45f69bef5423.shtml>.
- [20] Wang JY, Yu FF, Shang YN, et al. Thyroid cancer: incidence and mortality trends in China, 2005-2015[J]. *Endocrine*, 2020, 68(1):163-173. DOI:10.1007/s12020-020-02207-6.
- [21] 沈婉莹, 谢靖, 周维, 等. 2005-2015 年中国甲状腺癌死亡趋势分析[J]. *实用预防医学*, 2021, 28(6): 641-644. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2021.06.001.  
Shen WY, Xie J, Zhou W, et al. Trend of deaths from thyroid cancer in China, 2005-2015[J]. *Pract Prev Med*, 2021, 28(6): 641-644. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2021.06.001.
- [22] Kobaly K, Kim CS, Mandel SJ. Contemporary management of thyroid nodules[J]. *Annu Rev Med*, 2022, 73:517-528. DOI:10.1146/annurev-med-042220-015032.
- [23] Miranda-Filho A, Lortet-Tieulent J, Bray F, et al. Thyroid cancer incidence trends by histology in 25 countries: a population-based study[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2021, 9(4): 225-234. DOI: 10.1016/S2213-8587(21)00027-9.
- [24] 亚明宏. 2012 年中国版《甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南》解读[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2013, 27(16): 917-920. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1781.2013.16.004.  
Ya MH. Interpretation of the management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer (2012 Chinese edition) [J]. *J Clin Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 2013, 27(16):917-920. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1781.2013.16.004.
- [25] 田文, 罗晋. 中国与美国甲状腺结节与分化型甲状腺癌诊治指南比较[J]. *中国实用外科杂志*, 2013, 33(6):475-479.  
Tian W, Luo J. Comparison of thyroid nodules and differentiated thyroid cancer guidelines from American and Chinese[J]. *Chin J Pract Surg*, 2013, 33(6):475-479.
- [26] Wu JY, Zhao XY, Sun JZ, et al. The epidemic of thyroid cancer in China: Current trends and future prediction[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 932729. DOI: 10.3389/fonc.2022.932729.