

儿童社区获得性肺炎的病原学分析与变迁趋势

路 懿¹, 张利侠^{2*}

¹西安医学院研究生院, 陕西 西安

²陕西省人民医院检验科, 陕西 西安

收稿日期: 2025年8月29日; 录用日期: 2025年9月23日; 发布日期: 2025年9月29日

摘 要

本文综述了儿童社区获得性肺炎的病原学分析与变迁趋势。儿童社区获得性肺炎在国际范围内, 儿童社区获得性肺炎(CAP)都是儿童健康的一大威胁, 在发达国家中, 如美国, 社区获得性肺炎是儿童住院最常见的原因。同时在欠发达地区, 呼吸道感染是儿科死亡病例的最主要原因之一。2015年, 世界卫生组织统计, CAP导致920,136名所有年龄段儿童死亡, 占全球5岁以下儿童死亡的16%, 在新冠疫情前, 全球的儿童社区获得性肺炎呈稳定上涨趋势, 新冠疫情期间, 由于防护措施的普及, 社区获得性肺炎减少。新冠疫情后, 儿童社区获得性肺炎又出现流行。本文旨在为临床治疗CAP提供病原体分析及变迁趋势。

关键词

细菌, 病毒, 支原体, 儿童社区获得性肺炎

Analysis of Etiology and Changing Trends of Community-Acquired Pneumonia in Children

Yi Lu¹, Lixia Zhang^{2*}

¹Graduate Student Affairs Office, Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Department of Clinical Laboratory, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: August 29, 2025; accepted: September 23, 2025; published: September 29, 2025

Abstract

This article reviews the etiological analysis and changing trends of community-acquired pneumonia (CAP) in children. CAP is a major threat to children's health worldwide. In developed countries

*通讯作者。

文章引用: 路懿, 张利侠. 儿童社区获得性肺炎的病原学分析与变迁趋势[J]. 临床医学进展, 2025, 15(10): 627-631.
DOI: 10.12677/acm.2025.15102800

such as the United States, CAP is the most common cause of hospitalization for children. Meanwhile, in underdeveloped regions, respiratory infections are one of the leading causes of pediatric deaths. In 2015, the World Health Organization reported that CAP caused 920,136 deaths among children of all ages, accounting for 16% of global deaths among children under 5 years old. Before the COVID-19 pandemic, the global incidence of CAP in children was steadily increasing. During the pandemic, due to the widespread implementation of protective measures, the incidence of CAP decreased. However, after the pandemic, CAP has seen a resurgence among children. This article aims to provide an analysis of the pathogens and changing trends of CAP for clinical treatment.

Keywords

Bacteria, Virus, Mycoplasma, Community-Acquired Pneumonia in Children

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景

肺炎是儿童住院最常见的原因,典型的体征和症状包括呼吸急促、咳嗽、发热、厌食、呼吸困难、收缩和嗜睡,同时,呼吸道感染是欠发达地区儿科死亡病例最主要的原因[1],社区获得性肺炎(CAP)是在医院外感染的肺部感染[2]。社区获得性肺炎(CAP)是世界各地的重要临床影响的死亡率和发病率的主要原因。社区获得性肺炎主要的病原体由细菌和病毒组成。在美国,小于18岁的CAP住院患儿中,病毒病原体比细菌病原体出现比率更高,同时7%的患者同时感染细菌和病毒,总体来说,呼吸道合胞病毒是最常见的病原体,尤其在两岁以下儿童常见。其他常见的呼吸道病毒包括流感病毒、冠状病毒(包括导致COVID-19的SARS-CoV-2)、人鼻病毒、人偏肺病毒和腺病毒[3]。在新冠疫情大流行背景下,本文将儿童社区获得性肺炎的病原学分类分为三个时期,COVID-19大流行前基线、大流行期间的病原谱抑制现象、大流行后的病原体反弹与变迁。

2. 理论概述

肺炎是一种急性呼吸系统疾病,累及下呼吸道,也可累及肺叶或肺小叶,在胸部X线检查中表现为实变。如果患者在过去14天内未入院,则认为肺炎是社区获得性肺炎。大多数重症肺炎病例是由细菌引起,其中最重要的是肺炎链球菌、b型流感嗜血杆菌(在未接种抗Hib疫苗的婴儿中)和金黄色葡萄球菌。据估计,10%~60%的儿童肺炎病例可能严重到需要住院,在某些情况下,需要住院治疗并在重症监护病房(ICU)中进行治疗。

3. 国内外现状

3.1. 国外研究现状

全球肺炎负担在全世界每年发生的1.56亿例肺炎病例中,估计7%~13%可能进展为严重疾病并需要住院治疗。发达国家5岁以下儿童的肺炎年发病率为每1000儿童年34至40例,5岁以下儿童的发病率最高,降至11~16次/1000名儿童,5至14岁儿童的发病率最高。同时,在中低收入国家中观察到不同的情况。尽管不同研究之间5岁以下儿童肺炎的发病率差异很大,但西太平洋地区报告的这一年龄组的发病率为每年1000人有110人发病,孟加拉国的每年患病儿童为510/1000。在拉丁美洲和加勒比地区,

每年有超过 80,000 名 5 岁以下儿童死于下呼吸道感染, 与发达国家相比, 发病率处于中等水平[4]。

肺炎导致的死亡率的因素同样不可忽略, 在发达国家, 既往健康儿童的 CAP 死亡率很罕见(≤ 0.6), 但全球范围内的死亡率较高(2.3%~6.1%), 发达国家和低资源国家之间的死亡率明显不同。其中一些因素与儿童有关(例如, 年龄, 营养状况, 基础疾病), 其他因素与疾病有关(例如, 金黄色葡萄球菌引起的肺炎), 其他因素可能与环境, 家庭的社会经济地位或卫生系统(ICU 的可用性)有关。发达国家与资源较少国家的死亡率相关的风险因素不同, 在非常贫穷的地区, 女性、年龄 < 2 个月、母乳喂养不足、早产、严重营养不良、慢性病与艾滋病毒或艾滋病等疾病并存, 和既往急性下呼吸道感染是增加肺炎严重程度的已知危险因素。此外, 与疟疾, 腹泻, 或麻疹会增加患上严重肺炎、死于肺炎的机会。最近在美国田纳西州孟菲斯、田纳西州纳什维尔和湖城的三家儿童医院进行的一项研究中, 精神状态改变、胸部内陷、多叶或非叶(例如, 间质性)肺部浸润被确定为重症肺炎的风险因素。总体来说, 这些危险因素全球范围内存在, 但发达国家发病率要小的多[5]。

3.2. 国内研究现状

肺炎或下呼吸道感染在全世界儿童中引起相当大的发病率和死亡率, 占儿科重症监护病房(PICU)死亡人数的近 12%。我国某机构, 在 2004 年至 2013 年期间, 860 例住院肺炎病例中, 12%需要 ICU 护理[6]。

对于病原菌的检测, 宏基因组下一代测序(mNGS)具有评估导致严重肺部感染的病原体分布的潜力。广东一项研究表明, 对疑似肺部感染患儿的支气管肺泡灌洗液(BALF)样本, 采用 mNGS 和常规检测方法进行病原体检测, mNGS 和常规检测共检出 80 种潜在病原体, 其中呼吸道合胞病毒、金黄色葡萄球菌和鼻病毒为最常见病原体, 合并感染率较高(58.96%, 148/251), 以细菌和病毒混合感染为主, 6 月龄以下患儿以呼吸道合胞病毒(RSV)为主, 在年龄较大的儿科患者中也常见。鼻病毒在 6 个月以上的儿童中流行。腺病毒和肺炎支原体在 3 岁以上的儿童中的流行率高于其他年龄组。肺孢子虫在 6 个月以下的儿童中检出率接近 15%。研究强调了使用 mNGS 等先进诊断技术来提高对儿科患者重症肺炎微生物流行病学的理解的重要性[7]。

3.3. 总结

1) COVID-19 大流行前基线 年龄是预测 CAP 儿童病毒感染的主要因素, 一项研究表明, 病毒感染、细菌感染和支原体感染最常见的年龄范围是 4 岁之前、4~7 岁以及 7 岁和 18 岁, 4 岁以下儿童单种病原体感染率最高, 3 岁以后多种病原体感染率最高。病毒合并感染是 CAP 易感性和进展的重要促进因素。儿童 CAP 中经常检测到呼吸道病毒、鼻病毒和人偏肺病毒是 CAP 中最常见的病毒[8]。

2) 大流行期间的病原谱抑制现象 许多呼吸道病原体在 COVID-19 大流行期间保持低活性。多方面的非药物干预措施不仅减少了 SARS-CoV2 的传播, 而且影响了其他呼吸道病原体的流行。随着许多限制措施的解除, 中国许多医院报告的儿童肺炎病例激增。在某综合医院进行了横断面回顾性研究中, 我们分析了人口统计数据、临床症状、病原体和药物治疗等数据[9]。2019 年底, 中国爆发了由严重急性呼吸综合征冠状病毒 2 (SARSCoV-2)引起的冠状病毒病 2019 (COVID-19), 中国采取了各种非药物干预措施和措施, 如戴口罩、勤洗手、注意室内通风、保持社交距离、支持员工在家工作和学习等, 以遏制病毒的传播。在大流行期间, 患有 CAP 的儿童住院人数显著减少, 尤其是学龄儿童。在非大流行时期, 儿童, 特别是学龄儿童和学龄前儿童, 将有更多的时间与同龄儿童一起学习或玩耍, 从而促进了常见呼吸道病原体通过飞沫传播的传播通过同年龄组的密切接触。但在大流行中, 严格的干预措施不仅减少了 COVID-19 的传播, 而且还减少了常见的呼吸道病原体传播推断, 由于采取了强有力的缓解措施, 学龄儿童中 CAP

的发生得到了有效预防[10]。

3) 大流行后的病原体反弹与变迁 自 2023 年 10 月中旬以来,世界卫生组织一直在监测中国监测系统的数据,这些数据显示中国北方儿童呼吸道疾病有所增加。痰涂片和培养是临床常用的方法,痰标本必须合格,才有临床指导意义。2022 年和 2023 年细菌检出率均较低的前提下,病毒性肺炎和肺炎支原体肺炎的比例在 2023 年都有所增加,尤其是支原体肺炎。研究表明,在严格的防疫政策取消后,CAP 儿童的数量明显增加。患儿临床症状加重,病原菌检出率明显升高,尤其是肺炎支原体[11]。流行病学调查结果显示,2019 冠状病毒病大流行后,MPP 年发病率较高,10 月达到疫情高峰,与前冠状病毒病时代相比,季节性延迟了两个月。在世界其他国家肺炎支原体的死灰复燃被认为是由于人口易感性增加以及加强的公共卫生措施的放松,或者病原菌的耐药性及变异性增强。大流行后,感染 CAP 的儿童人数明显增加,特别是肺炎支原体肺炎,中国一项研究表明,2023 年感染儿童的症状更为严重[12],由于该研究为单中心,具有一定的局限性。

mNGS 对于病原体诊断的临床价值。基于病原体检测的准确诊断对于患者治疗至关重要。传统的基于培养的检测方法通常无法识别不可培养或难培养的病原体,并且容易受到经验性抗生素治疗的影响。作为一种快速和非靶向的技术,宏基因组下一代测序(mNGS)具有研究样品中病原体的整个景观的潜力。随着 mNGS 越来越多地用于传染病诊断,它通过识别传统检测遗漏的病原体而影响了临床治疗策略。mNGS 在复杂呼吸道样本病原体检测中的应用仍处于早期阶段,但它有望为未充分研究的患者人群提供病因学和流行病学信息,这对早期预防和治疗具有重要意义。mNGS 用于重症肺炎患儿 PICU 的病原体检测。mNGS 在重症肺炎患儿中鉴定出 78 种潜在病原体,检出率高达 97.61%。主要病原菌为 RSV、金黄色葡萄球菌和鼻病毒。合并感染发生率高(58.96%),以细菌病毒感染为主[6]。12 种病原体的检出率在不同年龄的儿童中存在差异,呼吸道病毒的活性在疫情爆发前后存在差异。病毒最常见于患有严重肺炎的儿童。RSV 是主要的致病病毒,其次是鼻病毒。解脲支原体、小脲支原体和沙眼衣原体仅在 1 岁以下儿童中发现。这些以前无法通过常规诊断测试识别的微生物,越来越多地被认为是新生儿的病原体。脲原体和支原体感染可从母亲垂直传播给孩子,并被证明与孕妇早产、胎盘炎症和新生儿呼吸系统疾病有关。与传统方法相比,mNGS 的快速检测速度和大范围检测能力使其成为常规诊断的有吸引力的选择。虽然各种病原体检测试剂盒可用于呼吸道病原体检测,但它们受到预先假定的病原体的限制,而 mNGS 可以在一次检测中识别未知或新的病原体。与 PCR 检测不能反映病原体活性状态不同,mNGS 能够同时检测 DNA 和 RNA,从而更全面地了解被检测病原体。流感病毒和腺病毒的活性在新冠肺炎大流行期间明显下降。

4. 文献评述

COVID-19 大流行前基线显示,由于病毒及细菌在不同年龄的儿童中分布优势不同,4 岁之前及 7 岁和 18 岁时,病毒感染、细菌感染和支原体感染最常见,儿童单种病原体感染率最高也出现在 4 岁之前,呼吸道病毒、鼻病毒和人偏肺病毒是 CAP 中最常见的病毒。

大流行期间的病原谱抑制现象。SP(肺炎链球菌)、SA(金黄色葡萄球菌)、HI(流感嗜血杆菌)、RSV(呼吸道合胞病毒)等病原体检测阳性率和阳性率均明显下降,甲型流感病毒、乙型流感病毒和支原体。SP 仍然是儿童 CAP 最重要的细菌病原体。新型冠状病毒肺炎限制措施对 SP 的流行没有实质性影响。

2019 冠状病毒肺炎(COVID-19)公共卫生限制措施期间及之后社区获得性肺炎(CAP)住院患儿病原菌分布及流行病学变化。检出的病原体包括肺炎链球菌(SP)、金黄色葡萄球菌(SA)、流感嗜血杆菌(HI)、呼吸道合胞病毒(RSV)、A 型流感病毒(Flu A)、B 型流感病毒(Flu B)和肺炎支原体(MP)。由于影像学特征仍是肺炎诊断的金标准,与 COVID 前组相比,COVID 后组斑片状阴影、右肺及右上叶病变、单叶感染发

生率较高, 纹理增厚、实变、双肺受累、左、右下叶病变、多叶感染发生率较低。肺炎流行的季节性, 与许多其他呼吸道病原体感染一样, 在该地区易受公共卫生干预措施的影响, 例如在 COVID-19 大流行期间实施旅行限制和强制性口罩。这些措施极大地扰乱了呼吸道病原体感染的季节性高峰, 一旦这些措施被取消, 就会导致后 COVID 时代的“淡季”“跷跷板”和“激增”模式。在 COVID-19 大流行之前, 呼吸道病原体表现出明显的季节性模式: SA 感染在秋季和冬季达到高峰; RSV、Flu A 和 Flu B 在冬季和春季更活跃, 而 MP 在所有季节都显示出高检出率。随着公共卫生限制的放松, 季节性模式逐渐恢复到大流行前的状态。

大流行后的病原体反弹与变迁。一项研究表明, 感染 CAP 的儿童人数明显增加, 特别是肺炎支原体肺炎, 2023 年感染儿童的症状更为严重。在 CAP 常见病原菌中, 肺炎支原体阳性率显著高于其他年份($P < 0.001$)。同样的情况不仅发生在中国其他地区, 而且发生在世界其他国家肺炎支原体的死灰复燃被认为是由于人口易感性增加以及加强的公共卫生措施的放松, 一个主流的解释即所谓的“免疫缺口”[13]。根据我们的研究, 在 COVID-19 大流行期间, 当采取加强的公共卫生措施时, 常见呼吸道病原体引起的这些疾病的平均病例数明显下降, 而在大流行之后, 当没有采取措施时, 这些疾病的平均病例数出现反弹。

参考文献

- [1] Krishnan, M.K. (2023) Clinical and Bacteriological Profile of Community Acquired Pneumonia in Hospitalized Children. *Bioinformation*, **19**, 781-785. <https://doi.org/10.6026/97320630019781>
- [2] 张丽娜, 曹玲. 儿童社区获得性肺炎的病原学研究进展及现状[J]. 中国医刊, 2023, 58(8): 824-829.
- [3] 宋建刚, 郭惠敏, 庞随军, 李元霞, 薛峥峰. 儿童社区获得性肺炎的临床特征分析[J]. 延安大学学报, 2022, 20(4): 97-100.
- [4] Awasthi, S., Pandey, A.K. and Mishra, S. (2023) Identifying Risk of Death in Children Hospitalized with Community-Acquired Pneumonia. *Bulletin of the World Health Organization*, **101**, 281-289. <https://doi.org/10.2471/blt.22.289000>
- [5] Mao, S. and Wu, L. (2024) Coinfection of Viruses in Children with Community-Acquired Pneumonia. *BMC Pediatrics*, **24**, Article No. 457. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-04939-0>
- [6] Zhao, J., Xu, M., Tian, Z. and Wang, Y. (2025) Clinical Characteristics of Pathogens in Children with Community-Acquired Pneumonia Were Analyzed via Targeted Next-Generation Sequencing Detection. *PeerJ*, **13**, e18810. <https://doi.org/10.7717/peerj.18810>
- [7] Li, M., Wang, J., Yao, Z., Liao, H., Su, S., Yang, X., *et al.* (2023) Metagenomic-Based Pathogen Surveillance for Children with Severe Pneumonia in Pediatric Intensive Care Unit. *Frontiers in Public Health*, **11**, Article 1177069. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1177069>
- [8] Arbo, A., Lovera, D. and Martínez-Cuellar, C. (2019) Mortality Predictive Scores for Community-Acquired Pneumonia in Children. *Current Infectious Disease Reports*, **21**, Article No. 10. <https://doi.org/10.1007/s11908-019-0666-9>
- [9] Guo, Y., Yang, D., Cao, Y., Ding, X., Chen, L., Huo, B., *et al.* (2024) Influence of COVID-19 Public Health Restrictions on Community-Acquired Pneumonia Pathogens in Children in Henan, China: A Multicenter Retrospective Study. *BMC Infectious Diseases*, **24**, Article No. 1381. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-10268-5>
- [10] Aguilera-Alonso, D., Sánchez-Cañete, J., Ventura McArdle, L., del Rosal, T., Sanz Santaefemia, F.J., Soto, B., *et al.* (2024) Impact of the COVID-19 Pandemic on Pediatric Bacterial Community-Acquired Pneumonia: A Multicenter Retrospective Study in Madrid, Spain. *Pediatric Infectious Disease Journal*, **44**, 151-153. <https://doi.org/10.1097/inf.0000000000004586>
- [11] Chi, J., Tang, H., Wang, F., Wang, Y. and Chen, Z. (2024) Surge in Mycoplasma Pneumoniae infection and Respiratory Viruses Co-Infection in Children with Community-Acquired Pneumonia in the Post-Pandemic. *Pediatric Health, Medicine and Therapeutics*, **15**, 279-288.
- [12] Martin, B., DeWitt, P.E., Russell, S., Haendel, M., Sanchez-Pinto, N., Albers, D.J., *et al.* (2024) The Recent Increase in Invasive Bacterial Infections: A Report from the National COVID Cohort Collaborative. *Pediatric Infectious Disease Journal*, **44**, 217-227. <https://doi.org/10.1097/inf.0000000000004575>
- [13] Phi, D.L., To, M.M., Le, K.D., Pham, T.D., Vu, C.T., Duong, K.L., *et al.* (2024) Commentary: Adenovirus and Mycoplasma Pneumoniae Co-Infection as a Risk Factor for Severe Community-Acquired Pneumonia in Children. *Frontiers in Pediatrics*, **12**, Article 1464813. <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1464813>