

1990—2023 年中国下呼吸道感染疾病负担及预测分析

于晓,姜青青,陈浩田,王爽爽,刘友德
烟台市奇山医院,山东 烟台 264000

摘要:**目的** 分析 1990—2023 年中国下呼吸道感染 (LRIs) 疾病负担变化特征并预测未来趋势。**方法** 基于 2023 年全球疾病负担研究数据,描述 1990—2023 年中国 LRIs 标化发病率 (ASIR)、标化死亡率 (ASMR)、标化伤残调整寿命年 (DALYs) 率 (ASDR);利用 Joinpoint 模型分析时间变化趋势;利用年龄-时期-队列 (APC) 模型解析年龄、时期和队列效应;利用 R 语言编程分析与社会人口学指数 (SDI) 的关联性、病原体变化特征及未来 12 年变化趋势。**结果** 1990—2023 年,中国 LRIs 的 ASIR、ASMR 和 ASDR 均显著下降,EAPC 分别为 -3.46%、-6.42%、-9.29% ($P < 0.001$);Joinpoint 分析表明,受新冠疫情非药物干预措施影响,ASIR 于 2020 年、ASMR 和 ASDR 于 2021 年降至低点后出现回升。APC 结果显示,ASIR、ASMR 和 ASDR 的净漂移值分别为 -2.16%、-4.94%、-4.93% ($P < 0.05$),受年龄、时期、队列效应共同影响。各年龄组疾病负担均明显下降,负担重心由 <5 岁儿童转向 ≥70 岁老年人群。各类病原体所致 ASDR 变化趋势与总体一致,细菌为主要病原体,其中肺炎链球菌占主导地位。预测显示,2035 年中国 LRIs 的 ASIR、ASMR 和 ASDR 将分别降至 1 282.49/10 万、6.30/10 万、91.24/10 万。**结论** 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担及主要病原体相关负担显著降低,尽管未来 12 年将持续走低,但细菌感染、老年人群仍为长期防控重点。

关键词: 下呼吸道感染;疾病负担;病原体;社会人口学指数;预测

中图分类号:R181.3;R56 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2026)16-3041-09
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202512292

Burden and forecast analysis of lower respiratory tract infection diseases, China, 1990—2023

YU Xiao, JIANG Qing-qing, CHEN Hao-tian, WANG Shuang-shuang, LIU You-de
Yantai Qishan Hospital, Yantai, Shandong 264000, China

Abstract: Objective To analyze the changes in the disease burden of lower respiratory tract infections (LRIs) in China from 1990 to 2023 and predict future trends. **Methods** Based on the Global Burden of Disease Study 2023, the age-standardized incidence rate (ASIR), age-standardized mortality rate (ASMR), and age-standardized disability-adjusted life year (DALYs) rate (ASDR) of LRIs in China from 1990 to 2023 were described; the Joinpoint model was used to analyze the temporal trend; the age-period-cohort (APC) model was applied to decompose age, period and cohort effects; the R programming was performed to analyze the correlation with the Socio-demographic Index (SDI), the changing characteristics of pathogens, and the trend over the next 12 years. **Results** From 1990 to 2023, the ASIR, ASMR and ASDR of LRIs in China decreased significantly (EAPC: -3.46%, -6.42%, and -9.29%, respectively, $P < 0.001$). Joinpoint analysis indicated that affected by non-pharmaceutical interventions during the COVID-19 pandemic, ASIR reached a trough in 2020, while ASMR and ASDR bottomed out in 2021, followed by a rebound. APC results indicated that the net drift values for ASIR, ASMR, and ASDR of -2.16%, -4.94%, and -4.93%, respectively ($P < 0.05$), driven by the combined effects of age, period, and cohort. The disease burden of all age groups decreased significantly, but the age group with the heaviest disease burden changed from <5 age group to ≥70 age group. The trend of ASDR attributed to various pathogens was consistent with the overall trend. Bacteria were the main pathogens, among which *Streptococcus pneumoniae* was dominant. Projections indicate that by 2035, the ASIR, ASMR, and ASDR of LRIs in China would decrease to 1 282.49, 6.30, and 91.24 per 100 000 population, respectively. **Conclusion** From 1990 to 2023, the disease burden of LRIs and pathogen-related burden in China decreased significantly. Although the burden will continue to decline over the next 12 years, bacterial infections and the elderly population remain the long-term priorities for prevention and control.

Keywords: Lower respiratory infections; Disease burden; Pathogen; Socio-demographic index; Prediction

2023 年全球疾病负担 (Global Burden of Disease, GBD) 数据显示^[1], 下呼吸道感染 (Lower respiratory infections, LRIs) 是全球全年龄段人群死因第 4 名, 导致约 250 万例死亡和 9 870 万伤残调整寿命年 (Disability-adjusted life years, DALYs) 发生, 其中肺炎链球菌是首要致死病原体。LRIs 疾病负担主要集中在 <5 岁儿童、≥70 岁老年人以及低社会人口指数 (Socio-demographic Index, SDI) 国家^[2]。我国 LRIs 流行趋势与全球趋势相呼应, 但在易感人群分布、病原体构成及地域差异方面具有特异性^[3-4], 仍是重要的公共卫生难题。新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 大流行期间, 非药物干预措施 (Non-pharmaceutical interventions, NPIs) 的实施使全球及我国 LRIs 疾病负担与病原谱构成发生复杂演变, 为未来 LRIs 精准防控带来了新挑战。本文基于 GBD 2023 数据, 对 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担、病原体及人群变化特征进行分析并对未来趋势进行预测, 为优化 LRIs 防控策略提供依据。

1 资料与方法

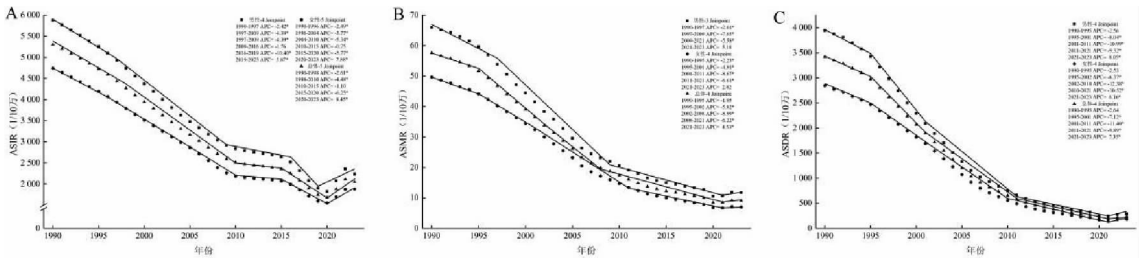
1.1 资料来源 本文从 GBD 2023 数据库中摘取 LRIs 疾病负担及病原体相关疾病负担数据, 以标化发病率 (Age-standardized incidence rate, ASIR)、标化死亡率 (Age-standardized mortality rate, ASMR) 和标化 DALYs 率 (Age-standardized DALYs rate, ASDR) 作为主要评价指标。GBD 数据库定义的 LRIs 不包括 COVID-19、结核病和百日咳。GBD 数据库中 LRIs 共归因于 26 种病原体, 结合相关指南、专家共识^[5-6] 和临床病原谱特征, 将其分为革兰阳性菌 (Gram-positive bacteria, G+)、革兰阴性菌 (Gram-negative bacteria, G-)、病毒、真菌、非典型病原体、其他分枝杆菌 (非肺结核、非麻风) 及其他病原体七大类。SDI

是衡量地区/国家社会人口发展水平的综合指标, 取值 0~1, 全球 204 个国家/地区按 SDI 值分为五层^[7]。2023 年我国 SDI 为 0.728, 已属高 SDI 国家, 以此衡量 SDI 与疾病负担的动态关联。

1.2 统计分析 利用 Joinpoint 模型分析疾病负担时间变化趋势, 计算年度百分比变化 (Annual percent change, APC)、估计年度百分比变化 (Estimated annual percentage change, EAPC) 及其 95% 可信区间 (CI)。采用美国国家癌症研究所年龄-时期-队列 (Age-period-cohort, APC) 模型在线工具评估年龄、时期和队列效应 (<http://analy-sistools.nci.nih.gov/apc/>)。采用 R 4.5.2 分析疾病负担与 SDI 关联性、绘制病原体所致 ASDR 变化趋势的桑基图和堆积面积图, 并采用贝叶斯年龄-时期-队列 (Bayesian Age-Period-Cohort, BAPC) 模型预测未来 12 年疾病负担变化趋势。用 Origin 2025 软件进行绘图。P<0.05 具有显著性。

2 研究结果

2.1 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担整体显著降低, ASMR、ASDR 的下降趋势较 ASIR 更显著。见表 1。Joinpoint 分析显示, ASIR、ASMR 和 ASDR 分别在 2015—2020 年、2002—2008 年和 2001—2011 年下降幅度最大, APC 分别为 -6.52%、-8.99%、-11.40% (P<0.05)。受 COVID-19 疫情影响, ASIR 于 2020 年、ASMR 和 ASDR 于 2021 年降至最低点后回升, APC 分别为 8.45%、4.53%、7.35% (P<0.05)。见图 1。进一步分析显示, 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担与 SDI 间存在高度负相关, r 值分别为 -0.92、-0.94、-0.94 (P<0.001)。见图 2。



注: A 为 ASIR 变化趋势; B 为 ASMR 变化趋势; C 为 ASDR 变化趋势; * 为 P<0.05。

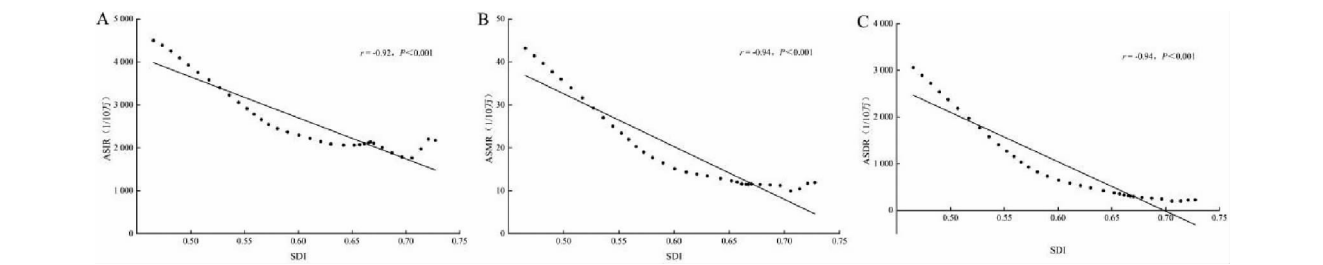
图 1 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担变化趋势

Fig.1 Trends in the burden of LRIs in China, 1990–2023

2.2 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担年龄分布特点 1990—2023 年中国 LRIs 各年龄组疾病负担均显

著减轻。1990 年疾病负担以 <5 岁年龄组最重、15~49 岁年龄组最轻。1990—2023 年间 <5 岁年龄组下

降幅度最大,ASIR、ASMR 和 ASDR 的 EAPC 分别为 -5.82%、-12.00%、-11.99% ($P<0.001$);15~49 岁年龄组 ASIR、≥70 岁年龄组 ASMR 和 ASDR 下降幅度最小,EAPC 分别为 -1.26%、-2.89%、-3.54% ($P<0.001$)。到了 2023 年,疾病负担重心转为≥70 岁年龄组最高,但 15~49 岁年龄组仍最低。见表 1。



注:A 为 ASIR 与 SDI 相关性;B 为 ASMR 与 SDI 相关性;C 为 ASDR 与 SDI 相关性。

图 2 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担与 SDI 相关性分析

Fig.2 Correlation analysis between the burden of LRIs and SDI in China, 1990 – 2023

表 1 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担(1/10 万,95% CI)			
Table 1 Disease burden of LRIs in China, 1990 – 2023 (1/10 万,95% CI)			
变量	1990 年		
	男性	女性	总体
ASIR			
中国	5 877.06(5 303.25 ~ 6 501.61)	4 742.74(4 335.24 ~ 5 183.12)	5 307.10(4 812.62 ~ 5 842.75)
<5 岁	29 734.53(25 053.08 ~ 34 975.75)	19 331.12(16 116.05 ~ 22 789.15)	24 810.71(20 818.02 ~ 29 185.44)
5~14 岁	4 048.91(3 124.20 ~ 5 270.97)	3 556.63(2 765.84 ~ 4 536.91)	3 811.72(2 956.78 ~ 4 950.74)
15~49 岁	850.85(751.48 ~ 954.87)	1 027.26(902.03 ~ 1 160.00)	936.09(826.99 ~ 1 055.05)
50~69	3 906.07(3 477.27 ~ 4 391.33)	4 337.90(3 856.15 ~ 4 930.43)	4 114.25(3 660.77 ~ 4 650.05)
≥70 岁	13 122.88(11 601.76 ~ 14 955.27)	13 435.40(11 907.00 ~ 15 316.15)	13 300.84(11 861.14 ~ 15 252.95)
ASMR			
中国	65.95(53.95 ~ 78.50)	49.64(39.86 ~ 62.43)	57.59(49.01 ~ 67.04)
<5 岁	367.93(286.35 ~ 457.33)	253.31(207.73 ~ 308.55)	313.68(267.91 ~ 364.17)
5~14 岁	7.13(4.48 ~ 10.43)	6.93(4.21 ~ 10.74)	7.03(5.11 ~ 9.29)
15~49 岁	3.72(2.36 ~ 5.29)	3.33(2.00 ~ 5.14)	3.53(2.57 ~ 4.67)
50~69 岁	26.89(17.81 ~ 36.44)	21.73(12.99 ~ 34.20)	24.4(17.82 ~ 31.60)
≥70 岁	230.14(155.83 ~ 306.33)	219.52(143.22 ~ 340.76)	224.1(165.34 ~ 294.48)
ASDR			
中国	3 944.12(3 217.21 ~ 4 806.34)	2 842.28(2 385.26 ~ 3 378.02)	3 418.54(2 936.43 ~ 3 967.67)
<5 岁	32 954.31(25 654.59 ~ 40 953.95)	22 661.33(18 605.64 ~ 27 614.52)	28 082.76(23 990.48 ~ 32 604.04)
5~14 岁	584.58(368.81 ~ 852.82)	567.92(346.33 ~ 874.99)	576.56(419.67 ~ 760.89)
15~49 岁	218.38(137.09 ~ 310.38)	198.43(120.19 ~ 306.73)	208.74(150.33 ~ 274.34)
50~69 岁	796.09(525.73 ~ 1 078.50)	634.55(379.09 ~ 991.13)	718.22(521.61 ~ 924.22)
≥70 岁	3 504.87(2 418.62 ~ 4 676.38)	3 138.69(2 038.61 ~ 4 886.79)	3 296.35(2 440.63 ~ 4 296.09)

变量	2023 年		
	男性	女性	总体
ASIR			
中国	2 235.28(2 061.04 ~ 2 443.36)	1 882.03(1 736.17 ~ 2 052.36)	2 050.45(1 891.31 ~ 2 235.71)
<5 岁	5 654.80(4 779.45 ~ 6 632.89)	3 515.53(2 863.73 ~ 4 159.13)	4 658.02(3 894.82 ~ 5 471.68)
5~14 岁	2 138.11(1 652.32 ~ 2 798.49)	2 133.66(1 655.43 ~ 2 671.73)	2 136.03(1 651.04 ~ 2 681.60)
15~49 岁	639.72(566.67 ~ 720.66)	761.59(667.33 ~ 870.15)	697.96(617.85 ~ 789.04)
50~69	2 158.15(1 933.87 ~ 2 395.30)	2 049.19(1 821.49 ~ 2 305.20)	2 103.68(1 878.52 ~ 2 331.64)
≥70 岁	9 156.39(8 286.72 ~ 10 150.94)	7 415.4(6 630.67 ~ 8 282.33)	8 217.77(7 391.42 ~ 9 088.55)
ASMR			
中国	11.70(8.15 ~ 17.08)	6.99(5.06 ~ 9.38)	9.11(7.00 ~ 11.37)
<5 岁	8.72(6.06 ~ 11.43)	6.79(5.42 ~ 8.73)	7.82(6.23 ~ 9.59)
5~14 岁	1.2(0.76 ~ 1.79)	0.95(0.62 ~ 1.48)	1.08(0.74 ~ 1.49)
15~49 岁	1.2(0.80 ~ 1.74)	0.53(0.35 ~ 0.78)	0.88(0.63 ~ 0.19)

(续表)

变量	2023 年		
	男性	女性	总体
50 ~ 69 岁	7.82(5.30 ~ 12.38)	3.42(2.20 ~ 5.13)	5.62(4.11 ~ 7.87)
≥70 岁	116.88(78.69 ~ 175.30)	81.38(55.79 ~ 115.07)	97.74(72.43 ~ 128.20)
ASDR			
中国	286.22(218.88 ~ 379.06)	180.94(142.30 ~ 222.92)	232.15(188.27 ~ 279.96)
<5 岁	784.33(546.87 ~ 1 025.28)	608.44(487.41 ~ 780.64)	702.37(561.61 ~ 859.22)
5 ~ 14 岁	100.20(64.67 ~ 148.11)	79.59(52.72 ~ 122.18)	90.54(62.14 ~ 122.95)
15 ~ 49 岁	64.53(42.74 ~ 93.46)	29.76(19.54 ~ 43.38)	47.92(34.27 ~ 64.37)
50 ~ 69 岁	230.29(157.45 ~ 363.60)	100.39(65.08 ~ 148.11)	165.35(121.44 ~ 233.06)
≥70 岁	1 469.48(987.86 ~ 2 187.19)	946.22(644.56 ~ 1 331.49)	1 187.37(887.38 ~ 1 557.52)

变量	1990—2023 EAPC		
	男性	女性	总体
ASIR			
中国	-3.46(-3.68 ~ -3.25)	-3.43(-3.65 ~ -3.21)	-3.46(-3.67 ~ -3.24)
<5 岁	-5.50(-5.82 ~ -5.18)	-6.50(-6.94 ~ -6.06)	-5.82(-6.17 ~ -5.48)
5 ~ 14 岁	-2.21(-2.52 ~ -1.90)	-1.81(-2.07 ~ -1.54)	-2.03(-2.31 ~ -1.74)
15 ~ 49 岁	-1.31(-1.47 ~ -1.15)	-1.21(-1.36 ~ -1.06)	-1.26(-1.41 ~ -1.11)
50 ~ 69 岁	-2.27(-2.46 ~ -2.08)	-2.50(-2.67 ~ -2.32)	-2.38(-2.56 ~ -2.20)
≥70 岁	-1.50(-1.66 ~ -1.34)	-2.33(-2.50 ~ -2.16)	-1.93(-2.09 ~ -1.77)
ASMR			
中国	-6.08(-6.34 ~ -5.83)	-6.74(-7.03 ~ -6.45)	-6.42(-6.68 ~ -6.16)
<5 岁	-12.15(-12.89 ~ -11.42)	-11.76(-12.60 ~ -10.92)	-12.00(-12.77 ~ -11.22)
5 ~ 14 岁	-6.41(-6.76 ~ -6.07)	-6.87(-7.18 ~ -6.56)	-6.60(-6.93 ~ -6.28)
15 ~ 49 岁	-4.34(-4.72 ~ -3.96)	-6.41(-6.81 ~ -6.01)	-5.11(-5.51 ~ -4.71)
50 ~ 69 岁	-4.45(-4.86 ~ -4.03)	-6.43(-6.79 ~ -6.07)	-5.20(-5.60 ~ -4.81)
≥70 岁	-2.46(-2.61 ~ -2.30)	-3.35(-3.49 ~ -3.22)	-2.89(-3.02 ~ -2.75)
ASDR			
中国	-9.10(-9.46 ~ -8.74)	-9.45(-9.91 ~ -8.98)	-9.29(-9.69 ~ -8.89)
<5 岁	-12.14(-12.87 ~ -11.41)	-11.76(-12.60 ~ -10.92)	-11.99(-12.76 ~ -11.21)
5 ~ 14 岁	-6.35(-6.70 ~ -6.01)	-6.78(-7.10 ~ -6.46)	-6.53(-6.86 ~ -6.20)
15 ~ 49 岁	-4.64(-5.03 ~ -4.25)	-6.62(-7.03 ~ -6.21)	-5.39(-5.81 ~ -4.98)
50 ~ 69 岁	-4.43(-4.83 ~ -4.03)	-6.39(-6.75 ~ -6.04)	-5.18(-5.56 ~ -4.79)
≥70 岁	-3.11(-3.27 ~ -2.95)	-4.05(-4.20 ~ -3.90)	-3.54(-3.68 ~ -3.39)

2.3 1990—2023 年中国 LRIs 年龄 - 时期 - 队列分析

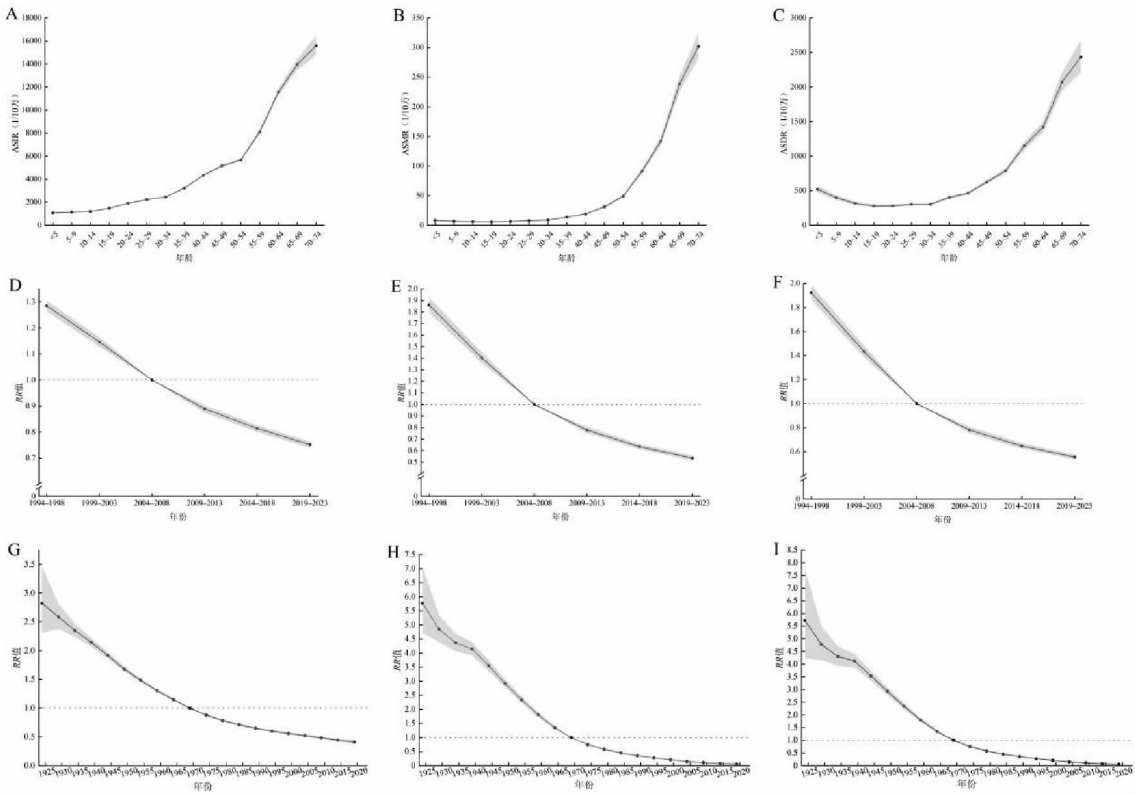
APC 模型显示,1990—2023 年中国 LRIs 的 ASIR、ASMR 和 ASDR 净漂移值分别为 -2.16%、-4.94%、-4.93%($P<0.05$),表明疾病负担受年龄、时期、队列共同影响,整体风险持续降低。见图 3。

年龄效应:同队列人群的 ASIR 随年龄增长逐渐升高,55 ~ 59 岁、60 ~ 64 岁增长幅度最显著;ASMR 和 ASDR 以 15 ~ 19 岁为拐点,先小幅降低后升高,均在 55 ~ 59 岁增长速度最快。时期效应:以 2004—2008 年为参照($RR=1$),疾病负担随年份推移呈下降趋势,较近年份变化幅度较前缓慢,三者均在 1994—1998 年达到峰值(RR 值分别为 1.29、1.86、1.92),2019—2023 年降至最低(RR 值分别为 0.75、0.54、0.56)。队列效应:以 1969 年出生队列为参照($RR=1$),疾病负担随出生队列后移显著降低,1924 年出生队列风险最高(RR 值分别为 2.83、5.78、5.72),2019 年出生队列风险最低(RR 值分别为 0.41、0.06、0.06)。

2.4 1990—2023 年中国 LRIs 病原体所致 ASDR 变化特征

堆积面积图显示,1990—2023 年中国 LRIs 病原体所致 ASDR 整体呈下降趋势,与总体 ASDR 变化趋势相同,在 2021—2023 年略有回升。但不同病原体对 ASDR 的贡献存在差异,G+和病毒在 2021—2023 年略有回升,其他各类病原体在 2020—2023 年有所反弹。G+和 G-是 ASDR 的主要来源,其占比主导地位保持稳定,降幅分别为 93.67%、92.42%;病毒整体降幅最大为 97.24%,其中,1990—2015 年持续降低且占比相对稳定,2015—2020 年降幅最大且占比也明显降低,2021 年降至最低点;非典型病原体虽降幅较大为 93.81%,但占比相对稳定;其他分类病原体整体保持下降趋势,但贡献水平始终较低,变化相对平缓。见图 4。

桑基图进一步证实,1990—2023 年各病原体流线整体收窄,所致 ASDR 显著降低。G+整体流量最高,以肺炎链球菌为主,其次为金黄色葡萄球菌。金黄色葡萄球菌在 1990—2020 年流量收窄但占比增加,其



注:A 为 ASIR 纵向年龄曲线;B 为 ASMR 纵向年龄曲线;C 为 ASDR 纵向年龄曲线;D 为 ASIR 时期率比;E 为 ASMR 时期率比;F 为 ASDR 时期率比;G 为 ASIR 队列率比;H 为 ASMR 队列率比;I 为 ASDR 队列率比;阴影区域为 95% CI。

图 3 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担年龄-时期-队列模型

Fig. 3 Age - period - cohort model of disease burden of lower respiratory infections LRIs in China, 1990 - 2023

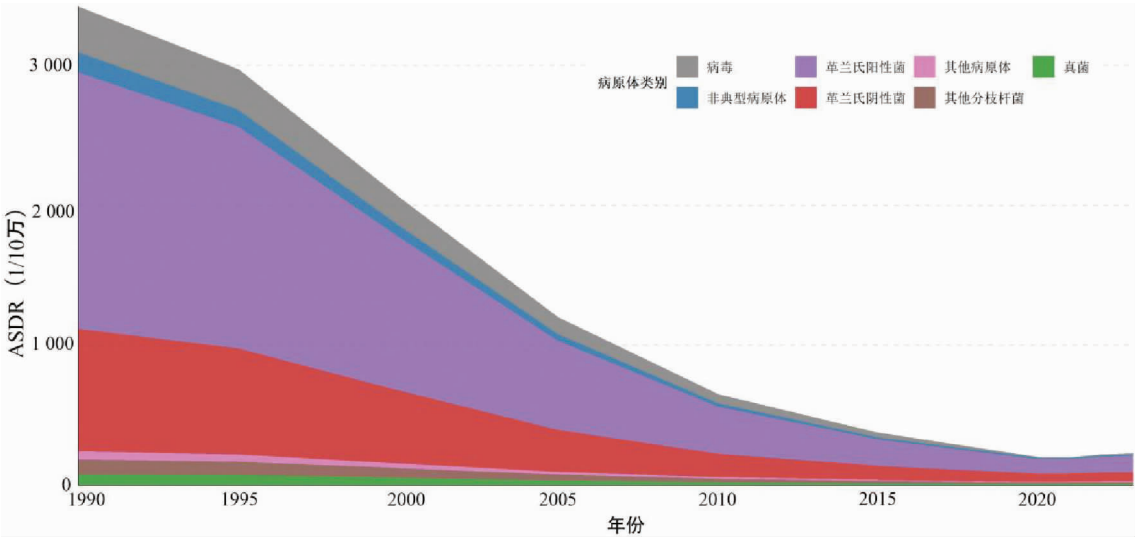


图 4 1990—2023 年中国 LRIs 中病原体所致 ASDR 的堆积面积图

Fig. 4 Stacked area chart of ASDR caused by pathogens in LRIs of China, 1990 - 2023

主要病原体的地位逐渐显现。G - 整体流量仅次于 G + ,以肺炎克雷伯菌为主。病毒整体流量位居第三,主要包括流感、呼吸道合胞病毒 (Respiratory syncytial virus, RSV),二者在 2015—2020 年流量收窄最大,2021 年达到最低。非典型病原体流量相对较细且保

持稳定,但非主要病原体。其他各病原体流量相对较细但随时间有分散趋势,其他分枝杆菌、曲霉菌属等条件致病菌的疾病负担逐渐显现。见图 5。
2.5 2024—2035 年中国 LRIs 疾病负担预测 BAPC 预测显示,2024—2035 年中国 LRIs 疾病负担持续降

低,ASIR、ASMR 和 ASDR 预计将分别从 2024 年的 1 933.51/10 万、10.94/10 万、197.08/10 万降至 2035 年的 1 282.49/10 万、6.30/10 万、91.24/10 万。与

ASIR 和 ASMR 相比,ASDR 下降幅度更平缓,而在 2023—2024 年 ASIR 下降最明显,ASMR 有短暂上升。见图 6。

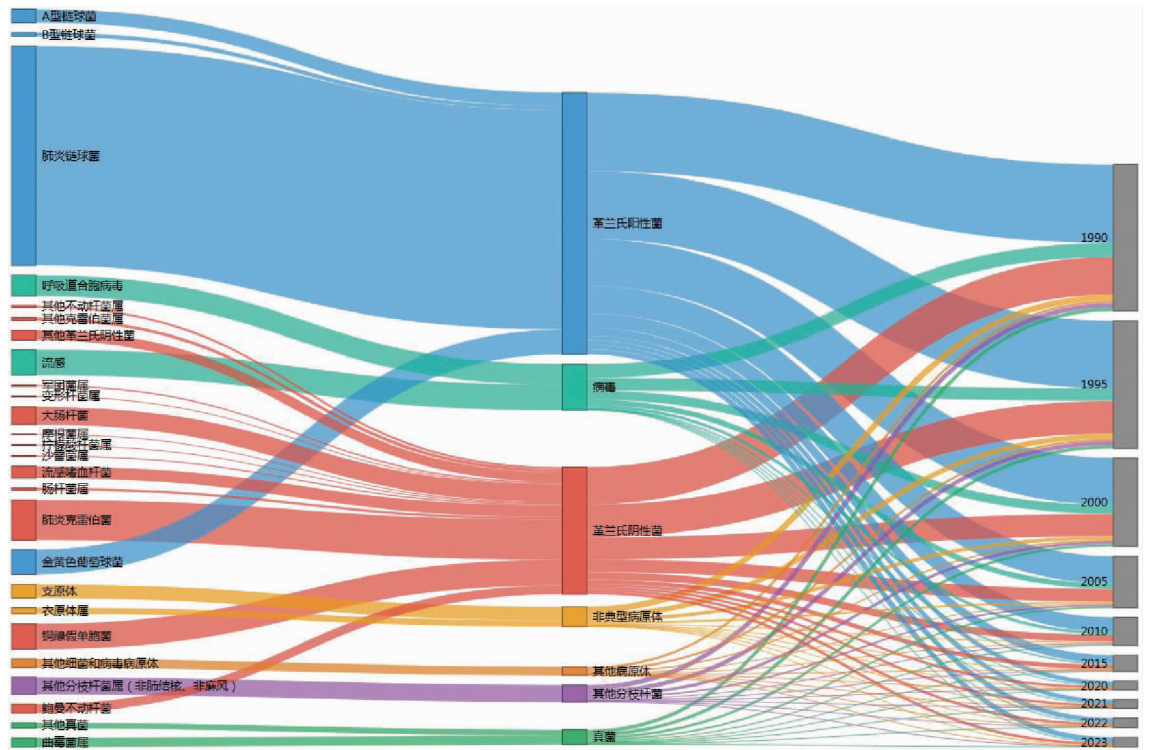
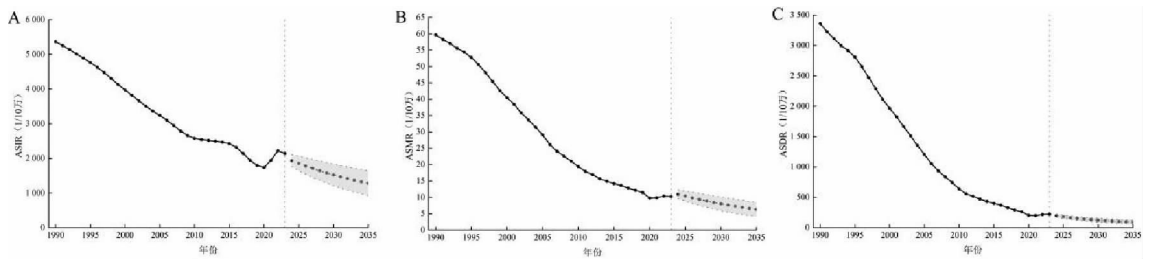


图 5 1990—2023 年中国 LRIs 中病原体所致 ASDR 的桑基图
Fig. 5 Sankey diagram of ASDR caused by pathogens in LRIs of China, 1990 - 2023



注:A 为 ASIR 预测;B 为 ASMR 预测;C 为 ASDR 预测;阴影区域为 95% CI。

图 6 2024—2035 年中国 LRIs 疾病负担预测趋势
Fig. 6 Predicted trends in the burden of LRIs in China, 2024 - 2035

3 讨论

本研究依托 GBD 2023 数据,系统分析了 1990—2023 年中国 LRIs 疾病负担变化趋势并预测未来 12 年发展情况。结果显示,我国 LRIs 疾病负担整体显著降低,ASMR 和 ASDR 下降较 ASIR 更显著,表明预防死亡和伤残的成效优于感染风险控制,与已有研究结果一致^[8],该趋势与我国 SDI 提升相呼应,侧面凸显出我国医疗技术进步对 LRIs 诊疗精准化及疾病负担降低的推动作用。

值得注意的是,ASIR 于 2020 年、ASMR 和 ASDR 于 2021 年降至最低点后出现反弹,与既往研究趋势相呼应^[9],APC 分析同样提示 2019 年出生队列、2019—2023 年时期效应的疾病风险最低,这一“V 型”转变与 COVID - 19 大流行密切相关。2020 年初严格的 NPIs 有效抑制了多种呼吸道病原体传播^[10],是疾病负担降至近 30 余年最低的关键。ASIR 对防控措施最敏感,在 2020 年即达最低,体现了 NPIs 对疾病传播链的即时阻断及与前期防控成效的叠加作用。而 ASMR 和 ASDR 下降存在滞后性,可能与呼吸

系统疾病存在发病-死亡时间差、既往感染慢性并发症持续存在、医疗资源向 COVID-19 倾斜导致其他重症 LRI 诊疗延迟^[11-12]有关,直至 2021 年医疗系统逐渐恢复常态才达到死亡和伤残风险的最低点。2022 年后 NPIs 逐渐放宽,人口流动及聚集性活动逐渐恢复,多种呼吸道病原体感染“报复性”反弹^[13],成为疾病负担回升的核心驱动因素,与 Sanz-Muñoz 等^[14]提出的长期实施 NPIs 会出现“免疫负债”效应一致。此外,WHO 报告指出^[15],COVID-19 大流行期间住院患者抗生素使用率远超临床需求,加剧了细菌耐药性,从而长期推高疾病负担。

堆积面积图与桑基图可视化分析显示,各类病原体所致 ASDR 总体显著降低,与总体 ASDR 变化吻合。G+ 和 G- 虽下降幅度均超 90%,但仍是疾病负担的主要来源,证实了细菌感染仍是我国乃至全球 LRI 防控的核心。G+ 中,肺炎链球菌贡献占比最高,其 ASDR 下降得益于肺炎链球菌结合疫苗(PCV)的广泛接种,但我国 PCV 未纳入国家免疫规划、接种覆盖率偏低^[16],可能是其保持主体地位的重要原因。金黄色葡萄球菌 ASDR 下降明显但 1990—2020 年占比上升,与其耐药性增加治疗难度、易通过接触传播和有创操作引发医院感染、易继发于病毒感染以及易感人群增加等因素相关^[17-18]。G- 中肺炎克雷伯菌为优势病原体,与医院感染密切相关。本研究发现,2020—2023 年肺炎克雷伯菌所致 ASDR 逐渐升高,印证了 NPIs 对医院内病原体构成的影响,与黄贵等的研究一致^[19]。病毒所致 ASDR 下降幅度最大为 97.24%,其中 2015—2020 年急剧下降、2021 年达最低,体现了 NPIs 对呼吸道病毒传播的抑制作用及“免疫负债”的反弹效应,与多项研究中流感、RSV 等病毒检出及住院负担在 NPIs 期间近乎消失、后期反弹的结论一致^[20-21]。据报道^[9],我国 LRI 死亡的主要危险因素已演变为烟草和环境颗粒物污染,二者可降低宿主呼吸道防御能力,为病原体所致 LRI 提供生物学通道^[22]。

此外,人口老龄化是 LRI 疾病负担增加的重要推手。本研究发现,1990—2023 年各年龄组 LRI 疾病负担整体下降,但形成了从“<5 岁儿童负担最重”到“≥70 岁老年人负担最重”的流行病学转变,与 Shi 等^[23]的研究一致。<5 岁年龄组下降幅度突出,得益于全球公共卫生策略、儿童健康干预措施的推广以及实施 NPIs 对婴幼儿群体形成的特殊保护^[24-25]。APC 结果显示,55~59 岁、60~64 岁 ASIR 增长幅度最大,与该年龄段免疫衰老、慢性病患率上升、女性更年期雌激素水平下降,削弱了机体对呼吸道病原体的防御能力相关^[26];ASMR、ASDR 在 55~59 岁增长最快,

该年龄段是老年防控的前置重点人群,从疾病严重程度和健康寿命损失两个维,间接凸显了老年群体作为 LRI 防控优先级的必要性。到了 2023 年,≥70 岁年龄组成为疾病负担最重的群体,APC 模型也显示出生队列越早疾病负担越重,这是生命早期风险长期暴露、老年人生理功能衰退以及当前危险因素演变共同作用的结果。人口老龄化正抵消 LRI 疾病负担的下降趋势,叠加“免疫负债”效应,加剧老年群体健康风险^[27-28],甚至主导后期疾病负担回升。

BAPC 预测显示,2024—2035 年我国 LRI 疾病负担持续降低,是全球及我国 LRI 疾病负担长期下降历史趋势的合理延伸,与经济发展、医疗进步、居民健康素养提升及防护意识养成相关^[29]。但 ASDR 下降较 ASIR、ASMR 平缓,可能与 ASDR 是综合反映发病、死亡与伤残负担的指标特性相关,且 LRI 导致的慢性肺功能障碍等后遗症及人口老龄化可能加剧伤残负担。

本研究存在局限性:一是受 GBD 数据限制,仅分析国家层面疾病负担,未纳入南北方地区数据,可能掩盖区域差异;二是仅分析主要病原体类别,未对病原体亚型、耐药菌株及混合感染进一步分层,病原谱解析不够精细。

综上所述,1990—2023 年我国 LRI 疾病负担总体显著降低,彰显了医疗进步与防控策略的综合成效。COVID-19 大流行期间疾病负担受 NPIs 影响降至最低后因“免疫负债”反弹,后疫情时期细菌仍是主要致病菌,年龄负担已从儿童转向老年群体。未来 12 年疾病负担将持续降低,在巩固已有成效的同时,应聚焦人口老龄化、环境污染及细菌耐药等问题,以推动 LRI 疾病负担实质性降低。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] GBD 2023 Causes of Death Collaborators. Global burden of 292 causes of death in 204 countries and territories and 660 subnational locations, 1990–2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023 [J]. *Lancet*, 2025, 406(10513): 1811–1872.
- [2] GBD 2023 Lower Respiratory Infections and Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of lower respiratory infections and aetiologies, 1990–2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023 [J]. *Lancet Infectious Diseases*, 2026, 26(4): 343–361.
- [3] Zheng XY, Li YC, Ruan DX, et al. Burden of non-COVID-19 lower respiratory infections and etiologies in China and globally: an analysis for the global burden of disease study 2021 [J]. *Chinese Medical Journal Pulmonary and Critical Care Medicine*, 2025, 3(3): 193–208.
- [4] 王岩,陈俊利,冯文佳,等. 全球、高 SDI 国家和中国 <5 岁儿童

- 1990—2019 年下呼吸道感染疾病负担变化趋势[J]. 中国公共卫生, 2024, 40(7): 840–848.
- Wang Y, Chen JL, Feng WJ, et al. Trend changes in disease burden of lower respiratory infections among children under 5 years of age in the world, high SDI countries, and China from 1990 to 2019 – an analysis of GBD 2019 data [J]. Chinese Journal of Public Health, 2024, 40(7): 840–848. (In Chinese)
- [5] 刘盛盛, 唐神结. 《非结核分枝杆菌病诊断与治疗指南(2020 年版)》解读[J]. 结核与肺部疾病杂志, 2021, 2(2): 108–115.
- Liu SS, Tang SJ. Interpretation of the guidelines for diagnosis and treatment of non-tuberculous mycobacteria disease (2020 edition) [J]. Journal of Tuberculosis and Lung Disease, 2021, 2(2): 108–115. (In Chinese)
- [6] 中华检验医学培训工程专家委员会, 中华医学会呼吸病学分会. 成人呼吸道感染病原诊断核酸检测技术临床应用专家共识(2023)[J]. 协和医学杂志, 2023, 14(5): 959–971.
- The Committee of Chinese Laboratory Medical Education, Chinese Thoracic Society of the Chinese Medical Association. Expert consensus on nucleic acid of amplification techniques test for the diagnosis of pathogens in adult respiratory tract infections (2023) [J]. Medical Journal of Peking Union Medical College Hospital, 2023, 14(5): 959–971. (In Chinese)
- [7] 宇传华, 白建军. 社会人口指数(SDI)的概念及其应用[J]. 公共卫生与预防医学, 2020, 31(1): 5–10.
- Yu CH, Bai JJ. The concept of socio-demographic index (SDI) and its application [J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2020, 31(1): 5–10. (In Chinese)
- [8] 王岩, 丁晓, 韩瑞阳, 等. 1990–2021 年中国居民下呼吸道感染疾病负担变化趋势及其年龄-时期-队列分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2025, 29(4): 378–385, 405.
- Wang Y, Ding X, Han RY, et al. Trend of lower respiratory infections burden and age-period-cohort analysis of Chinese residents from 1990 to 2021 [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2025, 29(4): 378–385, 405. (In Chinese)
- [9] 郭恒, 朱帅杰, 师维, 等. 1990—2021 年中国非 COVID-19 下呼吸道感染疾病负担及危险因素分析[J]. 中国循证医学杂志, 2025, 25(3): 256–264.
- Guo H, Zhu SJ, Shi W, et al. Disease burden of non-COVID-19 lower respiratory infection in China, 1990–2021 [J]. Chinese Journal of Evidence-Based Medicine, 2025, 25(3): 256–264. (In Chinese)
- [10] Dokal K, Channon-Wells S, Davis C, et al. Immunity to streptococcus pyogenes and common respiratory viruses at age 0 to 4 years after COVID-19 restrictions [J]. JAMA Netw Open, 2025, 8(10): e2537808.
- [11] Althobaity YM, Alkhudaydi MH, Hill EM, et al. The time between symptom onset and various clinical outcomes: a statistical analysis of MERS-CoV patients in Saudi Arabia [J]. Royal Society Open Science, 2024, 11(11): 240094.
- [12] World Health Organization. COVID-19 has caused major disruptions and backlogs in health care, new WHO study finds [EB/OL]. [2026-06-10]. <https://www.who.int/europe/news/item/20-07-2022-covid-19-has-caused-major-disruptions-and-backlogs-in-health-care--new-who-study-finds>.
- [13] Zhao CK, Zhang TT, Guo L, et al. Characterising the asynchronous resurgence of common respiratory viruses following the COVID-19 pandemic [J]. Nature Communications, 2025, 16(1): 1610.
- [14] Sanz-Muñoz I, Tamames-Gómez S, Castrodeza-Sanz J, et al. Social distancing, lockdown and the wide use of mask; a magic solution or a double-edged sword for respiratory viruses epidemiology? [J]. Vaccines (Basel), 2021, 9(6): 595.
- [15] World Health Organization. WHO reports widespread overuse of antibiotics in patients hospitalized with COVID-19 [R/OL]. [2026-06-10]. <https://www.who.int/news/item/26-04-2024-who-reports-widespread-overuse-of-antibiotics-in-patients-hospitalized-with-covid-19>.
- [16] 陈娅妮, 胡莹雪, 曹雷, 等. 2017–2021 年中国 13 价肺炎球菌多糖结合疫苗接种覆盖水平分析[J]. 中华预防医学杂志, 2023, 57(10): 1536–1541.
- Chen YN, Hu YX, Cao L, et al. Analysis on the vaccination coverage of 13-valent pneumococcal conjugate vaccine in China from 2017 to 2021 [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2023, 57(10): 1536–1541. (In Chinese)
- [17] Fang GY, Wu FH, Mu XJ, et al. Monitoring longitudinal antimicrobial resistance trends of staphylococcus aureus strains worldwide over the past 100 years to decipher its evolution and transmission [J]. Journal of Hazardous Materials, 2024, 465(3): 133136.
- [18] 王天立, 裴文军, 张旋, 等. 1990—2021 年中国的金黄色葡萄球菌下呼吸道感染疾病负担与未来趋势分析[J]. 中国现代医生, 2026, 64(4): 1–7.
- Wang TL, Pei WJ, Zhang X, et al. Analysis of the disease burden and future trends of staphylococcus aureus lower respiratory tract infection in China from 1990 to 2021 [J]. China Modern Doctor, 2026, 64(4): 1–7. (In Chinese)
- [19] 黄贵, 曾强林, 柯贵宝, 等. COVID-19 疫情防控措施对肺炎克雷伯菌的分布及耐药性的影响[J]. 西部医学, 2023, 38(1): 97–101.
- Huang G, Zeng QL, Ke GB, et al. Influence of COVID-19 targeted prevention and control measures on the distribution and drug resistance transition of Klebsiella pneumoniae [J]. Medical Journal of West China, 2023, 38(1): 97–101. (In Chinese)
- [20] Rhee JE, Lee NJ, Lee J, et al. A decade of respiratory virus surveillance in the Republic of Korea: impacts of the COVID-19 pandemic on virus circulation patterns [J]. Journal of Infection and Public Health, 2026, 19(3): 103093.
- [21] Cong BB, Koç U, Bandeira T, et al. Changes in the global hospitalisation burden of respiratory syncytial virus in young children during the COVID-19 pandemic: a systematic analysis [J]. The Lancet Infectious Diseases, 2024, 24(4): 361–374.
- [22] Lin LF, Yi XZ, Liu HY, et al. The airway microbiome mediates the interaction between environmental exposure and respiratory health in humans [J]. Nature Medicine, 2023, 29(7): 1750–1759.
- [23] Shi X, Wu M, Jia X, et al. Trends of incidence, mortality, and risk factors for lower respiratory infections among children under 5 years in China from 2000 to 2019 [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(4): 3547.
- [24] Qiao J, Wang YY, Li XH, et al. A lancet commission on 70 years of women's reproductive, maternal, newborn, child, and

adolescent health in China[J]. The Lancet, 2021, 397(10293): 2497–2536.

[25] 林凯,刘雅文,黄仁湛,等. 1992—2021 年中国呼吸道合胞病毒下呼吸道感染疾病负担分析[J]. 现代预防医学,2025,52(3): 430–435.

Lin K, Liu YW, Huang RZ, et al. Analysis of the burden of respiratory syncytial virus lower respiratory tract infections in China from 1992 to 2021 [J]. Modern Preventive Medicine, 2025, 52(3): 430–435. (In Chinese)

[26] Ursin RL, Klein SL. Sex differences in respiratory viral pathogenesis and treatments[J]. Annu Rev Virol, 2021, 8(1): 393–414.

[27] 王怡裕,张亚辉,王莎莎,等. 2020—2022 年徐州地区某医院老年呼吸道感染患者流行病学特征分析[J]. 公共卫生与预防医学,2025,36(1):92–95.

Wang YY, Zhang YH, Wang SS, et al. Elderly respiratory tract infection cases in a hospital in Xuzhou Area in 2020–2022 [J]. Journal of Public Health and Preventive Medicine, 2025, 36(1): 92–95. (In Chinese)

[28] Huang WQ, Yin L, Li HY, et al. Impact of temperature variations on burden of lower respiratory infections under climate change (1990–2021) [J]. BMC Public Health, 2025, 25(1):1972.

[29] 国家卫生健康委员会. 2023 年中国居民健康素养监测情况 [R]. 北京:国家卫生健康委员会,2024.

National Health Commission of the People’s Republic of China. 2023 national health literacy monitoring report [R]. Beijing: National Health Commission, 2024. (In Chinese)

收稿日期:2025-12-18

(上接第 3028 页)

[16] 胡星辰,张迎黎,梁炜,等. 病人健康问卷抑郁量表 (PHQ-9) 在青少年中应用的信效度检验[J]. 四川精神卫生,2014,27(4): 357–360.

Hu XC, Zhang YL, Liang W, et al. Reliability and validity of the patient health questionnaire – 9 in Chinese adolescents [J]. Sichuan Mental Health, 2014, 27(4): 357–360. (In Chinese)

[17] Norman CD, Skinner HA. eHEALS: the eHealth literacy scale [J]. Journal of Medical Internet Research, 2006, 8(4): e27.

[18] 郭帅军,余小鸣,孙玉颖,等. eHEALS 健康素养量表的汉化及适用性探索[J]. 中国健康教育,2013,29(2):106–108, 123.

Guo SJ, Yu XM, Sun YY, et al. Localization and applicability exploration of the eHEALS health literacy scale in Chinese [J]. Chinese Journal of Health Education, 2013, 29(2): 106–108, 123. (In Chinese)

[19] 奚艳华,徐伟,施艳瑾. 上海市静安区高中生电子健康素养现况及其影响因素分析[J]. 中国健康教育,2021,37(10):938–941.

Xi YH, Xu W, Shi YJ. Analysis on the current situation and influencing factors of eHealth Literacy of Senior high school students in Jing’ an District of Shanghai [J]. Chinese Journal of Health Education, 2021, 37(10): 938–941. (In Chinese)

[20] 曹文君,郭颖,平卫伟,等. HPLP – II 健康促进生活方式量表中文版的研制及其性能测试[J]. 中华疾病控制杂志,2016,20(3):286–289.

Cao WJ, Guo Y, Ping WW, et al. Development and psychometric tests of a Chinese version of the HPLP – II Scales [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2016, 20(3): 286–289. (In Chinese)

[21] 黄章旭,刘斌. 学校体育环境对健康促进生活方式的影响:锻炼动机与锻炼习惯的链式中介作用[J]. 吉林体育学院学报, 2023,39(5):89–98.

Huang ZX, Liu B. Impact of school physical education environment on health promoting lifestyle: the chain mediation role and exercise habit [J]. Journal of Jilin Sport University, 2023, 39(5): 89–98. (In Chinese)

[22] Podsakoff PM, Mackenzie SB, Lee JY, et al. Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies [J]. The Journal of Applied Psychology, 2003, 88(5): 879–903.

[23] 雷晓盛,刘朝杰,王雪莹,等. 大学新生抑郁状况及其危险因素分析[J]. 中国公共卫生,2017,33(4):678–680.

Lei XS, Liu CJ, Wang XY, et al. Prevalence and risk factors of depression among freshmen [J]. Chinese Journal of Public Health, 2017, 33(4): 678–680. (In Chinese)

[24] 李信心,吴云云,张潇,等. 大学新生抑郁现况调查及影响因素分析[J]. 国际精神病学杂志,2022,49(4):616–619, 627.

Li XX, Wu YY, Zhang X, et al. Prevalence of depression among college freshmen and analysis of influencing factors [J]. Journal of International Psychiatry, 2022, 49(4): 616–619, 627. (In Chinese)

[25] 杨伟伟,彭献镇,王丹华,等. 江苏某医学院校大学新生体能与手机依赖及抑郁症状共患的关联[J]. 中国学校卫生,2024,45(5):644–648.

Yang WW, Peng XZ, Wang DH, et al. Associations between physical fitness and comorbidity of problematic mobile phone use and depression among first – year students of a medical college in Jiangsu [J]. Chinese Journal of School Health, 2024, 45(5): 644–648. (In Chinese)

[26] Huang CL, Yang SC, Chiang CH. The associations between individual factors, eHealth literacy, and health behaviors among college students [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(6): 2108.

[27] Sørensen K, Van Den Broucke S, Fullam J, et al. Health literacy and public health: a systematic review and integration of definitions and models [J]. BMC Public Health, 2012, 12(1): 80.

[28] Diviani N, Van Den Putte B, Giani S, et al. Low health literacy and evaluation of online health information: a systematic review of the literature [J]. Journal of Medical Internet Research, 2015, 17(5): e112.

[29] 崔玲,齐梦华,杨李敏. 大学生健康促进生活方式与抑郁程度的关系[J]. 心理月刊,2023,18(9):72–74.

Cui L, Qi MH, Yang LM. The relationship between health promotion lifestyle and depression level among college students [J]. Psychology Monthly, 2023, 18(9): 72–74. (In Chinese)

收稿日期:2026-01-07