基于年龄-时期-队列模型的中国前列腺癌发病死亡趋势分析

林豪胜[1]　杨增士[1]　叶宁[1]

［摘要］ **目的**：分析 1990—2019 年中国前列腺癌(prostate cancer，PCa)的发病及死亡现状和长期变化趋势。**方法**：数据来自 2019 年全球疾病负担数据库。采用 Joinpoint 软件和年龄-时期-队列模型在线分析工具，对 1990—2019 年中国 PCa 的数据进行分析。**结果**：1990—2019 年，中国 PCa 发病率由 4.33/10 万逐年增长至 21.17/10 万；死亡率由 3.34/10 万逐年增长至 7.50/10 万；伤残调整寿命年(disability adjusted life year，DALY)率由 66.06/10 万逐年增长至 138.32/10 万。Joinpoint 结果显示，标化发病率有升高趋势，标化死亡率有降低趋势。年龄-时期-队列模型结果显示，发病与死亡风险随年龄的增加而增高，发病风险随时期的增加而升高，死亡风险随时期的增加而降低，发病风险随队列的增加而升高，死亡风险随队列的升高而降低。**结论**：1990—2019 年中国 PCa 的发病率、死亡率呈上升趋势，发病和死亡风险随年龄升高而升高，并且 80 岁以上人群发病风险最高，提示 80 岁以上老年人群应作为 PCa 防治工作的重点人群。

［关键词］ 前列腺癌；发病率；死亡率；年龄-时期-队列模型；疾病负担
DOI：10.13201/j.issn.1001-1420.2024.08.011
［中图分类号］ R737.25　　［文献标志码］ A

Analysis of incidence and mortality trends of prostate cancer in China based on age-period-cohort model

LIN Haosheng　YANG Zengshi　YE Ning
(Department of Urology, Xiaolan Hospital, Southern Medical University, Zhongshan, Guangdong, 528415, China)
Corresponding author: LIN Haosheng, E-mail: 834260897@qq.com

Abstract　**Objective**: To analyze the current status and long-term trend of prostate cancer incidence and mortality in China from 1990 to 2019. **Methods**: Data were collected from 2019 global burden of disease data. Joinpoint software analysis and age-period-cohort model online analysis tools were used to analyze the data of prostate cancer in China from 1990 to 2019. **Results**: From 1990 to 2019, the crude incidence of prostate cancer in China increased from 4.33 per 100, 000 to 21.17 per 100, 000. China's crude death rate has increased from 3.34 per 100, 000 to 7.50 per 100, 000. The crude disability adjusted life year(DALY) rate of prostate cancer in China has increased from 66.06/100, 000 to 138.32/100, 000. The Joinpoint results showed that standardized incidence tended to increase and standardized mortality tended to decrease. The results from the Age－Period－Cohort model show that the risk of incidence and mortality increases with age. The risk of incidence rises with the passage of time, while the risk of mortality decreases over time. The risk of incidence increases with successive cohorts, whereas the risk of mortality increases with later cohorts. **Conclusion**: From 1990 to 2019, the incidence and mortality of prostate cancer in China showed an increasing trend, and the risk of morbidity and mortality increased with age. The risk of morbidity was highest in people over 85 years old, suggesting that the elderly over 85 years old should be the focus of prostate cancer prevention and treatment.

Key words　prostate cancer; incidence; mortality; age-period-cohort model; disease burden

前列腺癌(prostate cancer，PCa)是全世界男性生殖系统常见的恶性肿瘤之一[1]，近年来疾病负担很高[2]，是全球男性第二大常见的肿瘤[3]。与全球平均水平相比，中国 PCa 的疾病负担呈现逐年上升的趋势，在恶性肿瘤的防控中应重点关注[4]。本研究利用全球疾病负担(GBD)2019 数据库，探讨 1990—2019 年我国 PCa 的发病率和死亡率，应用年龄-时期-出生队列模型和 Joinpoint 软件对数据进行统计分析，以期筛选出高危人群并提供合理的防护措施。

1　资料与方法

1.1　资料来源

GBD 数据库是一个收集全球健康数据的权威数据库，是一种用于测量 422 种疾病、237 种伤害

[1]南方医科大学附属小榄医院泌尿外科(广东中山，528415)
通信作者：林豪胜，E-mail：834260897@qq.com

引用本文：林豪胜，杨增士，叶宁. 基于年龄-时期-队列模型的中国前列腺癌发病死亡趋势分析[J]. 临床泌尿外科杂志，2024，39(8)：708-712. DOI：10.13201/j.issn.1001-1420.2024.08.011.

以及 166 种因素对全球人口健康状况的影响的工具，通过统计学方法和全球数据，提供了全球各地区、各年龄及性别等维度上的疾病、伤害、残疾、风险因素的全面报告和分析，并对多种危险因素的归因疾病负担进行系统梳理[5]。它包含了来自世界各地的大量健康相关数据，包括疾病发病率、死亡率和风险因素等。GBD 采用一致的方法收集和分析数据，有助于跨国家和地区的比较。本研究从 GBD 2019 数据库中提取中国 PCa 的发病率、死亡率、伤残调整寿命年（disability adjusted life year，DALY）率和寿命损失年（years of life lost，YLL）率等数据。

1.2　统计学方法

1.2.1　统计指标　发病率指一定期间内，特定范围人群中某病新发生的病例出现的频率；死亡率指在一定时期内（通常为 1 年）一定地区的死亡（发病）人数与同期内平均人数（或期中人数）之比；DALY 指从发病到死亡所损失的全部健康寿命年，由 YLL 和伤残寿命损失年（years lived with disability，YLD）组成。

1.2.2　年龄-时期-出生队列模型　年龄-时期-出生队列模型以 poission 分布为基础，在调整年龄、时期和出生队列的同时估计人群死亡的危险性及变化趋势。在年龄-时期-出生队列模型中，时期效应指人为因素影响人群疾病率的变化，年龄效应是指疾病率随年龄变化的效应，队列效应指由于不同代人群暴露危险因素的程度不同而导致疾病率的变化。其中出生队列由时期减去年龄得到；时期（或队列）*RR* 值是指校正了年龄和非线性的队列（或时期）效应后，某时期（或队列）相对于参考时期（或队列）的相对风险。

2　结果

2.1　1990—2019 年中国 PCa 的发病死亡情况及疾病负担情况

1990—2019 年，中国 PCa 的发病率由 4.33/10 万逐年增长至 21.17/10 万，变化率为 388.91%；中国 PCa 死亡率由 3.34/10 万逐年增长至 7.50/10 万，变化率为 124.55%；中国 PCa DALY 率由 66.06/10 万逐年增长至 138.32/10 万，变化率为 109.39%。见表 1、图 1。

2.2　1990 年和 2019 年不同年龄组的中国 PCa 的发病率、死亡率以及负担情况

本研究把 PCa 的年龄组分为 13 个年龄组，从 20 岁开始，每 5 年为 1 个年龄段，直至＞80 岁，1990 年的发病率和死亡率均呈增长趋势；1990 年的 DALY 率和 YLL 率均呈增长趋势；2019 年的发病率和死亡率亦呈增长趋势；2019 年的 DALY 率和 YLL 率亦呈增长趋势。见图 2。

表 1　1990 年和 2019 年 PCa 发病和死亡情况　　1/10 万

年份	发病率	标化发病率	死亡率	标化死亡率	DALY 率	标化 DALY 率	YLL 率	标化 YLL 率
1990 年	4.33	8.88	3.34	8.22	66.06	125.93	63.81	121.83
2019 年	21.17	17.33	7.50	7.79	138.32	118.94	124.68	108.19
变化率/%	388.91	95.16	124.55	−5.23	109.39	−5.55	95.39	−11.20

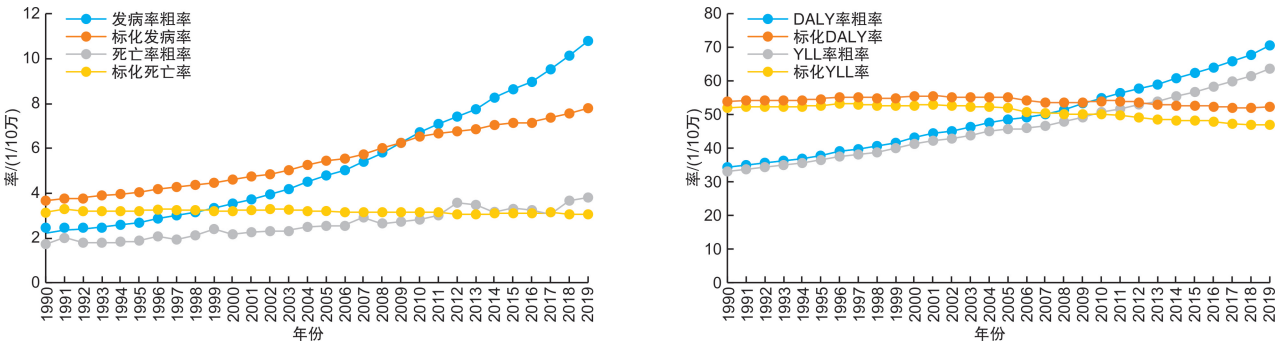


图 1　1990—2019 年中国 PCa 的发病、死亡及其负担情况

2.3　1990—2019 年中国 PCa 标化发病及死亡趋势分析

1990—2019 年中国 PCa 标化发病率有升高趋势，平均年度变化百分比（AAPC）＝2.3%（95%*CI*：2.1～2.6），标化死亡率为降低趋势，AAPC＝−0.2%（95%*CI*：−0.1～0.3）。标化发病率有 4 个升高趋势，其年度变化百分比（APC）分别为 1.8%（95%*CI*：1.6～1.9）、2.8%（95%*CI*：2.6～3.0）、4.3%（95%*CI*：2.3～6.3）和 1.7%（95%*CI*：2.1～19）。标化死亡率有 2 个降低趋势，分别为 1997—2019 年和 2015—2019 年，APC 分别为 −0.6%（95%*CI*：−0.7～−0.4）、−0.9%（95%*CI*：−1.4～−0.3）。见表 2。

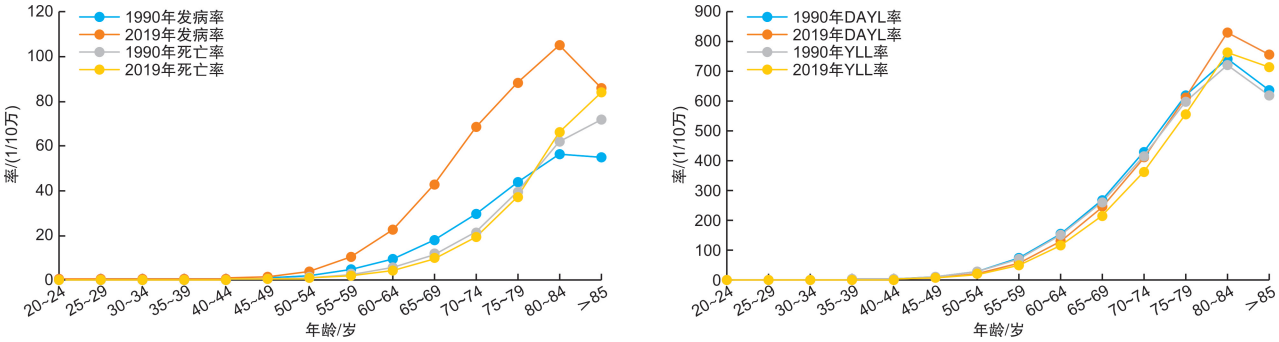


图 2　1990 年和 2019 年 PCa 不同年龄组发病率和死亡率及负担的纵向年龄曲线

表 2　1990—2019 年中国 PCa 标化发病死亡趋势分析

指标	年份	APC(95%*CI*)	*t*	*P* 值
趋势 1				
标化发病率	1990—1999	1.8(1.6～1.9)	2.63	<0.05
标化死亡率	1990—1997	0.3(0.1～0.5)	1.06	<0.05
趋势 2				
标化发病率	1999—2007	2.8(2.6～3.0)	3.67	<0.05
标化死亡率	1997—2007	−0.6(−0.7～−0.4)	−1.02	<0.05
趋势 3				
标化发病率	2007—2010	4.3(2.3～6.3)	5.26	<0.05
标化死亡率	2007—2015	0.2(0～0.4)	1.01	<0.05
趋势 4				
标化发病率	2010—2019	1.7(2.1～19.0)	2.43	<0.05
标化死亡率	2015—2019	−0.9(−1.4～−0.3)	−1.23	<0.05
总体趋势				
标化发病率	1990—2019	2.3(2.1～2.6)	3.23	<0.05
标化死亡率	1990—2019	−0.2(−0.1～−0.3)	−1.02	<0.05

2.4　中国 PCa 的发病率和死亡率的纵向年龄曲线

我国 PCa 的发病率和死亡率具有相同的趋势，均为上升趋势。在同一出生队列中，我国 PCa 的发病率从 20～24 岁年龄组的 0.03/10 万升高到 85 岁以上年龄组的 172.76/10 万、死亡率从 20～24 岁年龄组的 0.03/10 万上升到 85 岁以上年龄组的 67.28/10 万。见图 3。

2.5　中国 PCa 发病率和死亡率的时期变化趋势

1990—2019 年，我国 PCa 的发病风险呈上升趋势。以 2000—2004 年为参考组（*RR* = 1），2015—2019 年发病率风险最高，发病风险 *RR* 为 1.56(95%*CI*：1.51～1.61)；1990—1994 年死亡风险最高，死亡风险 *RR* 为 1.09(95%*CI*：1.05～1.14)。见图 4。

2.6　中国 PCa 发病率和死亡率的队列变化趋势

队列效应结果显示，我国 PCa 发病风险呈上升趋势，以 1950—1954 年为参考队列（*RR* = 1），1995—1999 年我国 PCa 的发病风险上升到最大值（*RR* = 5.36，95%*CI*：3.65～7.86）；我国 PCa 死亡风险呈下降趋势，在队列为 1925—1929 年时死亡风险达到最高峰（*RR* = 1.21，95%*CI*：1.16～1.26）。见图 5。

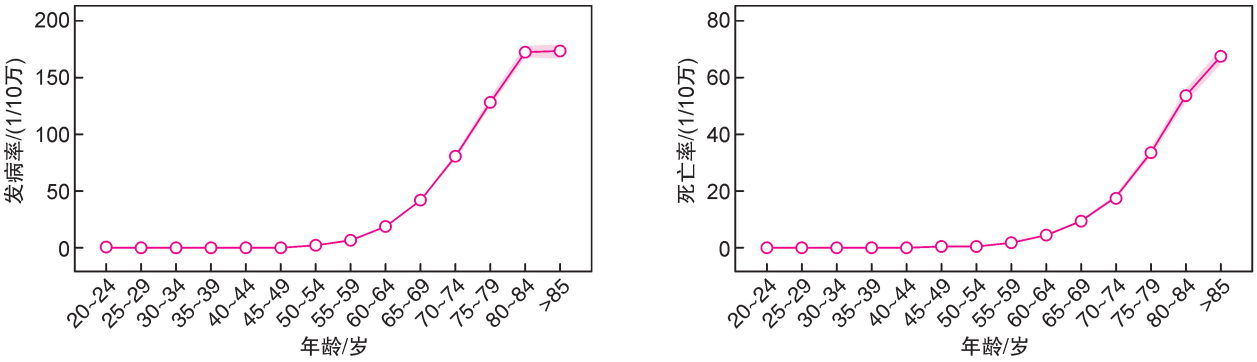
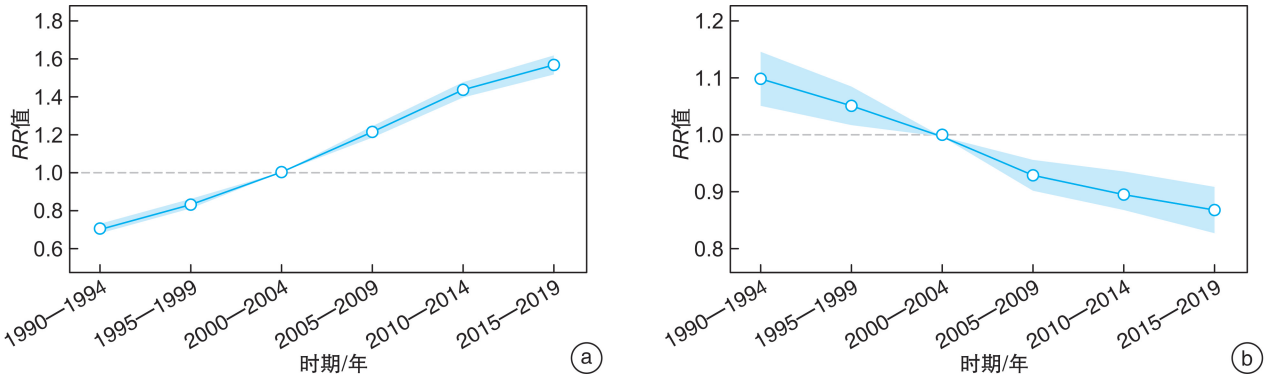
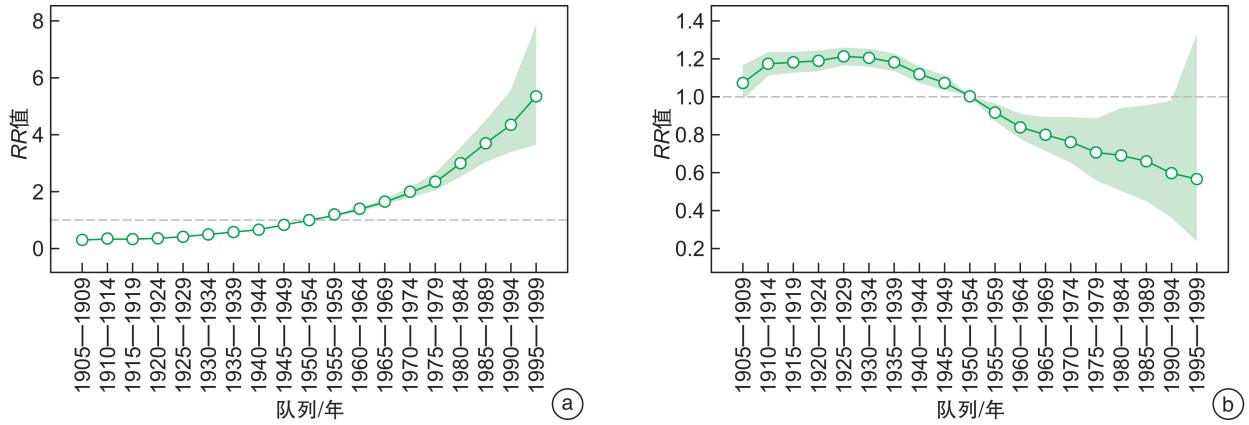


图 3　中国 PCa 发病率和死亡率的纵向年龄曲线



a：发病率；b：死亡率。

图 4　中国 PCa 发病率和死亡率的时期变化趋势



a：发病率；b：死亡率。

图 5　中国 PCa 发病率和死亡率的队列变化趋势

2.7　1990 年和 2019 年中国、全球及不同社会人口指数(SDI)地区 PCa 的发病和死亡情况

1990 年的中国发病率为 4.33/10 万，死亡率为 3.34/10 万；1990 年的全球发病率为 19.46/10 万，死亡率为 8.65/10 万。2019 年的中国发病率为 21.17/10 万，死亡率为 7.50/10 万；2019 年的全球发病率为 36.34/10 万，死亡率为 12.54/10 万。从数据中可得 1990 年和 2019 年我国 PCa 的发病率和死亡率明显低于全球水平。见表 3。

表 3　1990—2019 年中国与全球及不同 SDI 地区 PCa 发病及死亡率情况　　1/10 万

地区	发病率			死亡率		
	1990 年	2019 年	变化率/%	1990 年	2019 年	变化率/%
中国	4.33	21.17	388.91	3.34	7.50	124.55
全球	19.46	36.34	86.74	8.65	12.54	44.97
高 SDI 地区	80.75	137.68	70.50	24.69	31.24	26.53
中高 SDI 地区	17.65	44.56	152.46	9.64	15.99	65.87
中 SDI 地区	6.13	20.68	237.36	4.47	9.31	108.28
中低 SDI 地区	4.80	11.81	146.04	4.22	7.52	78.20
低 SDI 地区	5.51	7.16	29.95	5.41	6.22	14.97

3　讨论

PCa 是泌尿男性生殖系统最常见的恶性肿瘤之一。2021 年 2 月世界卫生组织国际癌症研究机构发表的全球癌症统计报告 2020 年版显示，2020 年全球新发 PCa 1 414 259 例，占全部恶性肿瘤的 7.3%，发病率仅次于乳腺癌和肺癌，位于第 3 位；PCa 死亡病例 375 304 例，占全部恶性肿瘤的 3.8%，死亡率位居第 8 位。基于此，本研究分析了 1990—2019 年中国 PCa 的发病死亡趋势。从数据可得，1990—2019 年中国 PCa 发病率、死亡率呈显著上升趋势，其发病率由 4.33/10 万逐年增长至 21.17/10 万，变化率为 388.91%，可知我国 PCa 的发病率呈快速上升趋势，故应引起高度重视[6]，其发病率的急速上升可能与生活水平的提高、老龄化进程加快等因素使 PCa 危险因素暴露水平增加有关[7]；中国 PCa 标化死亡率由 8.22/10 万逐年降至

7.79/10 万，PCa 标化死亡率下降可能是由于诊断、治疗等方式的改善和监测疗法的改进[8]，现阶段临床上已经有多种诊断方式，如因 PCa 多发生于前列腺外周带，故直肠指检对 PCa 的早期诊断和分期具有重要参考价值，MRI 检查也是诊断 PCa 及明确临床分期的最主要方法，碳-11 胆碱正电子发射计算机体层成像（positron emission tomography-computed tomography，PET-CT）已被用于检测和区分 PCa 和良性病变等。

Joinpoint 软件分析结果显示，1990—2019 年中国 PCa 的标化发病率有升高趋势，AAPC 为 2.3%，标化死亡率为降低趋势，AAPC 为－0.2%。我国 PCa 标化死亡率的逐步降低说明我国 PCa 诊断及治疗水平已经得到极大的提高，但发病率和死亡率仍呈现出快速上升的趋势[9-10]，说明我国 PCa 的疾病负担仍然较重。提示我国应尽早对重点人群开展早期筛查，以此提高患者总体生存率[7]。年龄-时期-队列模型结果显示，在同一出生队列中，我国 PCa 的发病率和死亡率均在 80 岁以上年龄组达到高峰，因此应加强对 80 岁以上年龄组的人群前列腺特异性抗原（prostate-specific antigen，PSA）筛查，PSA 与 PCa 发病率水平相关[11]，故重点人群应该尽早展开 PSA 检测[12]。时期效应结果显示，死亡风险呈降低趋势，发病风险升高可能与国家经济迅速增长、人类寿命延长、饮食模式的改变以及危险因素（肥胖和缺乏锻炼）暴露水平的增加有关，这些因素都会对 PCa 的发病和死亡的时期效应产生影响[13]。出生队列效应结果显示，PCa 的死亡风险和发病风险均呈现上升趋势，可能与老龄化的增加、饮酒、吸烟、肥胖率增加等因素有关。我国 PCa 发病率和死亡率低于全球平均水平，可与能与 PCa 筛查不充分有一定关系[4]。

本研究尚存在局限性。第一，在应用年龄-时期-队列模型分析时，数据中的年龄和时期间隔应该固定且相等，而本研究中将＞80 岁的老年人仅作为 1 个年龄段进行分析，因此无法将其纳入研究；第二，研究运用年龄-时期-出生队列模型分析 1990—2019 年我国 PCa 的发病、死亡趋势，从 GBD 2019 提取数据时，仅提取 1990—1994、1995—1999、2000—2004、2005—2009、2010—2014、2015—2019 年这 6 组年份的发病和死亡数据，因此只能判断我国 PCa 每隔 5 年的变化情况和总体趋势，无法分析发病率、死亡率细节性变化情况和发病率、死亡率结点的变化，有可能丢失了一些有效信息。

综上所述，1990—2019 年中国 PCa 的发病和死亡均呈现明显的上升趋势；年龄-时期-队列效应也反映了我国 PCa 的防治面临严峻的形势，所以我国应加强对 PCa 高危人群的健康教育及早期筛查，以此为我国 PCa 的防治工作提供合理的理论依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Arcangeli S, Pinzi V, Arcangeli G. Epidemiology of prostate cancer and treatment remarks[J]. World J Radiol, 2012, 4(6): 241-246.

[2] Braunhut BL, Punnen S, Kryvenko ON. Updates on grading and staging of prostate cancer[J]. Surg Pathol Clin, 2018, 11(4): 759-774.

[3] WHO. World. cancer. report. 202.0 [EB/OL]. [202102]. https//www.iarc.who.int/featured-news/new-world-cancer-report/.

[4] 李星，曾晓勇. 中国前列腺癌流行病学研究进展[J]. 肿瘤防治研究，2021，48(1)：98-102.

[5] GBD Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. Lancet, 2020, 396(10258): 1223-1249.

[6] Wang F, Wang C, Xia H, et al. Burden of prostate cancer in China, 1990－2019: findings from the 2019 Global Burden of Disease Study[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 853623.

[7] Liu X, Yu C, Bi Y, et al. Trends and age-period-cohort effect on incidence and mortality of prostate cancer from 1990 to 2017 in China[J]. Public Health, 2019, 172: 70-80.

[8] 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.

[9] 韩苏军，张思维，陈万青，等. 中国前列腺癌发病现状和流行趋势分析[J]. 临床肿瘤学杂志，2013，18(4)：330-334.

[10] 韩苏军，张思维，陈万青，等. 中国前列腺癌死亡现状及流行趋势分析[J]. 中华泌尿外科杂志，2012，33(11)：836-839.

[11] 中国抗癌协会泌尿男生殖系统肿瘤专业委员会前列腺癌学组. 前列腺癌筛查中国专家共识（2021 年版）[J]. 中国癌症杂志，2021，31(5)：435-440.

[12] Wang ZK, Guo ES, Yang B, et al. Trends and age-period-cohort effects on mortality of the three major gynecologic cancers in China from 1990 to 2019: cervical, ovarian and uterine cancer[J]. Gynecol Oncol, 2021, 163(2): 358-363.

[13] Zhu Y, Mo M, Wei Y, et al. Epidemiology and genomics of prostate cancer in Asian men[J]. Nat Rev Urol, 2021, 18(5): 282-301.

（收稿日期：2023-07-26）