doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2503163

论著·临床研究

1990—2021 年中国 14 岁以下儿童下呼吸道感染发病和死亡趋势与预测及病原学特征分析

廖云[1]　林映映[1]　李燕羽[2]　杨京华[2]

（1. 广州中医药大学第二临床医学院，广东广州　510080；2. 广州中医药大学第二附属医院儿科/广东省中医院许尤佳名医工作室/广东省中医院岭南儿科杜明昭传承工作室，广东广州　510120）

［摘要］**目的**　分析 1990—2021 年我国儿童下呼吸道感染（lower respiratory infection, LRI）发病和死亡的变化趋势与未来预测，并比较不同年龄段儿童的病原学特征。**方法**　基于全球疾病负担数据库，收集 1990—2021 年中国儿童 LRI 的流行病学数据，对比分析我国、全球以及高社会人口指数（socio-demographic index, SDI）地区儿童 LRI 的流行趋势及未来预测，并探讨不同病原体对我国儿童 LRI 的影响等。**结果**　1990—2021 年，我国儿童 LRI 疾病负担低于全球平均水平，但仍高于高 SDI 地区。我国儿童 LRI 发病率和死亡率呈显著下降趋势，其中 5 岁以下儿童的降幅最明显，而 10~14 岁 LRI 发病率降幅低于全球水平。预测显示，2022—2040 年我国儿童 LRI 发病率和死亡率将持续下降。细菌仍是我国儿童 LRI 的最主要病原体。不同年龄组的病原谱构成存在显著差异，5 岁以下儿童的病毒性 LRI 疾病负担高于 5~14 岁儿童，而非典型病原体的疾病负担则低于 5~14 岁儿童。**结论**　1990—2021 年我国儿童 LRI 负担总体呈下降趋势，且预计未来将持续下降。10~14 岁儿童 LRI 发病率的降幅落后于全球水平，提示该年龄群体在防控中尚存在薄弱环节。儿童各年龄段的致病谱构成不同，建议针对不同年龄群体实施精准化的干预策略，并持续进行病原谱的动态监测。

［中国当代儿科杂志，2026，28（4）：470-479］

［关键词］下呼吸道感染；疾病负担；病原体；中国；儿童

Trends, predictions, and etiological characteristics of the incidence and mortality of lower respiratory infections among children under 14 years in China from 1990 to 2021

LIAO Yun, LIN Ying-Ying, LI Yan-Yu, YANG Jing-Hua. Department of Pediatrics, The Second Affiliated Hospital, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510120, China (Yang J-H, Email: doumiaomama@126.com)

Abstract: Objective　To analyze trends and future projections of lower respiratory infection (LRI) incidence and mortality among children in China from 1990 to 2021, and to compare etiological characteristics across age groups. **Methods**　Epidemiological data for pediatric LRI in China from 1990 to 2021 were obtained from the Global Burden of Disease database. Comparative analyses examined trends and projections for China, the global population, and high socio-demographic index (SDI) regions. The influence of different pathogens on pediatric LRI in China was also assessed. **Results**　From 1990 to 2021, the burden of LRI among children in China was lower than the global average but higher than that in high-SDI regions. Incidence and mortality rates showed a significant downward trend, with the most pronounced decline in children under 5 years of age, while the decline in LRI incidence among those aged 10-14 years was slower than the global level for the same age group. Projections for 2022-2040 indicated continued decreases in incidence and mortality of pediatric LRI in China. Bacterial infections remained the predominant cause of pediatric LRI in China. Marked age-specific differences in pathogen spectra were observed: viral LRI burden was higher in

［收稿日期］2025-03-25；［接受日期］2025-08-22

［基金项目］广东省防控新型冠状病毒感染科技攻关应急专项（2023B1111020004）；广州市科技计划项目（2024A03J0125）；2024 广东省名中医传承工作室建设项目-许尤佳（0102018005）；广东省中医急症研究重点实验室项目（2023B1212060062）。

［作者简介］廖云，女，博士研究生。

［通信作者］杨京华，女，主任医师。Email：doumiaomama@126.com。

children under 5 years than in those aged 5-14 years, whereas the burden due to atypical pathogens was lower in children under 5 years than in those aged 5-14 years. **Conclusions** From 1990 to 2021, the overall burden of pediatric LRI in China shows a declining trend and is predicted to continue to decrease. The slower decline in LRI incidence among children aged 10-14 years compared with the global level indicates a weakness in prevention for this age group. Distinct age-specific pathogen profiles suggest the need for age-targeted interventions and continuous surveillance of pathogen spectra. **[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(4): 470-479]**

Key words: Lower respiratory infection; Disease burden; Pathogen; China; Child

下呼吸道感染（lower respiratory infection, LRI）是一类由多种病原体引起的感染性疾病，包括肺炎和细支气管炎，是5岁以下儿童死亡的主要原因之一[1]。近年来，经济发展和医疗条件的改善在一定程度上降低了全球儿童LRI的疾病负担[2]。但在部分发展中国家，该疾病仍构成严峻的公共卫生挑战[3]。

儿童LRI的病原谱因年龄不同而存在显著差异。一项Meta分析显示，在病毒相关的社区获得性肺炎患儿中，5岁以下儿童占比高达58.2%[4]；而肺炎支原体相关的社区获得性肺炎在5岁及以上儿童中更为常见[5-6]。医疗体系的发展、抗生素广泛使用及耐药性上升、疫苗推广，以及新型冠状病毒疫情影响等因素，均可能导致儿童LRI的病原体流行趋势发生变化。然而，儿童LRI具体的发病和死亡变化情况及其病原学构成演变的系统性研究仍较有限。

全球疾病负担研究（Global Burden of Disease, GBD）数据库提供了长期、系统的疾病监测数据，为揭示中国儿童LRI的流行趋势及其病原学特征提供了可靠依据。本研究基于GBD 2021数据库，系统分析1990—2021年中国0~14岁儿童LRI的发病和死亡趋势，并探讨其病原学构成的变化。研究结果将有助于为未来疫苗接种策略、抗生素管理及公共卫生政策的优化提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源

本研究的数据来源于GBD 2021数据库（https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd-publications）。GBD 2021是由华盛顿大学健康测量与评价研究中心主导的全球健康研究项目。该项目基于贝叶斯偏回归模型DisMod-MR 2.1，系统评估了1990—2021年204个国家和地区中371类疾病和伤害、88项风险因素及其对健康的影响[7-8]。本研究基于1990—2021年中国社会人口指数（socio-demographic index, SDI）数据，分析其与儿童LRI疾病负担的相关性。

1.2 分析指标

本研究选取了1990—2021年我国0~14岁儿童LRI流行病学数据（https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/）以及相关病因学数据（https://ghdx.healthdata.org/record/ihme-data/global-burden-disease-study-2021-lower-respiratory-incidence-mortality-estimates-1990-2021）。疾病负担指标选取了发病人数、死亡人数、发病率、死亡率、发病百分比、死亡百分比，以及对应的95%不确定区间（uncertainty interval, *UI*）等作为衡量指标。本研究所展示的发病率和死亡率为目标年龄组的粗率。

1.3 疾病定义

LRI包括急性肺炎和细支气管炎。由于部分病原体具有特殊的公共卫生学意义，GBD 2021定义的LRI不包括新型冠状病毒、肺结核及百日咳引起的下呼吸道感染，这3种病原体被单独建模分析[3]，因此本研究分析的数据不包括上述3种病原体。

1.4 统计学分析

本研究计算1990、2021年发病率和死亡率的百分比变化率，以比较2021年与1990年疾病负担的变化程度。通过估算发病率和死亡率的估计年度百分比变化（estimated annual percentage change, EAPC）及其95%置信区间（confidence interval, *CI*），评估1990—2021年疾病负担的变化趋势。若EAPC估计值及其95%*CI*的下限均小于0，则表示该疾病负担呈下降趋势；反之，则表示呈上升趋势[9]。采用贝叶斯年龄-时期-队列（Bayesian age-period-cohort, BAPC）模型预测2022—2040年疾病负担情况，年龄、时期和队列效应通过二阶随机游走过程平滑建模，精度参数使用逆伽玛分布先验（α=1，λ=0.000 05），收敛性通过拉普拉斯逼近稳定性评估。采用Joinpoint回归模型计算年度变化百分比（annual percent change, APC）以分析疾病负担随时间的演变趋势，并确定趋势变化的拐点和统计学意义。若APC估计值小于0，则表示指定年份区间内该疾病指标呈下降趋势；反之，则表示呈上升趋势[10]。P<0.05表示该年份区间内变化趋势具有统计学意义。通过皮尔逊相关分析，评

估我国SDI与儿童LRI发病率和死亡率之间的相关性，以探讨发展水平与该疾病负担的关系。Joinpoint回归分析使用Joinpoint软件。其余数据处理和统计分析均在R 4.4软件中进行，数据可视化使用ggplot2包和ComplexHeatmap包，BAPC模型预测使用BAPC包和INLA包。

2 结果

2.1 中国、全球及高SDI地区儿童LRI疾病负担变化情况及未来预测

1990—2021年，我国、全球及高SDI地区的儿童LRI发病率和死亡率均呈下降趋势，我国儿童LRI疾病负担低于全球水平，但高于高SDI地区水平。预测结果显示，2022—2040年我国儿童LRI发病率和死亡率将进一步下降，并逐渐接近高SDI地区水平。见图1。

我国14岁以下儿童LRI发病率及死亡率的总体下降幅度较全球和高SDI地区显著（图2），但我国10~14岁LRI发病率降幅（EAPC=–0.57%）低于全球（EAPC=–0.80%）和高SDI地区（EAPC=–1.74%）的同年龄组儿童。

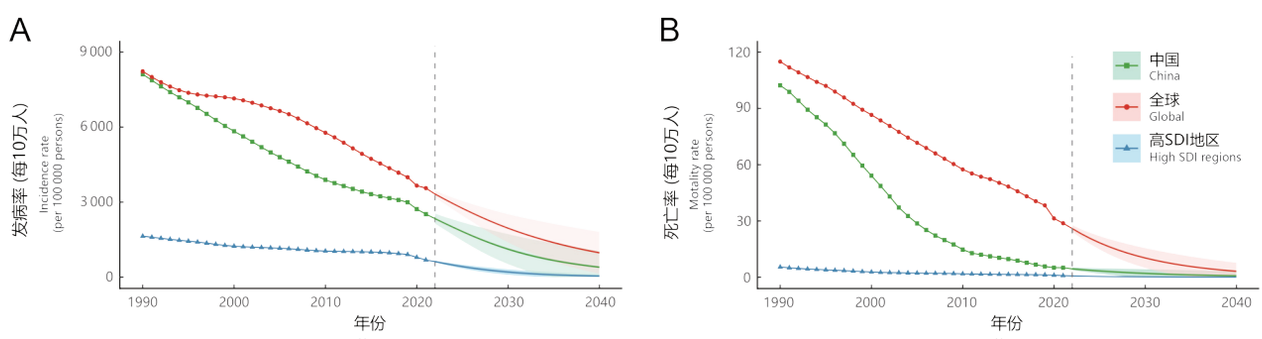


图1 1990—2021年中国、全球及高SDI地区14岁以下儿童LRI发病率和死亡率的变化情况与未来趋势预测 A：发病率；B：死亡率。垂直虚线为预测开始的年份，阴影区域为95%置信区间。［SDI］社会人口指数；［LRI］下呼吸道感染。1990—2021年我国、全球及高SDI地区的儿童LRI发病率和死亡率均呈下降趋势，预测到2040年将持续下降。

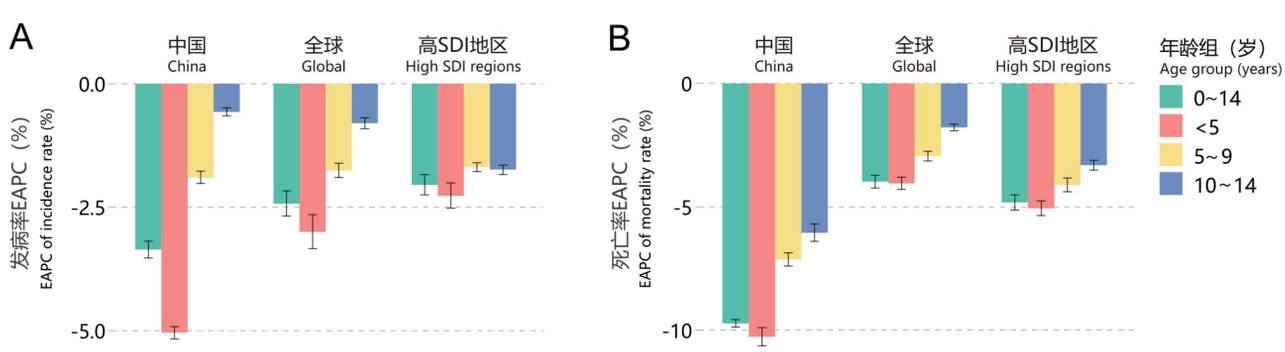


图2 1990—2021年中国、全球及高SDI地区14岁以下儿童LRI发病率和死亡率EAPC A：发病率EAPC；B：死亡率EAPC。［SDI］社会人口指数；［LRI］下呼吸道感染；［EAPC］估计年度百分比变化。我国儿童LRI发病率和死亡率总体降幅高于全球及高SDI地区，但10~14岁年龄组儿童发病率降幅低于全球及高SDI地区。

从表1可见，我国年龄越小的儿童，LRI的疾病负担越重。与1990年相比，2021年我国儿童LRI发病率和死亡率均下降，其中5岁以下儿童降幅最大，5~9岁儿童次之，10~14岁儿童的降幅最小。我国14岁以下儿童2021年LRI发病率从1990年的8 102.7/10万降至2 484.4/10万（EAPC=–3.36%），死亡率从102.6/10万下降至4.5/10万（EAPC=–9.72%）。

表 1　1990—2021 年中国儿童下呼吸道感染的发病和死亡情况

年龄组	发病情况				死亡情况			
	发病率（每 10 万人）		发病率百分比变化率（%）	发病率 EAPC（%）	死亡率（每 10 万人）		死亡率百分比变化率（%）	死亡率 EAPC（%）
	1990 年	2021 年			1990 年	2021 年		
0~14 岁	8 102.7（7 255.4~9 103.2）	2 484.4（2 065.8~2 975.6）	−69.34（−73.10~−65.63）	−3.36（−3.53~−3.19）	102.6（87.8~119.6）	4.5（3.6~5.5）	−95.62（−96.72~−94.29）	−9.72（−9.87~−9.57）
<5 岁	16 638.3（14 661.9~18 916.4）	3 088.8（2 571.9~3 649.7）	−81.44（−83.47~−79.16）	−5.04（−5.17~−4.92）	280.7（239.9~328.3）	13.0（10.3~16.1）	−95.36（−96.60~−93.88）	−10.26（−10.63~−9.89）
5~9 岁	5 005.7（3 938.1~6 409.7）	2 879.1（2 166.3~3 767.0）	−42.48（−49.03~−35.66）	−1.90（−2.02~−1.77）	8.7（6.8~10.0）	1.1（0.9~1.3）	−87.57（−90.10~−83.18）	−7.13（−7.40~−6.86）
10~14 岁	1 930.2（1 477.7~2 511.1）	1 501.1（1 097.2~2 078.5）	−22.23（−31.17~−11.53）	−0.57（−0.65~−0.49）	3.6（2.8~4.1）	0.6（0.5~0.7）	−83.06（−86.52~−77.79）	−6.05（−6.40~−5.69）

注：发病（死亡）率、发病（死亡）率百分比变化率的括号内数值为 95% 不确定区间，EAPC 括号内数值为 95% 置信区间。［EAPC］估计年度百分比变化。

2.2　中国儿童 LRI 疾病负担的 Joinpoint 回归分析

1990—2021 年中国 5 岁以下、5~9 岁以及 10~14 岁 3 个年龄段儿童 LRI 发病率在 2019—2021 年均呈现最大幅度下降，10~14 岁 LRI 发病率在 2004—2010 年小幅度上升（图 3A）。在死亡率方面（图 3B），5 岁以下 LRI 死亡率在 2016—2019 年降幅最大，2001—2011 年降幅次之。5~9 岁和 10~14 岁儿童 LRI 死亡率分别在 2000—2006 年、1999—2007 年呈现最大降幅。

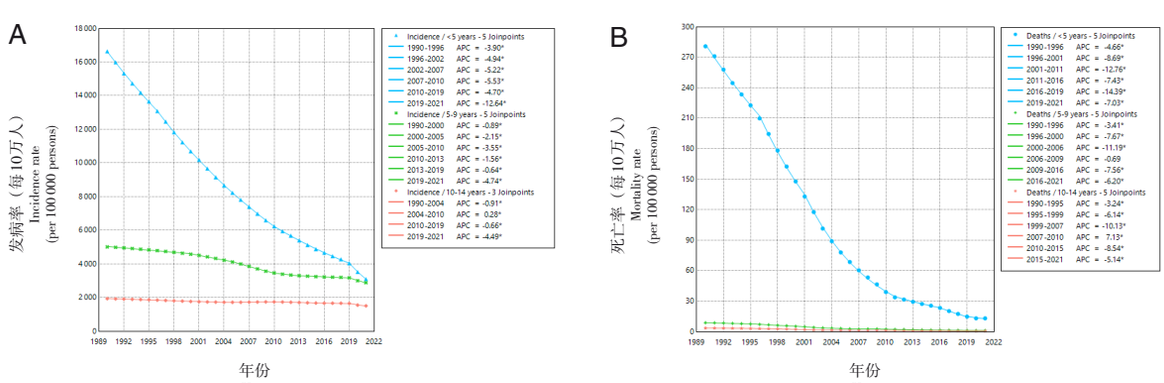


图 3　1990—2021 年中国儿童 LRI 发病率和死亡率的 Joinpoint 回归分析　A：发病率；B：死亡率。蓝色为 5 岁以下组，绿色为 5~9 岁组，红色为 10~14 岁组。*P<0.05。［LRI］下呼吸道感染；［APC］年度变化百分比。各年龄组儿童发病率均在 2019—2021 年降幅最大，10~14 岁儿童 LRI 发病率在 2004—2010 年小幅度上升；5 岁以下、5~9 岁和 10~14 岁儿童 LRI 死亡率分别在 2016—2019 年、2000—2006 年、1999—2007 年呈现最大降幅。

2.3　中国儿童 LRI 疾病负担与 SDI 的相关性分析

1990—2021 年中国儿童 LRI 发病率和死亡率与 SDI 均呈显著负相关，相关系数分别为 −0.97（P<0.001）和 −0.95（P<0.001）。

2.4　因不同病原体导致中国儿童 LRI 发病和死亡的变化情况

GBD 2021 共统计了 18 种可导致儿童 LRI 的病原体，包括肺炎链球菌、流感病毒、支原体、真菌等。本研究将支原体、衣原体、真菌、多种微生物归类为其他病原体。由于 GBD 2021 仅更新了 1990 年、2019 年、2020 年及 2021 年共 4 年的 LRI 病原体致病数据，不满足计算 EAPC 所需的完整时间序列，故本研究采用了“发病率百分比变化率”呈现发病变化趋势。而 LRI 病原体死亡率数据覆盖 1990—

2021年所有年份，故使用EAPC以反映其长期变化趋势。

由图4可见，与1990年相比，2021年我国儿童军团菌属引起的LRI发病率小幅上升，其余病原体导致的LRI发病率均减少，其中流感病毒所致LRI发病率下降幅度最大。1990—2021年间，所有病原体导致的LRI死亡率均呈下降趋势，其中下降最显著的前3位病原体依次为流感嗜血杆菌、衣原体、肺炎克雷白杆菌。在病毒性病原体中，流感病毒导致的LRI死亡率下降趋势最显著。

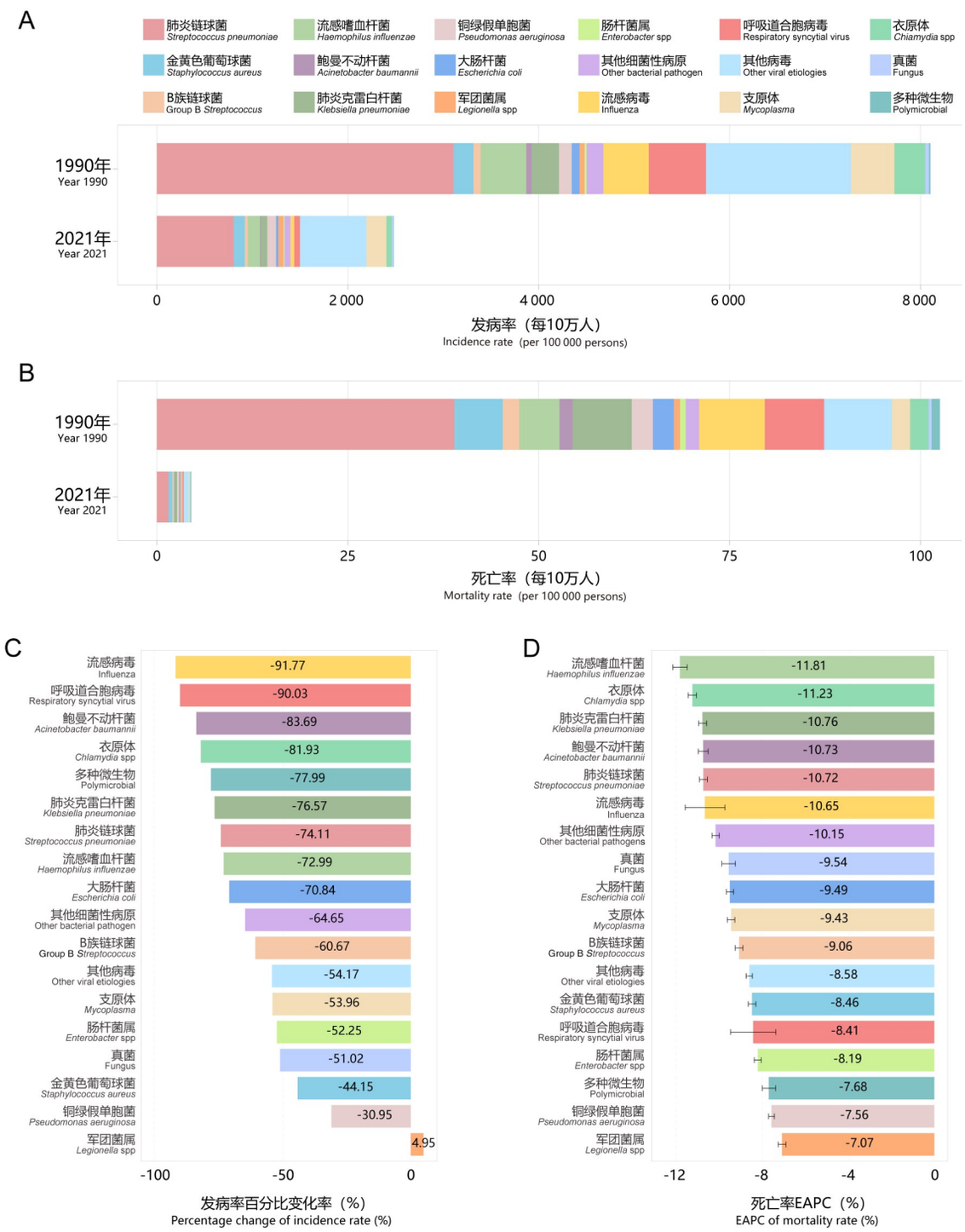


图4　1990—2021年中国14岁以下儿童因18种病原体引起的LRI发病率和死亡率的变化情况　A：1990、2021年发病率；B：1990、2021年死亡率；C：1990、2021年发病率百分比变化率；D：1990—2021年死亡率EAPC。［LRI］下呼吸道感染；［EAPC］估计年度百分比变化。与1990年相比，2021年除军团菌属所致发病率略有上升外，其余病原体发病率均明显下降。各病原体所致死亡率在1990—2021年均呈下降趋势。

2.5 因不同病原体导致中国儿童LRI发病和死亡的占比及顺位变化情况

1990年和2021年，中国儿童LRI主要由细菌引起，其中革兰氏阳性菌占主导地位。与5~14岁儿童相比，5岁以下儿童因病毒性LRI疾病负担较严重；而在支原体、衣原体等非典型病原体方面，5岁以下儿童的疾病负担较轻。在发病方面（图5），2021年两个年龄段儿童的细菌性LRI发病占比较1990年下降，病毒性LRI发病占比较1990年上升，其他病原体占比波动较小。在死亡方面（图6），与1990年相比，2021年各类病原体导致儿童LRI死亡占比波动相对较小，细菌导致LRI死亡占比始终显著高于病毒及其他病原体。

如图7~8所示，1990年5岁以下儿童LRI发病占比前3位的病原体为肺炎链球菌、其他病毒和呼吸道合胞病毒，而2021年发病占比前3位为其他病毒、肺炎链球菌和流感嗜血杆菌。1990年、2021年，5~14岁儿童LRI发病占比前3位的病原体顺位未发生改变，分别为肺炎链球菌、其他病毒和支原体。1990年和2021年，5岁以下和5~14岁儿童LRI死亡占比居首位的病原体均为肺炎链球菌。1990年5岁以下儿童LRI死亡占比前3位的病原体为肺炎链球菌、其他病毒和流感病毒，2021年流感病毒被金黄色葡萄球菌替代。1990年5~14岁儿童LRI死亡占比前3位的病原体为肺炎链球菌、金黄色葡萄球菌和流感病毒，2021年流感病毒被其他病毒替代。

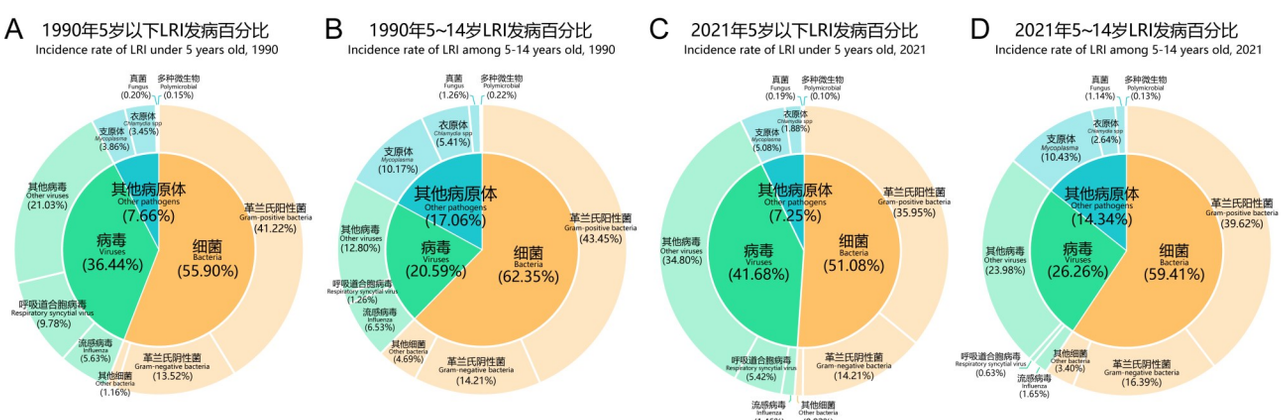


图5 1990年和2021年中国不同年龄组儿童各病原体所致LRI发病比例 中国儿童LRI病原谱构成以细菌为主，且以革兰氏阳性菌占主导；5岁以下儿童病毒性LRI疾病负担较5~14岁儿童更重；2021年细菌致病比例较1990年下降、病毒致病比例上升。[LRI]下呼吸道感染。

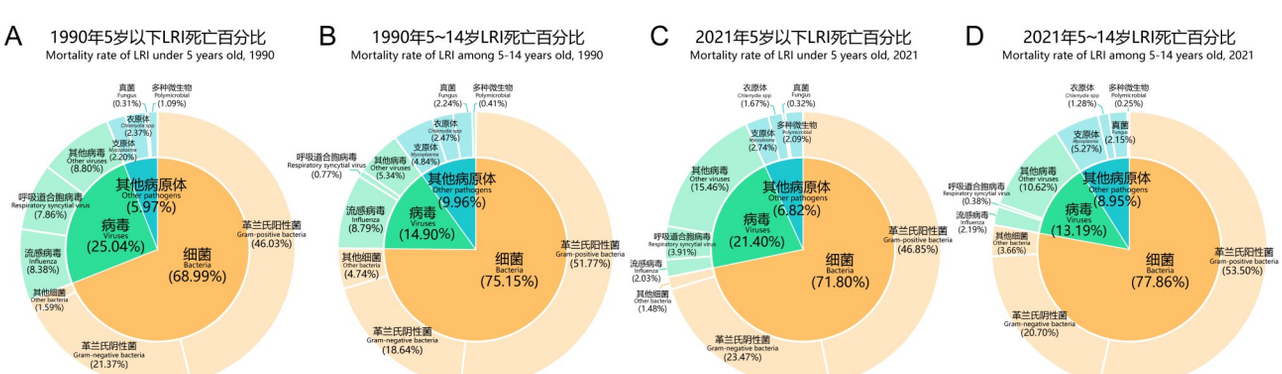


图6 1990年和2021年中国不同年龄组儿童各病原体所致LRI死亡比例 1990、2021年中国儿童LRI死亡的病原体构成总体变化不大，细菌所致死亡始终占主导地位。[LRI]下呼吸道感染。

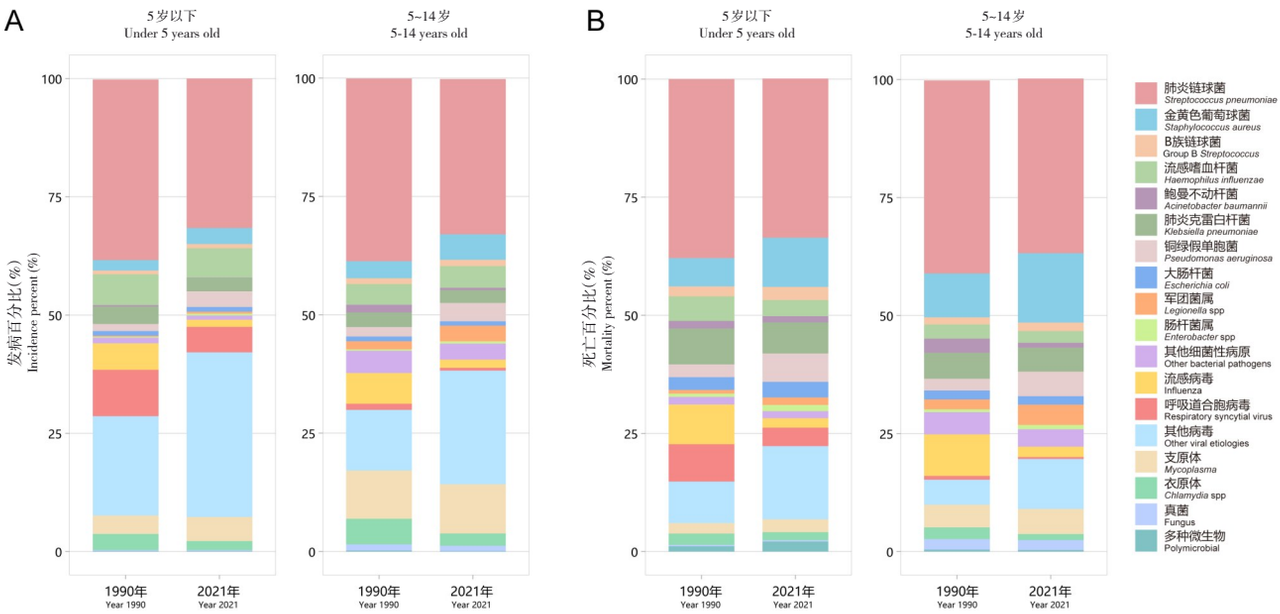


图 7　1990 年和 2021 年中国不同年龄组儿童 18 种 LRI 病原体百分比　A：发病百分比；B：死亡百分比。［LRI］下呼吸道感染。

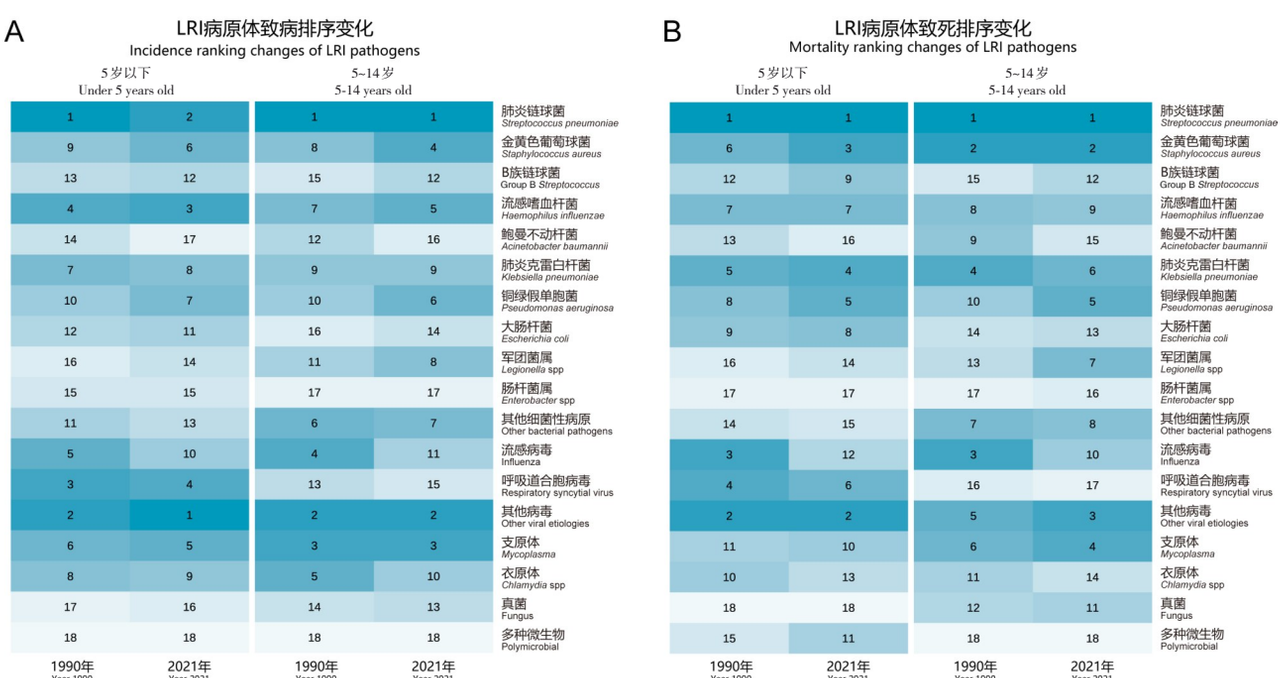


图 8　1990 年和 2021 年中国不同年龄组儿童 18 种 LRI 病原体排序变化　A：发病排序变化；B：死亡排序变化。［LRI］下呼吸道感染。1990—2021 年期间，中国儿童 LRI 病原谱存在动态变化，其中 5 岁以下儿童由肺炎链球菌、其他病毒和呼吸道合胞病毒为主转变为其他病毒、肺炎链球菌和流感嗜血杆菌；5~14 岁儿童的前 3 顺位病原体未发生改变，依次为肺炎链球菌、其他病毒和支原体。致死病原体方面，1990 年、2021 年肺炎链球菌在各年龄组儿童中均居首位。

3　讨论

1990—2021 年，我国儿童 LRI 发病率和死亡率显著下降，预计未来将持续呈下降趋势，这一变化与多种因素密切相关。本研究发现，我国 SDI 水平越高，儿童 LRI 疾病负担越低。SDI 作为衡量人均收入、教育水平和生育率的综合指标[7]，其增长不仅反映了经济实力的增强，更推动了医疗资源的可及性、环境卫生条件和公共卫生服务的系统性改善。自 2001 年《国民经济和社会发展第十

个五年计划纲要》颁布以来，“儿童健康”便被纳入国家价值理念与战略目标当中[11]。Joinpoint 回归分析显示，2001—2006 年我国各年龄段儿童 LRI 死亡率均显著降低，反映了国家政策干预的成效。免疫接种计划的实施、抗生素的合理使用、空气污染治理、疾病监测与响应系统的迭代升级等多种因素，共同促进了儿童 LRI 疾病负担的下降[2]。Joinpoint 回归分析亦显示，2019—2021 年我国儿童 LRI 发病率下降显著，这一趋势可能与新型冠状病毒感染疫情防控期间普遍实施的非药物干预措施有关。这些措施在有效控制新型冠状病毒传播的同时，也抑制了其他呼吸道病原体的传播[3]。但随着非药物干预措施的解除，部分呼吸道病原体开始出现反弹[12]。2023 年，我国流感病毒阳性率显著上升，并在 3 月和 12 月出现感染高峰[13]；各地的儿童肺炎支原体肺炎的病例报告数也开始增加[14]。这种反弹现象可能与非药物干预措施解除后，人口流动、校内聚集和“免疫债务”效应有关[12]，提示在后疫情时代需警惕病原谱的重塑，及时调整防控策略。

尽管整体负担下降，我国 10~14 岁儿童 LRI 发病率下降幅度低于全球水平。与 5 岁以下儿童相比，该群体在国家公共卫生策略中的优先级较低，存在防控薄弱环节[11]。目前多数疫苗接种计划覆盖对象为 6 岁及以下儿童[15]，10~14 岁儿童多实行自愿、自费接种，疫苗接种率偏低，可能形成免疫空白带。此外，该年龄段儿童处于学龄期，中小学校等高密度环境为呼吸道病原体提供了聚集性传播的场所，从而增加 LRI 传播风险[16]。因此，建议加强针对学龄期儿童的疫苗接种策略与健康教育，强化学校公共卫生管理。

本研究的病原学分析显示，1990—2021 年我国儿童 LRI 死亡的相关病原体均呈下降趋势。细菌性 LRI 死亡率的下降可能与疫苗接种密切相关。自我国引入 b 型流感嗜血杆菌疫苗和肺炎球菌结合疫苗（pneumococcal conjugate vaccine, PCV）以来，儿童因流感嗜血杆菌和肺炎链球菌感染导致的 LRI 发病率逐渐降低[17-18]。抗菌药物的合理使用对儿童细菌性 LRI 发病率的下降同样发挥了关键作用。全球研究表明，抗生素使用增加使 5 岁以下儿童 LRI 死亡率下降 1.94%[19]。同时，医院感染控制措施的改进，可能是鲍曼不动杆菌等医院获得性肺炎主要致病菌的疾病负担下降的重要原因之一[20]。我国儿童流感病毒 LRI 疾病负担的降幅最为显著，这一趋势可能得益于奥司他韦等抗流感病毒药物的广泛应用以及流感疫苗的推广[21-22]。

尽管我国儿童 LRI 整体病原谱发生了变化，细菌依然是儿童 LRI 发病和死亡的主要病原体。疫苗接种覆盖率不足与耐药性菌株的持续扩散是细菌性感染发病率长期居高不下的关键因素。目前，PCV 和 b 型流感嗜血杆菌疫苗尚未纳入我国国家免疫规划，接种率低于全球平均水平。我国 5 岁以下儿童 b 型流感嗜血杆菌疫苗 3 剂接种率仅为 27.03%[23]，5 月龄以下婴儿 PCV 3 剂接种率仅为 16.13%[24]。抗菌药物的广泛使用加剧了细菌耐药性问题。我国 2023 年儿童细菌耐药监测数据显示，尽管 2017—2023 年甲氧西林耐药的金黄色葡萄球菌检出率持续下降，但仍达 31.2%，碳青霉烯类耐药的铜绿假单胞菌检出率亦小幅上升[25]。

病毒性 LRI 亦对儿童健康构成重要威胁，尤其是在 5 岁以下儿童中，其疾病负担尤为突出。这一现象可能与该年龄段儿童母体被动免疫抗体逐渐衰减，而自身免疫系统尚未发育成熟，难以迅速产生足够的特异性抗体以清除病毒相关[26]。此外，2021 年其他病毒引起的儿童 LRI 比例显著上升，或与病原体检测方法多样化以及检测灵敏度提升有关，增强了对新型病毒的识别能力。近年来，人偏肺病毒（human metapneumovirus, hMPV）感染率上升，造成全球约 2% 的 5 岁以下 LRI 患儿死亡[27]。2024 年 6 月—2025 年 3 月期间，我国 hMPV 检测阳性率波动上升，感染人群以儿童为主[28]。然而 GBD 未能充分捕捉此类新型病原体的动态演变，提示新型病原体的监测与研究仍需加强。

支原体同样对儿童 LRI 疾病负担产生了重要影响。肺炎支原体是我国 5 岁及以上儿童社区获得性肺炎的主要病原体之一，占 10%~40%[29]，且耐大环内酯类肺炎支原体感染在全球范围内呈上升趋势，增加了患儿向重症肺炎发展的风险[30]。此外，多重病原体感染也不容忽视。中国疾控中心数据显示，在 5 岁以下和学龄期的呼吸道感染患儿当中，其混合感染率分别为 34.3% 和 21.4%[31]，显著高于 GBD 模型估计，提示可能低估了共感染带来的真实负担。

本研究仍存在一定局限性：（1）GBD 基于模型推算，而非直接来源于我国监测网络，可能存在一定偏倚；（2）GBD 2021 数据时效性不足，无法反映 hMPV 等新兴病原体的最新流行趋势以及疫情后病原谱的最新动态；（3）GBD 可能低估多病

原体共感染的实际负担，仍需持续优化估算模型。

综上，1990—2021年我国儿童LRI发病率与死亡率持续下降，整体负担低于全球水平，但仍高于高SDI地区；预测未来至2040年疾病负担仍将延续下降趋势。病原学方面，细菌仍为主要病原体；5岁以下儿童病毒感染负担更高，5~14岁儿童非典型病原体感染相对更突出。值得关注的是，10~14岁儿童LRI发病率降幅低于全球水平，未来在关注低龄儿童的同时，应同步强化对学龄期儿童的健康管理和疫苗覆盖。此外，不同年龄组儿童的LRI病原谱差异明显。密切监测病原谱的动态变化，根据年龄段精准制定干预策略，将有助于进一步改善我国儿童健康状况。

作者贡献声明：廖云和林映映负责课题设计、采集数据、统计分析数据及可视化、撰写文章；李燕羽负责查阅文献、统计分析数据及可视化；杨京华负责修改和审阅文章内容，指导文章写作。

利益冲突声明：所有作者声明不存在利益冲突。

［参 考 文 献］

[1] Perin J, Mulick A, Yeung D, et al. Global, regional, and national causes of under-5 mortality in 2000-19: an updated systematic analysis with implications for the sustainable development goals [J]. Lancet Child Adolesc Health, 2022, 6(2): 106-115. PMID: 34800370. PMCID: PMC8786667. DOI: 10.1016/S2352-4642(21)00311-4.

[2] GBD 2017 Lower Respiratory Infections Collaborators. Quantifying risks and interventions that have affected the burden of lower respiratory infections among children younger than 5 years: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. Lancet Infect Dis, 2020, 20(1): 60-79. PMID: 31678026. PMCID: PMC7185492. DOI: 10.1016/S1473-3099(19)30410-4.

[3] GBD 2021 Lower Respiratory Infections and Antimicrobial Resistance Collaborators. Global, regional, and national incidence and mortality burden of non-COVID-19 lower respiratory infections and aetiologies, 1990-2021: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Lancet Infect Dis, 2024, 24(9): 974-1002. PMID: 38636536. PMCID: PMC11339187. DOI: 10.1016/S1473-3099(24)00176-2.

[4] Pratt MTG, Abdalla T, Richmond PC, et al. Prevalence of respiratory viruses in community-acquired pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Lancet Child Adolesc Health, 2022, 6(8): 555-570. PMID: 35636455. DOI: 10.1016/S2352-4642(22)00092-X.

[5] Jain S, Williams DJ, Arnold SR, et al. Community-acquired pneumonia requiring hospitalization among U.S. children[J]. N Engl J Med, 2015, 372(9): 835-845. PMID: 25714161. PMCID: PMC4697461. DOI: 10.1056/NEJMoa1405870.

[6] Wang Z, Peng Y, Yang S, et al. Risk factors for complications of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in hospitalized children in China: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Pediatr, 2024, 24(1): 810. PMID: 39696115. PMCID: PMC11654151. DOI: 10.1186/s12887-024-05279-9.

[7] 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, 2024, 403(10440): 2133-2161. PMID: 38642570. PMCID: PMC11122111. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)00757-8.

[8] GBD 2021 Risk Factors Collaborators. Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Lancet, 2024, 403 (10440): 2162-2203. PMID: 38762324. PMCID: PMC11120204. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)00933-4.

[9] Cen J, Wang Q, Cheng L, et al. Global, regional, and national burden and trends of migraine among women of childbearing age from 1990 to 2021: insights from the Global Burden of Disease Study 2021[J]. J Headache Pain, 2024, 25(1): 96. PMID: 38844846. PMCID: PMC11157953. DOI: 10.1186/s10194-024-01798-z.

[10] Tuo Y, Li Y, Li Y, et al. Global, regional, and national burden of thalassemia, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. EClinicalMedicine, 2024, 72: 102619. PMID: 38745964. PMCID: PMC11090906. DOI: 10.1016/j.eclinm.2024.102619.

[11] 赵倩, 许佳敏, 吕军, 等. 中国儿童发展纲要和国民经济发展五年规划: 儿童健康发展变迁分析[J]. 中国公共卫生, 2022, 38 (6): 641-646. DOI: 10.11847/zgggws1137426.

[12] 郝创利, 蒋吴君. COVID-19疫情对儿童呼吸道感染病原流行病学影响[J]. 临床儿科杂志, 2025, 43(3): 163-167. DOI: 10.12372/jcp.2025.24e1156.

[13] Xie Y, Lin S, Zeng X, et al. Two peaks of seasonal influenza epidemics: China, 2023[J]. China CDC Wkly, 2024, 6(36): 905-910. PMID: 39346692. PMCID: PMC11425296. DOI: 10.46234/ccdcw2024.069.

[14] 刘凯, 付红敏, 陆权. 儿童肺炎支原体肺炎的流行病学新进展[J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(7): 696-699. PMID: 38955692. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20240407-00247.

[15] 疾病预防控制局. 国家卫生健康委关于印发国家免疫规划疫苗儿童免疫程序及说明（2021年版）的通知: 国卫疾控发[2021]10号[EB/OL]. (2021-03-12)[2025-05-09]. http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3581/202103/590a8c7915054aa682a8d2ae8199e222.shtml.

[16] 孙伟, 高洁, 马莹, 等. 2009—2018年宁夏流行性感冒流行特征[J]. 中华疾病控制杂志, 2020, 24(6): 691-695.

DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2020.06.014.

[17] Yang Y, Pan X, Cheng W, et al. *Haemophilus influenzae* type b carriage and burden of its related diseases in Chinese children: systematic review and meta-analysis[J]. Vaccine, 2017, 35(46): 6275-6282. PMID: 28987442.
DOI: 10.1016/j.vaccine.2017.09.057.

[18] Shen CF, Wang SM, Chi H, et al. The potential role of pneumococcal conjugate vaccine in reducing acute respiratory inflammation in community-acquired pneumococcal pneumonia [J]. J Biomed Sci, 2020, 27(1): 88. PMID: 32814590. PMCID: PMC7435222. DOI: 10.1186/s12929-020-00680-9.

[19] GBD 2016 Lower Respiratory Infections Collaborators. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of lower respiratory infections in 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016[J]. Lancet Infect Dis, 2018, 18 (11): 1191-1210. PMID: 30243584. PMCID: PMC6202443.
DOI: 10.1016/S1473-3099(18)30310-4.

[20] Logan LK, Gandra S, Trett A, et al. *Acinetobacter baumannii* resistance trends in children in the United States, 1999-2012[J]. J Pediatric Infect Dis Soc, 2019, 8(2): 136-142. PMID: 29579216. PMCID: PMC6510944. DOI: 10.1093/jpids/piy018.

[21] McLean HQ, Petrie JG, Hanson KE, et al. Interim estimates of 2022-23 seasonal influenza vaccine effectiveness: Wisconsin, October 2022-February 2023[J]. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2023, 72(8): 201-205. PMID: 36821715. PMCID: PMC9949852. DOI: 10.15585/mmwr.mm7208a1.

[22] Walsh PS, Schnadower D, Zhang Y, et al. Association of early oseltamivir with improved outcomes in hospitalized children with influenza, 2007-2020[J]. JAMA Pediatr, 2022, 176(11): e223261. PMID: 36121673. PMCID: PMC9486642.
DOI: 10.1001/jamapediatrics.2022.3261.

[23] Lai X, Ma Y, Fang H. Better adherence to childhood *Haemophilus influenzae* type b vaccination with combination vaccines compared to single-antigen vaccines: evidence from China[J]. J Glob Health, 2023, 13: 04080. PMID: 37622686. PMCID: PMC10451103. DOI: 10.7189/jogh.13.04080.

[24] Liu L, Zhang Z, Zhang X, et al. Coverage of 13-valent pneumococcal conjugate vaccine among children 0-15 months of age: 9 provinces, China, 2019-2021[J]. China CDC Wkly, 2023, 5(17): 379-384. PMID: 37197448. PMCID: PMC10184383. DOI: 10.46234/ccdcw2023.072.

[25] 全国细菌耐药监测网. 2018至2022年0~14岁患儿细菌耐药监测研究[J]. 中华儿科杂志, 2023, 61(11): 1001-1010. PMID: 37855078. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20230710-00445.

[26] 张东伟, 卢根. 呼吸道病毒感染所致的儿童危重症诊治进展[J]. 中国实用儿科杂志, 2019, 34(2): 111-116.
DOI: 10.19538/j.ek2019020612.

[27] Wang X, Li Y, Deloria-Knoll M, et al. Global burden of acute lower respiratory infection associated with human metapneumovirus in children under 5 years in 2018: a systematic review and modelling study[J]. Lancet Glob Health, 2021, 9(1): e33-e43. PMID: 33248481. PMCID: PMC7783516.
DOI: 10.1016/S2214-109X(20)30393-4.

[28] 中国疾病预防控制中心. 全国急性呼吸道传染病哨点监测情况（2025年第13周）[EB/OL]. (2025-04-03) [2025-05-09]. https://www. chinacdc. cn/jksj/jksj04_14275/202504/t20250403_305695.html.

[29] 董晓艳, 邹映雪, 吕芳芳, 等. 儿童肺炎支原体肺炎病原检测的多中心临床研究[J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(4): 310-316. PMID: 38527500.
DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20240117-00054.

[30] Zhang Y, Su C, Zhang Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of hospitalized pediatric patients with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia before and after the COVID-19 pandemic in China: a retrospective multicenter study [J]. BMC Infect Dis, 2025, 25(1): 18. PMID: 39754040. PMCID: PMC11699690. DOI: 10.1186/s12879-024-10370-8.

[31] Li ZJ, Zhang HY, Ren LL, et al. Etiological and epidemiological features of acute respiratory infections in China[J]. Nat Commun, 2021, 12(1): 5026. PMID: 34408158. PMCID: PMC8373954. DOI: 10.1038/s41467-021-25120-6.

（本文编辑：邓芳明）

（©《中国当代儿科杂志》编辑部，开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议）
（© Editorial Office of *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license）