

中国居民2002—2021年急性心肌梗死死亡趋势年龄-时期-队列模型分析



董 丹, 孙艳秋, 燕 燕

辽宁中医药大学信息工程学院 (沈阳 100847)

【摘要】目的 探讨中国居民急性心肌梗死死亡率随年龄、时期、出生队列的变化趋势, 为制定急性心肌梗死预防策略提供参考。**方法** 提取《中国卫生健康统计年鉴》中 2002 至 2021 年中国居民急性心肌梗死死亡率数据, 采用年龄-时期-队列模型网络工具进行统计分析, 计算急性心肌梗死死亡率的年龄效应、时期效应和出生队列效应。**结果** 中国居民 2002 至 2021 年急性心肌梗死死亡率呈上升趋势, 城市和乡村的急性心肌梗死死亡率分别由 2002 年的 16.46/10 万 (标准化率 26.83/10 万) 和 12.00/10 万 (标准化率 27.48/10 万) 上升至 2021 年的 63.25/10 万 (标准化率 43.39/10 万) 和 78.62/10 万 (标准化率 81.85/10 万)。年龄-时期-队列模型结果显示, 城市居民急性心肌梗死死亡率年净漂移值为 3.023% [95%CI (2.591%, 3.456%)], 乡村居民为 7.174% [95%CI (6.475%, 7.878%)]。不同人群急性心肌梗死死亡率的年龄效应有较大差异, 在同一出生队列下随年龄的增长, 乡村居民急性心肌梗死死亡率变化趋势显著高于城市居民。**结论** 中国居民 2002 至 2021 年急性心肌梗死死亡率总体呈先上升后趋于平稳且稳中有降的变化趋势, 70 岁以上老年人群体, 尤其是乡村老年人是重点人群, 应予以重点防控。

【关键词】 急性心肌梗死; 死亡; 趋势; 年龄-时期-队列模型

Acute myocardial infarction mortality among Chinese residents from 2002 to 2021: an age-period-cohort model analysis

Dan DONG, Yan-Qiu SUN, Yan YAN

College of Information Engineering, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 100847, China

Corresponding author: Dan DONG, Email: dongdan2013@126.com

【Abstract】Objective To analyze the trends of acute myocardial infarction (AMI) mortality and influences of age, period and birth cohort on the AMI mortality among Chinese population, and to provide references for developing AMI prevention and control strategies. **Methods** The data of AMI mortality from 2002 to 2021 in China were collected from the China Health Statistics Yearbook. The age-period-cohort model web tool was used to calculate the effects of age, period and birth cohort of AMI mortality. **Results** The AMI mortality in China showed an upward trends from 2002 to 2021. The AMI mortality for urban

DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202306096](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202306096)

基金项目: 辽宁省教育厅科学研究重点攻关项目 (L202059); 辽宁中医药大学人文社科项目 (2019-Inzy001、2019-Inzy002)

通信作者: 董丹, Email: dongdan2013@126.com

<https://slyyx.whuznhmedj.com/>

and rural residents increased from 16.46/100 000 (standardized rate of 26.83/100 000) and 12.00/100 000 (standardized rate of 27.48/100 000) in 2002 to 63.25/100 000 (standardized rate of 43.39/100 000) and 78.62/100 000 (standardized rate of 81.85/100 000) in 2021, respectively. The results of age-period-cohort model showed that the net drift values of AMI mortality were 3.023% [95%CI(2.591%, 3.456%)] for urban residents and 7.174% [95%CI(6.475%, 7.878%)] for rural residents. There were significant differences in the age effect of AMI mortality among different populations, and the trend of AMI mortality among rural residents was significantly higher than that among urban residents with age in the same birth cohort. **Conclusion** From 2002 to 2021, the mortality of AMI among Chinese residents showed a trend of first increasing, then stabilizing and decreasing. The elderly population aged 70 and above, especially those in rural areas, are dangerous populations, which should be concerned about in AMI prevention.

【Keywords】 Acute myocardial infarction; Mortality; Trend; Age-period-cohort model

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 是冠心病中一种常见且危重的类型, 具有发病急、病死率高、预后不理想、易复发等特点^[1]。《中国心血管健康与疾病报告 2021》数据显示, 心血管疾病已成为一种严重威胁人类健康尤其是中老年人群的常见病, 2019 年我国心血管疾病患病人数高达 3.3 亿, 其中冠心病患病人数达 1 139 万^[2]。研究表明, 2002 至 2016 年我国居民 AMI 死亡率呈逐年上升趋势, 与欧美等发达国家结论相悖^[3]。随着我国人口老龄化带来的生理年龄结构变化, AMI 的疾病负担将进一步加重, 其是否受我国医疗卫生服务质量的提升等外部环境因素和人口本身所处时期的影响也尚不可知。本研究通过对 2002 至 2021 年中国居民 AMI 死亡率进行年龄-时期-队列 (age-period-cohort, APC) 模型分析, 探讨年龄、时期和出生队列三个因素对 AMI 死亡率变化趋势的影响, 为探索适合中国国情的居民 AMI 防控策略提供理论支撑。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究 2002 至 2021 年中国居民 AMI 各年龄别死亡率数据均来自于国家卫生健康委员会各年度公开出版的《中国卫生健康统计年鉴》^[4], 人口数据来自于国家统计局官方网站^[5]。

1.2 统计方法

流行病学研究中常采用 APC 模型分析年龄、时期、队列三个因素对疾病变化趋势的影响^[6], 2014 年美国国家癌症研究所研发的一款 APC 模

型的网络分析工具 (<https://analysistools.nci.nih.gov/apc/>), 其分析结果提供了可估计的 APC 函数和相应的 Wald χ^2 检验, 此网络工具采用内源估计法解决年龄、时期、队列三个效应变量间的完全共线问题^[7]。APC 网络分析工具的主要输出参数包括: ①净漂移值: 表示在同时考虑了时期因素和出生队列因素后整体 AMI 死亡率的总体时间趋势, 即死亡率对数值的年变化百分比; ②局部漂移值: 表示在同时考虑了时期因素和出生队列因素后每个年龄组 AMI 死亡率的总体时间趋势, 即不同年龄组死亡率对数值的年变化百分比; ③年龄偏差系数: 表示某个年龄段内的曲率, 即非线性年龄效应; ④时期偏差系数: 表示某个时期内的曲率, 即非线性时期效应; ⑤队列偏差系数: 表示某个队列内的曲率, 即非线性队列效应; ⑥纵向年龄曲线: 代表与年龄相关的自杀死亡率的变化趋势; ⑦拟合时间趋势的时期率比 (rate ratio, RR): 代表时期相对风险; ⑧拟合时间趋势的队列率比: 代表队列相对风险^[8]。

本研究考虑到 20 岁以下年龄组 AMI 死亡率较其他年龄组小得多, 故选取 20~84 岁年龄段人群, 按每 5 岁一组分为 13 个年龄组。采用 Excel 2019 软件进行数据整理, 采用 GraphPad Prism 8 软件绘图, 并选取标准人口为 2020 年全国第七次人口普查数据^[9]计算 AMI 年龄别标准化死亡率, 将 2002—2021 年按每 5 年划分成一个时期组, 将 1926—2001 年按每五年划分成一个队列组, 进行 APC 模型分析。

2 结果

2.1 中国居民2002—2021年AMI死亡趋势

中国居民 AMI 年龄别标准化死亡率在 2002—2021 年间呈先上升后趋于平稳且稳中有降的总体趋势，且乡村居民 AMI 标准化死亡率高于城市居民，其中城市和乡村居民 AMI 死亡率粗率分别由 2002 年的 16.46/10 万和 12.00/10 万上升至 2021 年的 63.25/10 万和 78.62/10 万，同时城市和乡村居民的年龄别标准化率则分别由 2002 年的 26.83/10 万和 27.48/10 万上升至 2015 年的 51.15/10 万和 92.86/10 万，再缓慢下降至 2021 年的 43.39/10 万和 81.85/10 万，如图 1 所示。

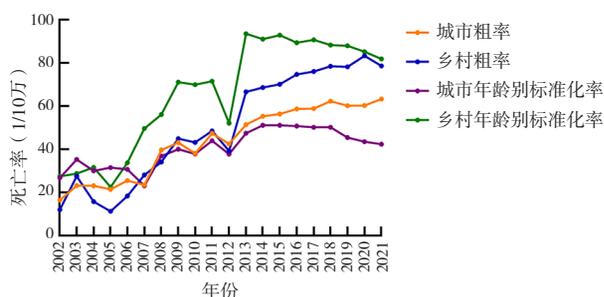


图1 中国居民2002—2021年AMI死亡变化趋势
Figure 1. Trends of AMI mortality among Chinese residents from 2002 to 2021

2.2 中国居民2002—2021年AMI死亡率年龄-时期-队列模型拟合情况

2002—2021 年中国城市居民 AMI 死亡率年净漂移值为 3.023% [95%CI (2.591%, 3.456%)]，APC 模型的净漂移值 ($\chi^2=193.649$, $P < 0.001$)、队列偏差 ($\chi^2=40.178$, $P < 0.001$) 和时期偏差 ($\chi^2=86.678$, $P < 0.001$) 的检验差异均有统计学意义。2002—2021 年中国乡村居民 AMI 死亡率年净漂移值为 7.174% [95%CI(6.475%, 7.878%)]，APC 模型的净漂移值 ($\chi^2=430.199$, $P < 0.001$)、队列偏差 ($\chi^2=72.437$, $P=0.0013$) 和时期偏差 ($\chi^2=345.617$, $P < 0.001$) 的检验差异均有统计学意义，如图 2 所示。

2.3 中国居民2002—2021年AMI死亡率的年龄变化趋势

2002—2021 年中国城市居民和乡村居民在同一出生队列下 AMI 死亡率变化分别由 20~24 岁年龄组的 1.324/10 万和 0.454/10 万上升至 80~84 岁年龄组的 6 361.623/10 万和 21 592.203/10 万，趋势

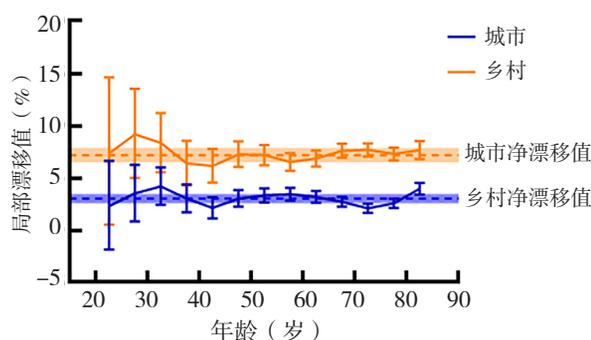


图2 中国居民2002—2021年AMI死亡率局部漂移值和净漂移值
Figure 2. Local drift values and net drift values of AMI mortality among Chinese residents from 2002 to 2021

Figure 2. Local drift values and net drift values of AMI mortality among Chinese residents from 2002 to 2021

随年龄的增长显著上升，且在同一出生队列下随着年龄的增长，乡村居民 AMI 死亡率变化趋势显著高于城市居民，如表 1 与图 3 所示。

2.4 中国居民2002—2021年AMI死亡率的时期变化趋势

2002—2021 年中国居民 AMI 死亡率的时期效应 RR 值呈上升趋势，显示出持续恶化的变化趋势，以 2007—2011 时期组为对照组 (RR 值取 1)，城市居民和乡村居民在 2012—2016 时期组和 2017—2021 时期组 RR 值均取到最高，显示出近十年变化趋势趋于平稳，其中城市居民 RR 值在 2012—2016 时期组取到最高值为 1.303 [95%CI (1.250, 1.359)]，乡村居民 RR 值在 2017—2021 时期组取到最高值为 1.349 [95%CI (1.258, 1.445)]。2002—2006 时期组乡村居民时期效应 RR 值低于城市居民，之后的 2012—2016 时期组和 2016—2021 时期组两者的时期效应 RR 值几乎无差异，如表 1 与图 4 所示。

2.5 中国居民2002—2021年AMI死亡率的出生队列变化趋势

2002—2021 年中国居民 AMI 死亡率的出生队列效应 RR 值总体呈上升趋势，其中乡村的队列效应曲线上更显著。以 1957—1961 年出生队列为对照组 (RR 值取 1)，结果显示越晚期出生的队列其疾病负担越重，体现 AMI 死亡率相对风险的 RR 值在城市居民组和乡村居民组中均于出生队列为 1982—1987 年取到最高值，分别为 2.263 [95%CI (1.829, 2.800)] 和 5.599 [95%CI (4.037, 7.765)]，如表 1 与图 5 所示。

表1 中国居民2002—2021年AMI死亡率APC模型分析结果

Table1. Results of APC model analysis of AMI mortality among Chinese residents from 2002 to 2021

项目	城市居民		乡村居民	
	偏差系数	95%CI	偏差系数	95%CI
年龄 (岁)				
20~24	-0.121	(-0.364, 0.123)	-0.201	(-0.596, 0.195)
25~29	-0.169	(-0.359, 0.022)	-0.104	(-0.395, 0.187)
30~34	0.015	(-0.131, 0.162)	0.153	(-0.072, 0.378)
35~39	0.071	(-0.060, 0.203)	0.129	(-0.084, 0.342)
40~44	0.224	(0.110, 0.337)	0.181	(-0.002, 0.365)
45~49	0.107	(0.009, 0.205)	0.020	(-0.134, 0.174)
50~54	0.159	(0.078, 0.239)	0.127	(0.005, 0.248)
55~59	-0.104	(-0.171, -0.038)	-0.093	(-0.189, 0.002)
60~64	-0.039	(-0.090, 0.011)	-0.110	(-0.180, -0.040)
65~69	-0.036	(-0.077, 0.005)	-0.129	(-0.182, -0.076)
70~74	-0.064	(-0.108, -0.020)	-0.086	(-0.148, -0.024)
75~79	-0.069	(-0.128, -0.011)	-0.020	(-0.109, 0.068)
80~84	0.026	(-0.051, 0.103)	0.134	(0.011, 0.256)
时期 (年)				
2002—2006	-0.020	(-0.036, -0.003)	-0.197	(-0.220, -0.174)
2007—2011	-0.019	(-0.045, 0.006)	0.222	(0.188, 0.257)
2012—2016	0.097	(0.076, 0.117)	0.146	(0.121, 0.171)
2017—2021	-0.058	(-0.072, -0.044)	-0.172	(-0.190, -0.153)
出生队列 (年)				
1922—1926	-0.091	(-0.211, 0.029)	-0.086	(-0.271, 0.098)
1927—1931	0.019	(-0.066, 0.104)	0.005	(-0.120, 0.131)
1932—1936	0.085	(0.023, 0.147)	-0.013	(-0.104, 0.078)
1937—1941	0.038	(-0.008, 0.083)	-0.005	(-0.070, 0.059)
1942—1946	-0.041	(-0.082, 0.001)	0.021	(-0.031, 0.073)
1947—1951	-0.041	(-0.085, 0.003)	0.057	(0.002, 0.112)
1952—1956	-0.012	(-0.064, 0.041)	0.047	(-0.024, 0.118)
1957—1961	-0.026	(-0.096, 0.043)	-0.026	(-0.124, 0.072)
1962—1966	0.031	(-0.050, 0.111)	-0.019	(-0.137, 0.098)
1967—1971	0.018	(-0.074, 0.110)	0.046	(-0.091, 0.182)
1972—1976	-0.021	(-0.128, 0.087)	-0.035	(-0.199, 0.128)
1977—1981	-0.103	(-0.232, 0.026)	-0.152	(-0.349, 0.045)
1982—1986	0.046	(-0.098, 0.190)	-0.035	(-0.256, 0.185)
1987—1991	0.118	(-0.062, 0.298)	0.107	(-0.157, 0.372)
1992—1996	-0.047	(-0.366, 0.271)	0.108	(-0.347, 0.563)
1997—2001	-0.017	(-0.599, 0.566)	-0.011	(-0.927, 0.904)

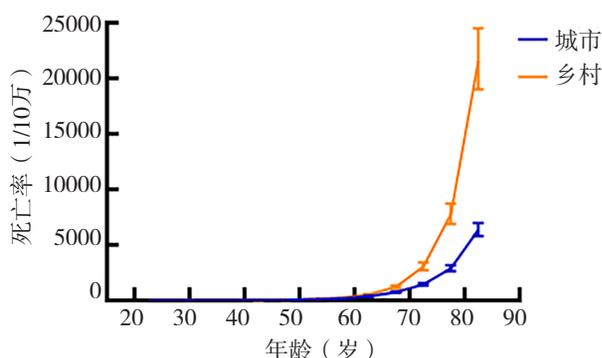


图3 中国居民2002—2021年AMI死亡率纵向年龄曲线

Figure 3. Longitudinal age curves of AMI mortality among Chinese residents from 2002 to 2021

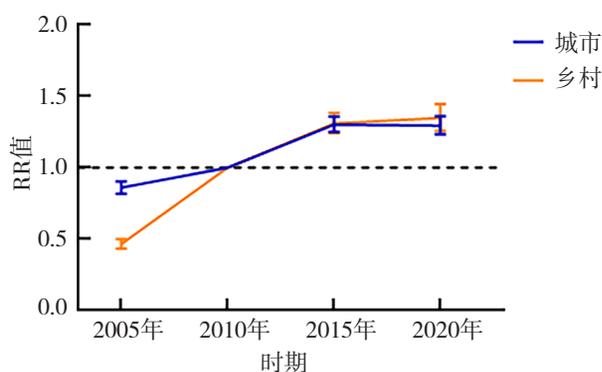


图4 中国居民2002—2021年AMI死亡率的时期效应RR值

Figure 4. RR of the period effect of AMI mortality among Chinese residents from 2002 to 2021

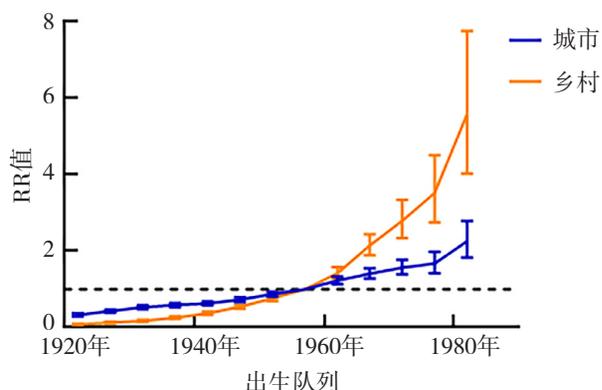


图5 中国居民2002—2021年AMI死亡率的出生队列效应RR值

Figure 5. RR of the birth cohort effect of AMI mortality among Chinese residents from 2002 to 2021

3 讨论

疾病变化趋势常采用传统的描述性分析方法进行统计分析，然而此方法常忽视队列因素对疾病变化的影响，使得所得结论具有局限性^[10]。本研究先通过中国城乡居民 AMI 的死亡粗率与年龄别标准化率分析了其在 2002 至 2021 年间的变化趋势，然后为克服描述性分析的局限性，通过 APC 模型分别探讨了年龄、时期和出生队列因素对 AMI 死亡趋势的影响，结果显示在年龄、时期和出生队列三因素的共同作用下，中国居民 2002—2021 年 AMI 死亡率呈上升趋势，其中年龄和出生队列的影响相对较大。

中国居民 AMI 死亡率的变化趋势结果显示，2002—2015 年总体呈上升趋势，2015—2021 年则呈稳中有降的趋势，其下降趋势虽不明显，但与先前研究的结论不一致，而是体现了与欧美等发达国家相近的变化趋势，这可能与医疗水平的不断提高和自我保健意识的增强有关^[3]。

随着年龄的增长，不论城市居民还是乡村居民，AMI 死亡率均呈指数增长趋势，其主要原因可能是随着年龄的增长，常年积累于体内的暴露因素导致死亡风险增高，人口老龄化又进一步增加了 AMI 死亡风险，加重了疾病负担。APC 模型年龄效应分析结果显示，城乡居民 AMI 死亡率年龄趋势的纵向曲线差异较大，在 20~59 岁年龄段中，两者差异不明显，60 岁及以上年龄段中乡村居民 AMI 死亡率则显著高于城市居民，可能与 AMI 发病急的特点有关，同时目前我国乡村空巢老人较多，面对突发疾病处理不及时的状况时有发生，这将极大地增加 AMI 死亡风险。

APC 模型时期效应分析结果显示，我国居民 AMI 死亡时期效应 RR 值呈上升趋势，在 2017—2021 年趋于平稳。近年来随着社会经济的发展、城镇化和工业化进程的推进，环境因素对心肌梗死的发病产生了新的影响。然而，从时期效应 RR 值的变化放缓上看，其主要原因可能是随着医疗水平的提高和居民自我保健意识的增强，患者对 AMI 先兆症状有了一定的了解，医疗救助的开展较之前有了一定的提高，但此部分原因尚未在我国居民中形成普遍认识，在未来的防控工作中还应针对老年人，尤其是独居老人、空巢老人等人群加强医疗保健知识普及，并采取相应的措

施加以预防。

APC 模型队列效应分析结果显示, 随着时间的推移, 队列效应 RR 值呈上升趋势。其主要原因可能是较新出生队列的成长环境受社会发展影响, 出现了气候变化、空气污染、食品安全等因素, 使得较新出生队列居民暴露于更多危险因素中, 同时年轻人也较年长人群有更多的生存压力, 这可能也导致了其成长过程中生理和心理均发生了一些改变, 但目前相关研究尚少, 可分析的数据也不多, 后续需通过更科学的方法探讨其原因。

综上所述, 目前我国 AMI 死亡率虽稳中有降, 但下降趋势尚不明显, 这提示应在现有医疗救治措施的基础上进一步加大对冠心病尤其是 AMI 防治知识的宣传力度, 普及相关医学常识, 做好慢性病管理, 对不同人群可采取分层防控措施, 尤其要重点关注乡村空巢老人, 以实现疾病的早发现 and 早治疗, 从而降低 AMI 的死亡风险。

参考文献

- 1 王娜娜, 王霞. 急性心肌梗死病人症状群研究进展 [J]. 护理研究, 2020, 34(12): 2150-2154. [Wang NN, Wang X. Research progress on symptom cluster of patients with acute myocardial infarction[J]. Chinese Nursing Research, 2020, 34(12): 2150-2154.] DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2020.12.018.
- 2 马丽媛, 王增武, 樊静, 等. 《中国心血管健康与疾病报告 2021》要点解读 [J]. 中国全科医学, 2022, 25(27): 3331-3346. [Ma LY, Wang ZW, Fan J, et al. An essential introduction to the annual report on cardiovascular health and diseases in China(2021)[J]. Chinese General Practice, 2022, 25(27): 3331-3346.] DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0506.
- 3 俞奇, 王斌, 王焱, 等. 我国 2002—2016 年间急性心肌梗死死亡趋势分析 [J]. 中华疾病控制杂志, 2019, 23(1): 5-9, 28. [Yu Q, Wang B, Wang Y, et al. Mortality of acute myocardial infarction in China from 2002 to 2016[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2019, 23(1): 5-9, 28.] DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2019.01.002.
- 4 国家卫生健康委员会. 中国卫生健康统计年鉴 [M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2003—2022. [National Health Commission of the People's Republic of China. China health statistics yearbook[M]. Beijing: Chinese Union Medical College Press, 2003—2022.]
- 5 国家统计局. 人口抽样调查样本年度数据 [EB/OL]. [2023-05-20]. [National Bureau of Statistics. Annual data from the population sample survey sample[EB/OL]. [2023-05-20].] <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>.
- 6 苏晶晶, 彭非. 年龄-时期-队列模型参数估计方法最新研究进展 [J]. 统计与决策, 2014, (23): 21-26. [Su JJ, Peng F. Recent advances in age-period-cohort model parameter estimation methods[J]. Statistics & Decision, 2014, (23): 21-26.] DOI: 10.13546/j.cnki.tjyjc.2014.23.005.
- 7 Rosenberg PS, Check DP, Anderson WF. A web tool for age-period-cohort analysis of cancer incidence and mortality rates[J]. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2014, 23(11): 2296-2302. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-14-0300.
- 8 周利慧, 彭琴, 王媛, 等. 中国居民 1993—2017 年房颤发病及死亡趋势年龄-时期-队列模型分析 [J]. 中国公共卫生, 2021, 37(11): 1672-1676. [Zhou LH, Peng Q, Wang Y, et al. Incidence and mortality of atrial fibrillation in China, 1993-2017: an age-period-cohort analysis[J]. Chinese Journal of Public Health, 2021, 37(11): 1672-1676.] DOI: 10.11847/zgggws1131433.
- 9 国家统计局. 第七次人口普查数据 (2020)[EB/OL]. (2021-05-11) [2023-05-20]. [National Bureau of Statistics. Seventh population sample survey sample (2020)[EB/OL]. (2021-05-11) [2023-05-20].] <http://www.stats.gov.cn/tjsj/pcsj/rkpc/7rp/zk/indexch.htm>.
- 10 张雪峰, 沈其君. 年龄-时期-队列模型 [J]. 东南大学学报 (医学版), 2001, 20(3): 200-203. [Zhang XF, Shen QJ. Age-period-cohort model[J]. Journal of Southeast University (Medical Science Edition), 2001, 20(3): 200-203.] DOI: 10.3969/j.issn.1671-6264.2001.03.026.

收稿日期: 2023 年 06 月 12 日 修回日期: 2023 年 09 月 15 日
 本文编辑: 张苗 黄笛

引用本文: 董丹, 孙艳秋, 燕燕. 中国居民 2002—2021 年急性心肌梗死死亡趋势年龄-时期-队列模型分析 [J]. 数理医药学杂志, 2023, 36(10): 721-726. DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202306096
 Dong D, Sun YQ, Yan Y. Acute myocardial infarction mortality among Chinese residents from 2002 to 2021: an age-period-cohort model analysis [J]. Journal of Mathematical Medicine, 2023, 36(10): 721-726. DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202306096