· 应用研究 ·

# 1990—2021 年中国食管癌疾病负担变化及其趋势预测分析*

王良佳[1,2]　乔利春[2]　李淼芊[2]　万　萍[2]　史绍腾[2]　刘怡昕[1]　韩　晶[2△]　郭熠洁[1,3△]

【提　要】 **目的**　了解 1990—2021 年中国食管癌的疾病负担及其变化趋势，并预测 2022—2030 年的发展态势，为制定有效的干预策略提供科学依据。**方法**　利用 2021 年全球疾病负担数据，按时间、年龄和性别对我国人群食管癌的患病、死亡和伤残调整寿命年（disability adjusted-life years，DALYs）以及标化率进行描述性分析。通过因素分解分析人口增长、老龄化和流行病学变化对食管癌疾病负担的影响，并运用贝叶斯年龄-时期-队列（Bayesian age-period-cohort，BAPC）模型预测未来趋势。**结果**　1990—2021 年间，中国食管癌的患病和死亡人数以及 DALYs 数均有所增加，而标化患病率、标化死亡率及标化 DALYs 率总体呈下降趋势。相较于 1990 年，2021 年患病人数由 313571.89 例增加至 545873.76 例，标化患病率由 34.85/10 万减少至 24.98/10 万，食管癌死亡人数由 210821.63 人增加至 296443.04 人，标化死亡率由 26.06/10 万下降至 14.13/10 万，食管癌 DALYs 由 5852132.31 人年增加至 6898666.18 人年，标化 DALYs 率由 653.31/10 万人年减少至 317.18/10 万人年。1990—2021 年间，标化患病率、标化死亡率和标化 DALYs 率的平均年度变化百分比（average annual percent change，AAPC）分别为-0.320%、-0.388%、-11.018%。因素分解结果表明，人口老龄化是导致中国食管癌患病和死亡人数增加的主要驱动力，占比分别达 93.78% 和 184.62%，其次是人口增长，而流行病学改变是促使患病人数减少的因素。BAPC 模型预估 2022—2030 年中国食管癌标化患病率和标化死亡率将缓慢上升，而标化 DALYs 率持续下降。**结论**　过去的 30 年来，我国食管癌的疾病负担虽然得到一定控制，但患病和死亡人数仍逐年上升，尤其在性别和老龄化方面表现显著。应制定针对性的策略以应对这一挑战，进一步提升全民健康水平。

【关键词】 食管癌　疾病负担　伤残调整寿命年　贝叶斯年龄-时期-队列预测分析

【中图分类号】 R735.1　　【文献标志码】 A　　**DOI**　10.11783/j.issn.1002-3674.2026.05.012

食管癌（esophageal cancer，EC），也称食道癌，是一种因食管黏膜上皮细胞发生癌变的胃肠道恶性肿瘤，其中食管鳞状上皮细胞癌是我国食管癌最常见类型[1]。食管癌的发生是多种影响因素相互作用的结果，具有罹患率高、临床预后差、地区分布差异、种族差异等流行病学特点[2]。国际癌症研究机构于 2022 年发布的报告称，食管癌在各类癌症中的死亡率占全球第 7 位，发病率目前居第 11 位，且食管癌的疾病负担在加重[3-4]。2020 年，全球估计有 54.41 万例死亡，我国有 28.75 万例死亡，远高于其他国家或地区的平均水平[5-6]。东亚地区是食管癌的高发地区之一，其中中国在 2022 年的发病及死亡人数约超过了全球的 40%，因此我国食管癌的疾病负担仍较沉重[7-8]。有研究显示，在近些年来，我国食管癌患病人数相较于 1990 年增加了约 2 倍，调查显示食管癌发病率在中老年人群中较高，并且随着年龄的增长而增加，在我国人口老龄化形成的弱势群体的食管癌疾病负担情况比较严重[9-12]。从性别上看，男性的患病人数、死亡例数和伤残调整寿命年数以及年龄标化率均远高于女性，提示中国男性食管癌疾病负担远高于女性[13-14]。如今，随着我国社会结构的转型和经济发展，居民的生活环境和日常行为习惯都发生了显著变化，同时食管癌的流行病学特征也在逐渐改变。此外，随着老龄化趋势的加剧，食管癌的预防与控制工作面临着诸多挑战。

本研究利用 2021 年全球疾病负担数据库发布的 1990—2021 年中国食管癌患病率、死亡率和伤残调整寿命年（disability adjusted-life years，DALYs）以及年龄标准化率对我国食管癌人群进行描述性分析，使用贝叶斯年龄-时期-队列（Bayesian age-period-cohort，BAPC）模型预测 2022—2030 年中国食管癌疾病负担趋势变化，以期为我国制定和评估食管癌的防治措施和疾病负担提供科学依据和参考。

## 资料与方法

1. 资料来源

GBD 2021 发布的数据覆盖了 204 个国家和地区，涵盖 371 种疾病和伤害，以及 88 个危险因素的综合评估[15]，GBD 数据库旨在系统评估全球疾病、伤害和危险因素对人群健康的影响，并提供疾病负担的相关信息。数据纳入前经严格处理：格式化、疾病分类、年龄/性别分层、死因分类调整、ICD 代码分配等，所有数据基于多种负担模型对可用指标进行综合分析[15-16]。具体数据来源可在 IHME 网站（https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/）查询。

本研究从 GBD 数据库导出 1990—2021 年中国人群食管癌的相关数据，选取患病数、死亡人数、DALYs 以及年龄标化率指标，用患病率、死亡率及 DALYs 率及其 95% 不确定性区间（uncertainty interval，UI）衡量

* 基金项目：国家自然科学基金（82571711）；陕西省自然科学基础研究项目（2025JC-YBMS-850）；西安交通大学基础研究项目（xzy012023103）

1. 西安交通大学第一附属医院精神心理卫生科（710061）
2. 西安交通大学医学部公共卫生学院
3. 西安交通大学第一附属医院脑科学研究中心
△通信作者：韩晶，E-mail：bbbishop@126.com；郭熠洁，E-mail：yijie_guo@163.com

疾病负担。其中，DALYs综合反映了因早逝造成的寿命损失（years of life lost，YLLs）和因伤残造成的健康寿命损失（years lived with disability，YLDs）。本研究旨在系统评估中国食管癌疾病负担，为制定干预措施提供科学依据。

2. 疾病分类

在GBD 2021中，癌症根据国际疾病分类第十修订版（ICD-10）编码，EC编码为C15.0至C15.9[5]。

3. 统计学分析

本研究使用excel 2019对食管癌疾病负担数据进行整理，并采用R 4.4.1软件完成数据分析和可视化处理。对1990—2021年间食管癌的患病率、死亡率、DALYs率及其年龄标化率的95%*UI*分别按年份、性别和年龄进行描述性分析。通过GBD世界标准人口的年龄构成计算年龄标化率（age-standardized rate，ASR），ASR是各年龄段患病/死亡/DALYs率乘以该年龄段人员占比之和，计算出年龄标化患病率（age-standardized prevalence rate，ASPR）、年龄标化死亡率（age-standardized mortality rate，ASMR）和年龄标化DALYs率（age-standardized disability-adjusted life years，ASDR）[15]。按公式（2021年值-1990年值）/1990年值×100%计算出各指标32年来的年变化率。在时间趋势分析中，将长期趋势分段为多个具有统计意义的区间，并对每个年份区间进行拟合与优化，设检验水准为α=0.05，当$P<0.05$时，认为有统计学意义，在此基础上计算年度变化百分比（annual percent change，APC）和平均年度变化百分比（average annual percent change，AAPC）及其95%置信区间（confidence interval，CI）。另外，采用因素分解法，分析人口增长、老龄化及流行病学变化对食管癌疾病负担的贡献度，同时采用BAPC模型对2022—2030年中国食管癌的患病、死亡及疾病负担趋势进行预测。

## 结　果

1. 1990—2021年中国食管癌的疾病负担

总体上，中国食管癌患病人数、死亡人数以及DALYs数均呈上升趋势，但食管癌ASPR、ASMR及ASDR均呈下降趋势，且男性高于女性，但女性的DALYs数在降低。相较于1990年，2021年中国的食管癌患病数已达545873.76人（95%*UI*：435009.27，672477.84），死亡数为296443.04例（95%*UI*：236647.81，362831.35），DALYs数为6898666.18人年（95%*UI*：5471181.02，8553365.98）。2021年食管癌患病数、死亡数和DALYs数相较于1990年分别增加了74.08%、40.61%和17.88%，ASPR、ASMR和ASDR分别减少了28.32%、45.78%和51.45%。男性和女性的指标变化趋势和总体人群相似，其中女性的DALYs数在降低，比1990年降低了15.51%。详见表1。

2. 2021年中国不同性别及不同年龄组食管癌的疾病负担

在2021年，中国男性和女性的食管癌患病数、死亡数和DALYs数均随年龄的增加先逐渐增多后缓慢减少，图1显示在65~69岁年龄段升至顶峰，此后人数在逐渐减少。在各相同年龄组，男性的患病数、死亡数和DALYs数以及ASPR、ASMR和ASDR均明显高于女性。男性和女性食管癌的ASPR、ASMR和ASDR在35~39岁年龄组之前均增长缓慢，40~44岁以后以上指标迅速增长。其中，ASPR在65~69岁达到最高峰，ASDR在65~69岁和70~74岁达到最高峰，ASDR在

**表1**　1990—2021年中国食管癌疾病负担

| 类目 | 组别 | 人数（95% *UI*） | | | 年龄标化率（95% *UI*） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1990年 | 2021年 | 变化（%） | 1990年 | 2021年 | 变化（%） |
| 患病情况 | 总体 | 313571.89（259365.35，366240.94） | 545873.76（435009.27，672477.84） | 74.08 | 34.85（28.91，40.57） | 24.98（19.95，30.68） | -28.32 |
| | 男性 | 225335.55（183173.17，272630.72） | 409217.42（312660.61，521277.12） | 81.59 | 49.85（40.79，59.86） | 38.59（29.61，48.89） | -22.59 |
| | 女性 | 88236.33（44610.48，112120.42） | 136656.34（79803.55，672477.84） | 54.87 | 20.05（10.26，25.35） | 12.15（7.11，16.03） | -39.40 |
| 死亡情况 | 总体 | 210821.63（176081.37，244586.52） | 296443.04（236647.81，362831.35） | 40.61 | 26.06（21.77，30.10） | 14.13（11.36，17.18） | -45.78 |
| | 男性 | 149418.41（122412.08，179467.03） | 232753.63（178777.74，294008.56） | 55.77 | 38.19（31.85，45.33） | 23.84（18.51，29.79） | -37.57 |
| | 女性 | 61402.21（32747.92，76357.41） | 63689.41（37534.64，83584.38） | 3.72 | 15.25（8.35，18.87） | 5.79（3.39，7.58） | -62.03 |
| DALYs | 总体 | 5852132.31（4841614.20，6818927.27） | 6898666.18（5471181.02，8553365.98） | 17.88 | 653.31（543.18，758.88） | 317.18（252.46，392.42） | -51.45 |
| | 男性 | 4329941.11（3531563.05，5230397.87） | 5612571.89（4255104.81，7150022.18） | 29.62 | 962.82（790.96，1153.47） | 534.18（407.77，678.22） | -44.52 |
| | 女性 | 1522191.21（779915.93，1927325.62） | 1286094.28（796893.51，1686072.25） | -15.51 | 348.83（180.81，438.65） | 114.58（70.78，150.41） | -67.15 |

65~69 岁达到最高峰。男性和女性在各年龄组的变化趋势基本一致，见图 1。

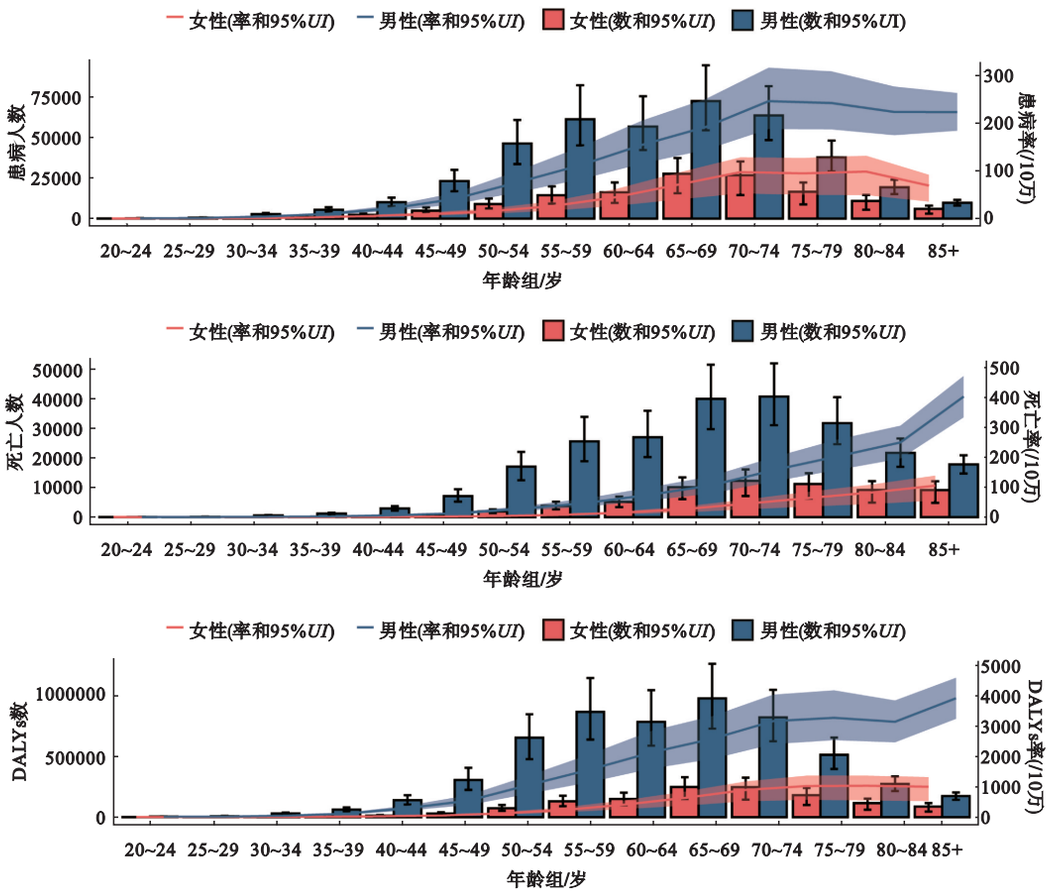



**图 1**　2021 年中国不同性别及不同年龄组食管癌的疾病负担

3. 因素分解分析

因素分解的结果表明，总体患病人数、死亡人数和 DALYs 数的增加均可归因于人口老龄化和人口数量的增加，流行病学特征的改变对减少食管癌的患病人数起到了一定积极作用，但不足以抵消人口增长及人口老龄化的影响。1990—2021 年，人口老龄化、人口增长和流行病学变化对食管癌患病人数的贡献比例分别为 93. 78%、73. 28%、−67. 06%；对食管癌死亡人数的贡献比例分别为 184. 62%、123. 74%、−208. 36%；对食管癌 DALYs 数的贡献比例分别为 332. 31%、258. 96%、−491. 27%。与总体相比，对性别进行分层分析，男性和女性的因素分解结果与总人群一致，见图 2。

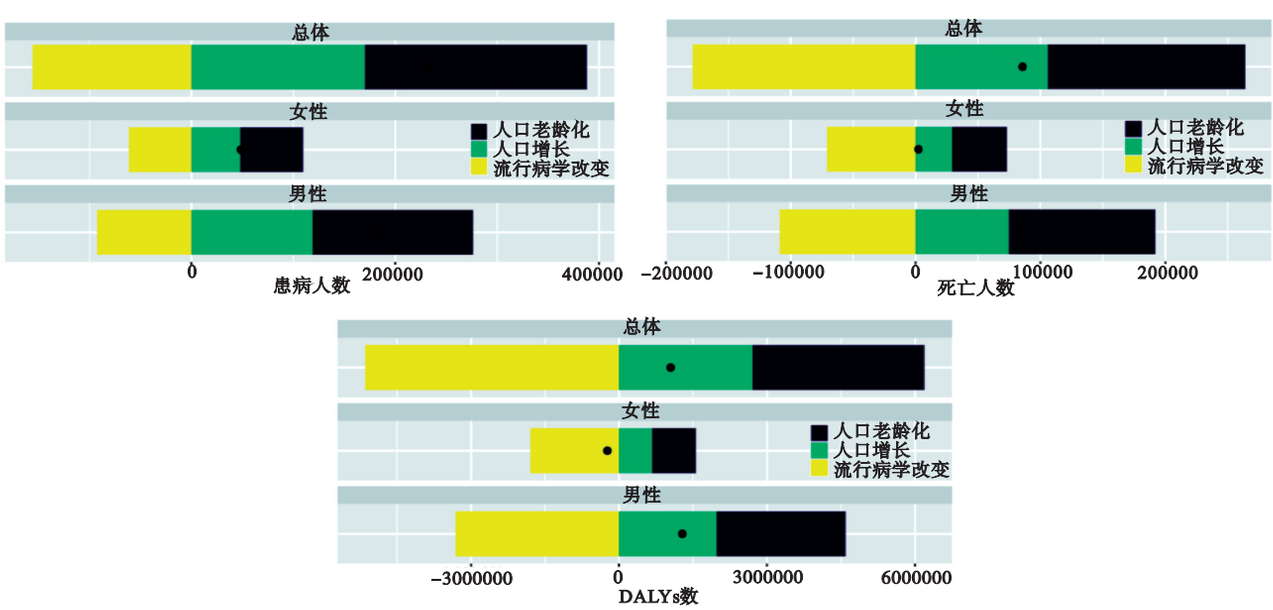



**图 2**　1990—2021 年中国食管癌的因素分解分析

4. AAPC分析

1990—2021年，中国食管癌ASPR、ASMR和ASDR的AAPC在总体上呈下降趋势，分别为−0.320%（95%*CI*：−0.340，−0.299）、−0.388%（95%*CI*：−0.406，−0.370）和−11.018%（95%*CI*：−11.422，−10.613）。其中，ASPR在1990—1997年（APC=−1.127%，*P*<0.001）和2004—2015年呈下降趋势（APC=−3.128%，*P*<0.001），而在1997−2004年（APC=0.883%，*P*<0.001）和2015—2021年（APC=0.875%，*P*<0.001）呈上升趋势。ASMR在1990—1998年和2015—2021年呈下降趋势，APC分别为−1.463%和−0.475%，在2004—2015年间下降幅度最大（APC=−4.127%，*P*<0.001），1998—2004年呈上升趋势，APC为0.348%。1990—2021年食管癌的ASDR一直呈下降趋势，其中在2003—2015年下降最快（APC=−4.498%，*P*<0.001），1990—1998年、1998—2003年和2015—2021年APC分别为−1.784%、−0.376%和−0.476%，详见表2。

**表2** 1990—2021年中国食管癌的AAPC模型分析

| 类目 | 组别 | 年度变化百分比(95%*CI*) | 平均年度变化百分比(95%*CI*) |
|---|---|---|---|
| 标化患病率 | 1990—1997 | −1.127(−1.409，−0.845) | −0.320（−0.340，−0.299） |
| | 1997—2004 | 0.883(0.438，1.329) | |
| | 2004—2015 | −3.128(−3.299，−2.958) | |
| | 2015—2021 | 0.875(0.523，1.227) | |
| 标化死亡率 | 1990—1998 | −1.463(−1.808，−1.117) | −0.388（−0.406，−0.370） |
| | 1998—2004 | 0.348(−0.196，0.894) | |
| | 2004—2015 | −4.127(−4.309，−3.945) | |
| | 2015—2021 | −0.475(−1.014，0.066) | |
| 标化DALYs率 | 1990—1998 | −1.784(−2.099，−1.468) | −11.018（−11.422，−10.613） |
| | 1998—2003 | −0.376(−0.870，0.120) | |
| | 2003—2015 | −4.498(−4.664，−4.332) | |
| | 2015—2021 | −0.476(−0.970，0.020) | |

5. BAPC模型预测分析

BAPC模型预测了2022—2030年中国食管癌的患病情况，总人群患病数有734525.56人（95%*CI*：387920.85，1081130.26）和ASPR为43.03/10万（95%*CI*：22.72，63.35），相较于2022年分别增加了30.92%和8.72%。其中，预估男性和女性2030年食管癌患病数分别为556948.88人（95%*CI*：307117.20，806780.57）和177576.68人（95%*CI*：80803.66，274349.70），各增加了30.48%和32.29%。预测男性和女性ASPR分别升至66.78/10万（95%*CI*：38.36，95.19）和18.91/10万（95%*CI*：9.08，28.74），相比2022年增加了7.90%和2.72%。

预计2030年总人群死亡数可达401749.49例（95%*CI*：212822.17，590676.82），比2022年上升了28.98%，ASMR小幅度上升了1.04%，升至23.20/10万（95%*CI*：12.28，34.13）。男性和女性死亡数预计分别为322723.71例（95%*CI*：177919.31，467528.11）和79025.78例（95%*CI*：34902.86，123148.71），其中男性ASMR增加了1.85%，而女性的ASMR降低了9.76%。

在2030年，我国总人群、男性和女性DALYs数分别为8357126.27（95%*CI*：4414462.54，12299790.02）、6957722.14（95%*CI*：3824745.27，10090699.01）和1399404.14（95%*CI*：589717.27，2209091.01），相较于2022年分别上升了18.72%、19.49%和15.01%。而我国总人群的ASDR将降低1.93%至489.89/10万（95%*CI*：258.83，720.95），男性和女性的ASDR分别为838.84/10万（95%*CI*：483.52，1194.16）和145.37/10万（95%*CI*：65.59，255.16），分别下降了1.52%和1.33%，详见图3。

## 讨 论

本研究表明，与1990年相比，2021年我国食管癌的患病数、死亡数以及DALYs数均呈现上升趋势，ASPR、ASMR和ASDR均呈下降趋势，表明我国食管癌的整体疾病负担在发生变化。这一趋势提示，尽管疾病总负担在绝对数值上有所增加，但人口结构的变化可能在一定程度上缓解了负担的加重。年龄标准化后的结果提示，这种变化可能与我国年轻人比例下降或老年人比例上升密切相关，相关研究指出，人口老龄化是影响食管癌疾病负担的重要因素[17]。食管癌的发生目前多认为是基因、环境、生活习惯等多方面共同作用的结果[18]。既往研究表明，性别、年龄、吸烟、饮酒、喜食烫食、高体质指数、蔬果摄入不足等都是引发食管癌的危险因素，其中吸烟和饮酒对食管癌的发生有重要影响[10,19-22]。归因于吸烟因素的研究结果显示，1990年至2019年间，中国食管癌的ASMR和ASDR均呈下降趋势。这表明吸烟对食管癌疾病负担的总体影响有所减弱[20]，尤其是在2004年前后，下降趋势最为明显，这一变化可能与我国于2003年签署《世界卫生组织烟草控制框架公约》有关。该公约的签署标志着我国在控烟方面迈出了重要一步，并通过多项政策措施推动吸烟率的下降，如提高烟草税率、限制烟草广告以及加强公共场所禁烟等。这些控烟措施的实施可能有效减少了因吸烟引发的食管癌病例，进而降低了疾病负担[21]。

我国食管癌的发生存在明显的性别差异。从1990年至2019年的数据来看，无论是患病人数、死亡人数还是DALYs数，以及各指标的年龄标化率，女性均显著低于男性。男性的变化呈上升趋势且更加明显，而女性的变化则呈现出更多波动和拐点，这种差异可能主要与男性群体有较高比例的不良生活习惯，

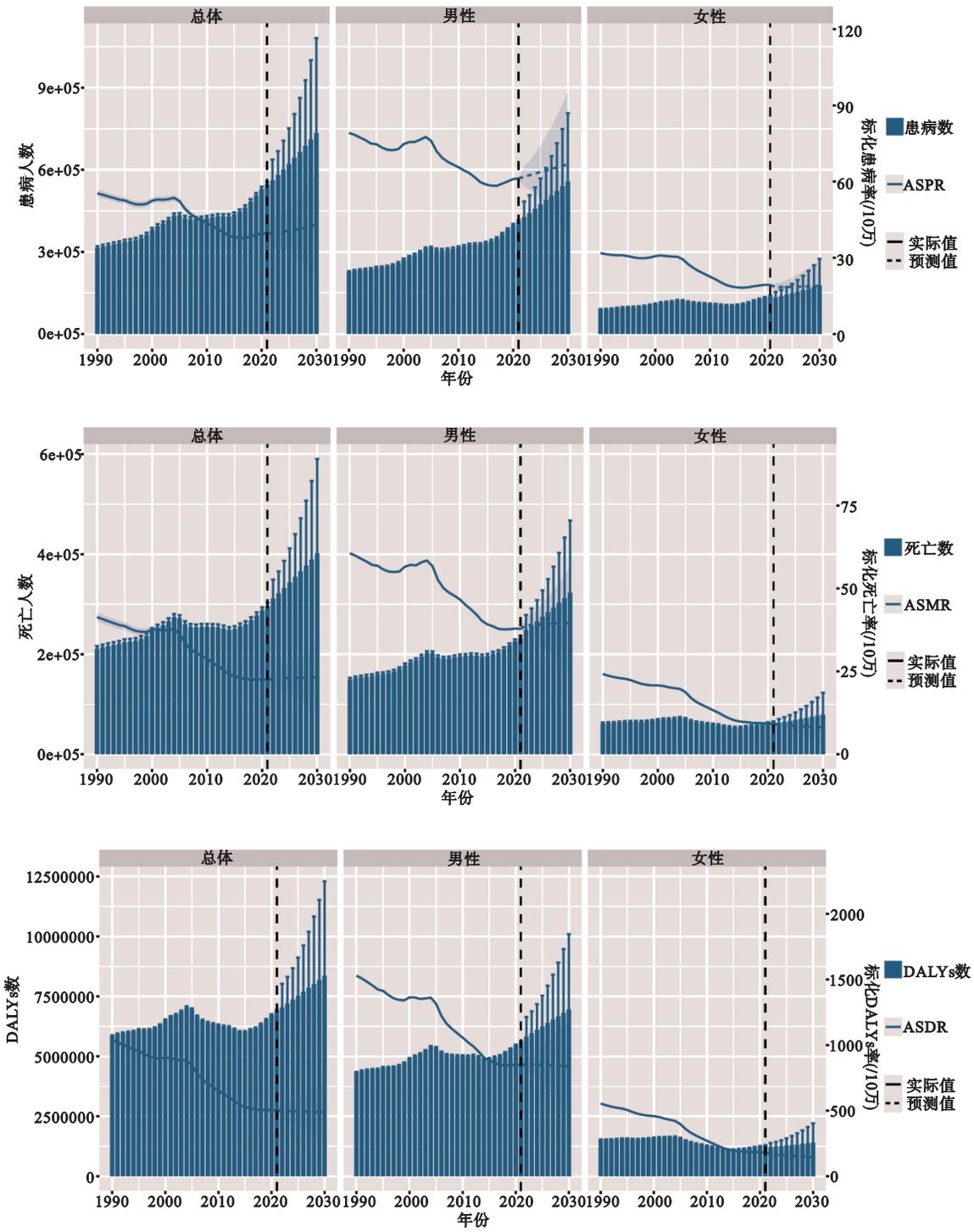



**图 3**　1990—2030 年中国人群食管癌的 BAPC 模型分析

如吸烟和饮酒等密切相关[22]。一项调查研究的数据显示，中国成年男性的吸烟率约为女性的 25 倍，吸烟人数男性明显高于女性[22]。吸烟被公认为食管癌的主要风险因素之一，其危害不仅会显著增加男性的死亡风险，还会导致 DALYs 的显著损失，从而使男性面临更高的食管癌疾病负担风险[23]。有研究指出，吸烟不仅直接增加食管黏膜受损的风险，还会通过炎症反应和致癌物累积的途径促进癌症的发生和发展[24]。相较之下，女性在健康意识方面普遍更强，对不良生活习惯的控制力度较大，从而在一定程度上降低了食管癌的风险。女性在饮食选择、定期体检以及健康行为管理等方面的表现更为积极，这些因素共同促使女性的食管癌疾病负担相对较低[25]。

年龄也是影响食管癌疾病负担的因素之一，随年龄的增长我国总人群的食管癌患病、死亡和 DALYs 数都在上升。经因素分解分析得知，我国食管癌患病人数的增加主要归因于人口增长和人口老龄化，这提示老龄化问题和人口结构是影响我国食管癌疾病负担的重要因素[17]。2020 年的第七次全国人口普查结果显示，65 岁及以上的老年人口所占比例升至 13. 5%，

且中国近10年的人口年平均增长率为0.53%[26]。国家统计局发布的权威数据显示，我国1990年、2000年、2010年和2020年65岁及以上的老年人口所占比重分别为5.6%、7.0%、8.9%和13.5%，数据清晰地反映我国正在步入老龄化社会阶段[26]。本研究结果显示，食管癌的发病率、患病率、死亡率及DALYs率在小于40岁处于较低水平，40岁以后快速上升，这提示应加强老年人群的食管癌早诊早治工作，而70岁及以上老年人的食管癌患病率和死亡率在逐渐降低，这可能是因为其他如心脑血管疾病或呼吸系统疾病等造成的竞争性死亡[27]。

通过因素分解分析发现，人口老龄化和人口增长是驱动我国食管癌患病和死亡人数增加的主要因素，尽管流行病学的改变在一定程度上有助于减轻食管癌的发生，但并不能抵消人口老龄化和人口结构变化带来的影响。采用BAPC模型预测结果显示，2022—2030年我国食管癌的ASPR、ASMR呈现逐步上升趋势，而ASDR则缓慢降低。此外，考虑人口增长、老龄化和其他潜在因素的影响，预计食管癌的患病、死亡数和DALYs数会持续增加。这一变化趋势是多因素作用的结果，如降低危险因素的暴露水平：控烟的有效执行、酒精摄入的限制以及健康饮食的推广[27-28]。同时，卫生环境的改善也被视为食管癌发病率下降的一个重要因素。此外，普及食管癌的筛查也发挥了重要作用。

本研究不足之处在于：GBD数据的收集来源具有多样性；质量控制不佳，影响疾病负担和危险因素暴露水平的估计；混杂因子的干扰影响预测判断。综上所述，针对性别差异、不同年龄组和时间趋势的变化，应加强对男性的健康教育，提前对40岁以上的人群采取预防措施，做到一级预防，为减轻我国食管癌疾病负担而努力。

## 参 考 文 献


[1] 曹小琴, 孙喜斌. 食管癌发病水平及变化趋势[J]. 中国肿瘤临床, 2016, 43(21): 932-936.

[2] Thrift AP, Whiteman DC. The incidence of esophageal adenocarcinoma continues to rise: analysis of period and birth cohort effects on recent trends[J]. Annals of Oncology, 2012, 23(12): 3155-3162.

[3] 王培宇, 黄祺, 王少东, 等.《全球癌症统计数据2022》要点解读[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2024, 31(7): 933-954.

[4] 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.

[5] Jin W, Huang K, Ding Z, et al. Global, regional, and national burden of esophageal cancer: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Biomarker Research, 2025, 13(1): 3.

[6] Rogers JE, Sewastjanow-Silva M, Waters RE, et al. Esophageal cancer: emerging therapeutics[J]. Expert Opinion on Therapeutic Targets, 2022, 26(2): 107-117.

[7] Morgan E, Soerjomataram I, Rumgay H, et al. The Global Landscape of Esophageal Squamous Cell Carcinoma and Esophageal Adenocarcinoma Incidence and Mortality in 2020 and Projections to 2040: New Estimates From GLOBOCAN 2020[J]. Gastroenterology, 2022, 163(3): 649-658.

[8] Zhu H, Ma X, Ye T, et al. Esophageal cancer in China: Practice and research in the new era[J]. International Journal of Cancer, 2023, 152(9): 1741-1751.

[9] Uhlenhopp DJ, Then EO, Sunkara T, et al. Epidemiology of esophageal cancer: update in global trends, etiology and risk factors. [J]. Clinical Journal of Gastroenterology, 2020, 13(6): 1010-1021.

[10] 陈飞, 王悠清. 1990—2019年中国食管癌疾病负担及其变化趋势分析[J]. 中国肿瘤, 2021, 30(6): 401-407.

[11] Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet (London, England), 2019, 394(10204): 1145-1158.

[12] 陈金东. 中国各类癌症的发病率和死亡率现状及发展趋势[J]. 遵义医学院学报, 2018, 41(6): 653-662.

[13] 胡守财, 杨成龙, 马浩天, 等. 1990—2019年中国饮酒所致的食管癌疾病负担趋势及男女对比分析[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2025, 32(4): 500-507.

[14] 滕熠, 曹毛毛, 严鑫鑫, 等. 1990—2019年早发食管癌疾病负担及变化趋势：中国与全球对比分析[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2024, 31(4): 189-195.

[15] GBD 2021 Diseases And Injuries Collaborators. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990—2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Lancet (London, England), 2024, 403(10440): 2133-2161.

[16] Naghavi M, Ong KL, Aali A, et al. Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990 - 2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. The Lancet, 2024, 403(10440): 2100-2132.

[17] 党李梅, 刘思晴, 袁嘉, 等. 1990—2019年中国食管癌疾病负担变化趋势及其危险因素分析[J]. 社区医学杂志, 2023, 21(1): 1-9.

[18] 谷变利, 马丽霞, 石林林, 等. 食管鳞癌的病因学研究进展[J]. 食管疾病, 2023, 5(1): 47-51.

[19] 李保华, 肖迅, 张敏, 等. 食管癌危险因素及预测模型的研究[J]. 实用医院临床杂志, 2024, 21(6): 132-137.

[20] 马一楷, 王耿, 刘彩霞. 1990—2019年中国归因于吸烟因素的食管癌疾病负担分析[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2024, 45(4): 593-601.

[21] Sun D, Pang Y, Lyu J, et al. Current Progress and Challenges to Tobacco Control in China[J]. China CDC Weekly, 2022, 4(6): 101-105.

[22] Liu Z, Li YH, Cui ZY, et al. Prevalence of tobacco dependence and associated factors in China: Findings from nationwide China Health Literacy Survey during 2018-19[J]. The Lancet Regional Health. Western Pacific, 2022, 24: 100464.


（下转第720页）

propensity score: a primer for practitioners[J]. BMJ, 2019, 367: l5657-l5657.

[8] 涂博祥,秦婴逸,吴骋,等. 倾向性评分加权方法介绍及R软件实现[J]. 中国循证医学杂志,2022,22(3):365-372.

[9] Zagar AJ, Kadziola Z, Lipkovich I, et al. Evaluating different strategies for estimating treatment effects in observational studies[J]. Journal of Biopharmaceutical Statistics, 2017, 27(3): 535-553.

[10] Li F, Morgan KL, Zaslavsky AM. Balancing covariates via propensity score weighting[J]. Journal of the American Statistical Association, 2018, 113(521): 390-400.

[11] Brooks JM, Chapman CG, Schroeder MC. Understanding treatment effect estimates when treatment effects are heterogeneous for more than one outcome[J]. Applied Health Economics and Health Policy, 2018, 16(3): 381-393.

[12] Robertson SE, Leith A, Schmid CH, et al. Assessing heterogeneity of treatment effects in observational studies[J]. American Journal of Epidemiology, 2021, 190(6): 1088-1100.

[13] Dahabreh IJ, Hayward R, Kent DM. Using group data to treat individuals: understanding heterogeneous treatment effects in the age of precision medicine and patient-centred evidence[J]. International Journal of Epidemiology, 2016, 45(6): 2184-2193.

[14] Rubin DB. Estimating causal effects from large data sets using propensity scores[J]. Annals of Internal Medicine, 1997, 127(8 Part 2): 757-763.

[15] Li F, Thomas LE. Addressing extreme propensity scores via the overlap weights[J]. American Journal of Epidemiology, 2019, 188(1): 250-257.

[16] Hainmueller J. Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies[J]. Political Analysis, 2012, 20(1): 25-46.

[17] Kereiakes DJ, Obenchain RL, Barber BL, et al. Abciximab provides cost-effective survival advantage in high-volume interventional practice[J]. American Heart Journal, 2000, 140(4): 603-610.

[18] Han P. A further study of the multiply robust estimator in missing data analysis[J]. Journal of Statistical Planning and Inference, 2014, 148: 101-110.

[19] Zhou YJ, Matsouaka RA, Thomas L. Propensity score weighting under limited overlap and model misspecification[J]. Statistical Methods in Medical Research, 2020, 29(12): 3721-3756.

[20] Garrido MM, Lum J, Pizer SD. Vector-based kernel weighting: A simple estimator for improving precision and bias of average treatment effects in multiple treatment settings[J]. Statistics in Medicine, 2021, 40(5): 1204-1223.

（责任编辑：林美艺）

（上接第713页）

[23] Yang S, Lin S, Li N, et al. Burden, trends, and risk factors of esophageal cancer in China from 1990 to 2017: an up-to-date overview and comparison with those in Japan and South Korea[J]. Journal of Hematology & Oncology, 2020, 13(1): 146.

[24] Shigaki H, Baba Y, Watanabe M, et al. LINE-1 hypomethylation in noncancerous esophageal mucosae is associated with smoking history[J]. Annals of Surgical Oncology, 2012, 19(13): 4238-4243.

[25] Jin EH, Han K, Shin CM, et al. Sex and Tumor-Site Differences in the Association of Alcohol Intake With the Risk of Early-Onset Colorectal Cancer[J]. Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology, 2023, 41(22): 3816-3825.

[26] 国务院第七次全国人口普查领导小组办公室. 中国人口普查年鉴2020[M]. 北京:中国统计出版社, 2022.

[27] 地力亚尔·吾斯曼江. 1990—2019年归因于吸烟、饮酒、高BMI的中国食管癌死亡率趋势分析[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2023.

[28] 陈思念, 曾智, 朱嘉雯, 等. 中国归因于饮酒的食管癌疾病负担分析与预测:基于1990—2019年中国疾病负担的年龄-时期-队列研究[J]. 肿瘤, 2024, 44(2): 158-168.

（责任编辑：林美艺）