

# 呼吸系统相关疾病流行前后儿童呼吸道合胞病毒诊疗进展

郑世凤<sup>1,2,3,4,5</sup>, 闫 莉<sup>1,2,3,4,5\*</sup>

<sup>1</sup>重庆医科大学附属儿童医院呼吸科, 重庆

<sup>2</sup>国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 重庆

<sup>3</sup>儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 重庆

<sup>4</sup>儿童发育重大疾病国家国际科技合作基地, 重庆

<sup>5</sup>儿科学重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2026年3月8日; 录用日期: 2026年4月2日; 发布日期: 2026年4月9日

## 摘要

呼吸系统相关疾病大流行重塑了全球公共卫生格局, 并对儿童呼吸道合胞病毒(RSV)的流行病学、检测技术、治疗策略及预防管理产生了直接或间接的影响。本综述系统整合最新循证证据, 揭示了流行前后儿童RSV流行呈现的“消失-延迟-超量反弹”三阶段。同时, 呼吸系统相关疾病大流行推动了多重呼吸道病毒PCR及宏基因组测序的广泛应用。目前RSV治疗仍以支持治疗为主导, 但高流量鼻导管氧疗与无创通气使用上升、有创机械通气需求下降, 提示呼吸支持策略持续优化。RSV预防实现了从“小众高危保护”到“普遍覆盖防护”的跨越。然而当前仍面临免疫债消退规律的动态演变尚待量化、长效抗体对婴幼儿免疫发育的长期影响尚需评估、mRNA疫苗安全性需进一步验证, 且中低收入国家的预防可及性等挑战。本文系统梳理呼吸系统相关疾病大流行对儿童RSV感染在流行病学、检测、治疗及预防策略的影响, 为理解RSV防控的代际演进及后续呼吸道病毒感染的精准防控提供理论框架与科学依据。

## 关键词

呼吸系统相关疾病大流行, 呼吸道合胞病毒, 流行病学, 免疫预防

# Advancements in Pediatric Respiratory Syncytial Virus Diagnosis and Treatment before and after the Respiratory Disease Pandemic

Shifeng Zheng<sup>1,2,3,4,5</sup>, Li Yan<sup>1,2,3,4,5\*</sup>

\*通讯作者。

文章引用: 郑世凤, 闫莉. 呼吸系统相关疾病流行前后儿童呼吸道合胞病毒诊疗进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 1908-1915. DOI: 10.12677/acm.2026.1641432

<sup>1</sup>Department of Respiratory, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

<sup>2</sup>National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Chongqing

<sup>3</sup>Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing

<sup>4</sup>China International Science and Technology Cooperation Base of Child Development and Critical Disorders, Chongqing

<sup>5</sup>Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing

Received: March 8, 2026; accepted: April 2, 2026; published: April 9, 2026

## Abstract

The respiratory disease pandemic has reshaped global public health, directly and indirectly impacting pediatric Respiratory Syncytial Virus (RSV) epidemiology, detection, treatment, and prevention. This review synthesizes recent evidence, revealing a three-phase pattern in pediatric RSV epidemics before and after the pandemic: "disappearance, delay, and rebound surge." The pandemic accelerated the adoption of multiplex PCR and metagenomic sequencing. Currently, RSV treatment remains primarily supportive, but trends in respiratory support—increased use of high-flow nasal cannula and non-invasive ventilation, decreased invasive mechanical ventilation—indicate evolving strategies. RSV prevention has advanced from targeted protection for high-risk groups to universal coverage. However, challenges persist: quantifying immunity debt dynamics, assessing long-term effects of long-acting antibodies on infant immune development, verifying mRNA vaccine safety, and improving access in low- and middle-income countries. This review systematically examines the pandemic's impact on pediatric RSV infection across epidemiology, detection, treatment, and prevention, providing a scientific framework for understanding RSV control evolution and precise management of subsequent respiratory viral infections.

## Keywords

Pandemic of Respiratory Diseases, Respiratory Syncytial Virus, Epidemiology, Immunoprophylaxis

Copyright © 2026 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. 引言

儿童呼吸道合胞病毒(Respiratory Syncytial Virus, RSV)是5岁以下儿童最常见的呼吸道感染病原体之一。据全球报告,它每年造成约3300万次呼吸道感染,导致约360万名5岁以下儿童住院治疗,近10万人死亡[1]。由于儿童RSV感染率高,起病隐匿且进展迅速,感染后导致反复喘息及哮喘风险增高[2],给家庭和社会造成了巨大的疾病负担。

RSV的活动规律因地区气候而异:温带地区呈季节性流行,北半球高峰在11月至2月,南半球在5月至8月;热带地区则在雨季达到高峰[1]。呼吸系统相关疾病大流行下采取的非药物干预措施(Non-Pharmaceutical Interventions, NPIs)改变了RSV的季节性,并影响了儿童RSV的住院率[1][3]。目前RSV感染以支持治疗为主,因抗病毒药物疗效有限或存在潜在毒性,因此RSV管理关键在于预防。鉴于RSV的重要性和相关研究进展,本文综述呼吸系统相关疾病大流行对儿童RSV感染在流行病学、病毒检测、治疗及预防策略方面的影响,以期理解RSV防控的代际演进及后续的精准防控提供系统框架与科学依据。

## 2. 呼吸系统相关疾病大流行对儿童 RSV 流行病学的影响

### 2.1. 季节性紊乱与反常流行高峰

全球多国监测数据显示, 呼吸系统相关疾病大流行扰乱了儿童 RSV 的季节性流行规律, 呈现典型的“消失-延迟-超量反弹”三阶段。在“消失”阶段, 严格的 NPIs 导致 RSV 活动急剧下降: 2020 年全球范围内 RSV 检出率从流行前的 9.4% 下降至 2.8% [4], 英格兰冬季确诊病例减少 99.5% [5]。随着防控放松, RSV 活动进入“延迟”阶段, 流行高峰发生偏移: 2021 年春夏季成为新流行期, 英格兰 RSV 流行高峰于夏季出现[5], 澳大利亚出现反季节性爆发[6]。值得注意的是, 这种紊乱具有全球普遍性, 中国南方地区既往冬季流行模式转变为 2023 年 4 月~5 月高峰[7]。在“超量反弹”阶段, 提示解除限制后 RSV 活动激增: 2021~2022 年期间, 英格兰夏季确诊病例增加 1258.3% [5], 中国 2023 年 4 月~5 月 RSV 阳性率高达 39.9% [8]。上述动态的核心归因于“免疫债”现象: 流行期间 NPIs 抑制了 RSV 等包膜病毒的传播, 导致婴幼儿缺乏病毒暴露, 保护性免疫反应缺失[9]。具体而言, 缺乏病毒暴露使母体保护性抗体传递受阻, 育龄妇女和婴儿体内抗体水平下降, 形成大量易感人群[6] [10] [11]。防控解除后, 积累的易感婴幼儿极易感染, 不仅引发病例超量反弹, 还改变了感染年龄结构[8]。

### 2.2. 年龄分布上移与高危人群的变化

流行病学的改变还体现在感染人群年龄分布的上移。呼吸系统相关疾病大流行后, RSV 感染住院患儿的中位年龄普遍增大: 卡塔尔地区流行后患儿中位年龄(10.5 个月)高于流行前(7 个月)和流行期间(8.6 个月) [9]; Ozeki 等发现限制解除后, 2~5 岁 RSV 病例比例从 18.6% 增至 29.8%, 提示大龄儿童积累了大量易感人群[12]。高危人群构成亦发生变迁。经典高危因素如早产和先天性心脏病的相对权重发生改变: Ren 等发现具有基础疾病的患儿比例从流行前的 12.9% 降至流行期间的 7.6%, 其中早产儿从 8.9% 降至 6.5%, 先天性心脏病患儿从 2.4% 降至 0.8% [12]。Chaiut 等则指出先天性心脏病和肺部疾病仍是主要基础疾病[13]。值得注意的是, 尽管 RSV 患儿年龄分布上移, 疾病严重程度的变化呈现异质性。部分研究观察到 RSV 感染患儿的临床表现严重程度有所减轻, 推测与较大年龄儿童拥有更成熟的免疫调节机制有关 [13]。亦有证据表明, 住院患儿中既往健康者比例升高。这与“免疫债”假说相符, 流行期间缺乏暴露导致易感儿童向年龄较大且既往健康的群体转移[14] [15]。

### 2.3. 病原体共循环格局

呼吸系统相关疾病大流行重塑了儿童呼吸道病毒的共循环生态, RSV 与其他病原体的检出率动态关系发生变化。流行前后 RSV 共感染率呈现差异性特征: 部分研究观察到流行前后共感染比例保持稳定 [16], 而另一项研究发现 2022 年共感染率达 16.7%, 而 2019 年未检出[17]。这种差异可能源于区域特征或检测方法异质性, 但总体表明共感染谱系发生重构。这一变化对临床识别与管理产生实质性影响。证据表明, 共感染改变了疾病表型分布, 肺炎发生率与 RSV 共感染呈正相关, 尤其伴随鼻病毒、博卡病毒或腺病毒检出时更为明显; 而毛细支气管炎主要见于 RSV 单一感染[18]。值得注意的是, 尽管 2020~2021 年 NPIs 实施期间 RSV 阳性率下降, 但 2022 年干预放宽后出现结构性反弹, 病例数激增, 且无基础疾病患儿比例上升[16], 提示 RSV 感染正向健康儿童群体扩散, 改变了高危人群的临床管理重心。

“免疫债”假说虽直观解释了大流行后 RSV 的异常反弹, 但难以涵盖所有复杂的流行病学现象。首先, 该理论更多基于传播模型推演, 尚缺乏大规模、长周期的血清学数据以精确量化不同年龄人群抗体下降水平与后续病例反弹之间的关系。其次, 单纯用易感人群累积无法解释 RSV 流行毒株的快速更替。全球多中心研究显示, 大流行后 80% 地区由 RSV-A 主导, 扭转了肯尼亚和巴西地区原有的 RSV-B 格局[19]; 但意

大利却出现新的 B 亚型毒株, 被认为当地 RSV 激增主因[20]。这种区域差异或反映不同亚型在进化压力下的分化趋势。研究发现, 大流行期间 RSV 的 BA9 基因型(B 亚型)出现 N296Y 等突变, ON1 基因型(A 亚型)检出 L226I 突变[10], 证实病毒正持续发生基因变异。此外, 新生儿因母亲孕期缺乏 RSV 自然暴露, 通过胎盘传递的抗体水平可能下降, 使其比预期更早进入免疫空窗期。综上所述, 大流行后 RSV 流行模式的改变, 并非单一机制所致, 而是“免疫债”积累、病毒变异更替与宿主免疫特征差异等因素共同作用的结果。

### 3. 儿童 RSV 病毒检测策略泛化与精细化

呼吸系统相关疾病大流行期间, 病毒检测的广泛实施推动了多重呼吸道病毒核酸检测技术(如 mNGS 和多重 PCR)的普及应用。研究显示, 毛细支气管炎患儿的整体病毒检测率从流行前的 36%提升至流行早期的 65%和后期的 67%, 联合病毒检测的比例同步升高, 而 RSV 的单一检测比例保持相对稳定[21]。这一检测策略的转变对临床诊疗产生了实质性影响。在抗生素管理方面, 以 mNGS 和多重 PCR 为代表的快速病原体检测使临床能及早明确 RSV 感染, 减少因无法排除细菌感染而经验性使用抗生素。日本研究发现, 大流行期间住院 RSV 患儿的抗生素使用率从 45.1%降至 34.4%; 约旦研究同样证实流行后 RSV 住院患儿抗生素使用率显著低于流行前, 且重症下呼吸道感染发生率下降[22]。同时, 检测技术的普及也提升了对非典型病例的识别能力, 多重 PCR 应用揭示了既往被低估的病毒共感染模式, RSV 与鼻病毒共感染最常见, 亦可检出与腺病毒等合并感染[22], 拓展了临床对 RSV 感染谱的认知。然而, 联合检测扩大也可能带来不必要的医疗成本增加, 如何在技术优势与资源合理配置间取得平衡, 仍需进一步探索。

在精细化检测层面, mNGS 技术通过检测支气管肺泡灌洗液中的 RSV 序列数据评估病情。Tan 等发现重症 RSV 肺炎组的序列数高于非重症组, 且序列数与儿科危重评分呈负相关, 与 IL-6、IL-10 等炎症因子水平正相关, 联合检测这些因子可实现高精度重症诊断[23], 为临床病情评估与精准干预提供了重要依据。

## 4. 儿童 RSV 治疗策略

### 4.1. 支持治疗的主导地位

在儿童 RSV 感染临床治疗中, 支持治疗始终占据核心地位, 包括氧疗、维持水电解质平衡、营养支持等, 避免不必要的抗生素、类固醇等治疗。这些措施对于管理轻中度感染和防止发展为重症至关重要。Masoom 等发现大流行后的 RSV 流行季住院患儿需要呼吸支持的比例上升, 其中无创通气如双水平气道正压通气(BIPAP)的使用率明显增加, 而需气管插管的患儿比例下降, 同时住院及 ICU 停留时间均缩短[24]。类似地, Winthrop 等发现 2022 至 2023 年需要高级呼吸支持的患儿总数增加, 其中高流量鼻导管氧疗(HFNC)的使用几乎翻倍, 无创通气(NIV)增加 47.1%, 但接受有创机械通气(IMV)的比例下降; 值得注意的是, 需要 HFNC 或 NIV 支持的患儿年龄增大且合并症的比例降低, 表明更多既往健康的大龄儿童需要呼吸支持[14]。HFNC 的应用优化进一步强化了其在减少住院时间和有创通气需求方面的价值, 为支持治疗的实践改进提供了依据[25]。

### 4.2. 特异性治疗

儿童 RSV 感染在特异性治疗领域长期面临缺位, 目前尚无获批的抗 RSV 小分子药物[26], 临床治疗主要依赖氧疗等支持疗法[2]。唯一被美国食品药品监督管理局(FDA)批准的利巴韦林属核苷类似物, 其有效性及安全性证据不足, 仅限用于高危患儿和严重病例[1]。在临床实践中, 由于缺乏特异性抗病毒方案, 如考虑合并有细菌感染, 医生常经验性使用抗生素, 数据显示 66.23%的 RSV 阳性患儿接受联合抗生素治疗, 但血液培养多为阴性且炎症标志物无显著升高, 表明抗生素缺乏针对性且无法有效改善下呼吸

道感染结局[27]。因此必须将解决 RSV 有效疗法的迫切需求作为全球公共卫生的首要任务。

## 5. RSV 预防手段的里程碑式突破

### 5.1. 非药物干预(NPIs)的再认识

呼吸系统相关疾病大流行期间,戴口罩、勤洗手、保持社交距离等非药物干预措施(NPIs),不仅有效遏制了病毒的传播,更意外证实了其对 RSV 的防控价值:有研究表明,流行期间戴口罩能阻断 RSV 飞沫传播,勤洗手可减少接触传播风险,全球 RSV 感染率下降(最高达 70%~90%) [28]。大流行后,各国公共卫生机构进一步明确了 NPIs 在 RSV 预防中的核心辅助地位[29]。WHO 及各国疾控中心将 NPIs 纳入 RSV 流行季核心防控策略[30]。针对儿科特殊性,指南明确:RSV 高发季,6 月龄以下婴儿的看护人应全程佩戴口罩;托幼机构执行晨午检;儿科诊室设置专用区,接触婴儿前严格洗手。这些措施逐渐让 NPIs 从应急手段转变为 RSV 常态化预防的重要组成部分,为后续主动免疫手段的落地提供了基础保障。

### 5.2. 单克隆抗体

单克隆抗体是 RSV 被动免疫预防的核心手段,其发展实现了从“小众高危保护”到“普遍覆盖防护”的转变,核心标志是从 Palivizumab (帕利珠单抗)到长效制剂的技术革新。Palivizumab 于 1998 年获批,通过识别 F 蛋白抗原表位 II 抑制病毒入侵,主要适用于早产、先天性心脏病、慢性肺部疾病等高危群体 [30]。但该药需在 RSV 流行季每月注射一次(需 5 次左右),依从性要求高,且成本高昂,仅能覆盖 10% 左右的高危婴儿,无法惠及普通健康婴儿[30]。因此,帕利珠单抗始终局限于“小众高危群体”,未能实现 RSV 预防普及化。

2023 年以来, Nirsevimab (尼塞韦单抗)和 Clesrovimab (克莱罗韦单抗)的相继获批,彻底打破了这一僵局。Nirsevimab 作为全球首个婴幼儿长效 RSV 单抗,靶向 RSV F 蛋白融合前构象,对 A、B 亚型均有强中和能力,有效规避变异风险[31]。其半衰期长达 63~73 天,单次注射即可提供整个流行季保护,将 RSV 相关下呼吸道感染风险降低 74.5%,住院风险降低 62.1% [1]。2025 年获批的 Clesrovimab 同样具备“单次注射、全程防护”特点[31],与尼塞韦单抗形成互补。有研究指出两款长效单抗的适用人群已扩展至所有进入首个 RSV 流行季的婴儿(<8 月龄),以及第二个 RSV 流行季的高危儿童(≤19 月龄),实现高危与健康群体的全面覆盖[32]。这标志着 RSV 预防从“小众高危保护”走向“普遍覆盖防护”,既降低就医负担、提升家长接受度,又可减少住院率及重症引发的长期健康风险[33]。目前,尼塞韦单抗已在多国纳入免疫规划,我国也已获批上市,可及性正逐步提升[34]。

### 5.3. 疫苗时代的开启

如果说单克隆抗体实现了被动免疫的普惠化,那么母体 RSV 疫苗的获批,则标志着 RSV 预防进入主动免疫的全新时代。母婴免疫策略通过“母体接种、胎儿获益”模式,为新生儿提供“出生即有”的保护,与长效单抗形成互补,优化了预防资源配置。2023 年首款针对孕晚期孕妇的 RSV preF 疫苗(如 Abrysvo)先后获美国 FDA、欧洲 EMA 批准,成为全球首个用于母婴免疫的 RSV 疫苗[32]。该疫苗能诱导母体产生高水平的特异性抗体并通过胎盘高效传递给胎儿[35]。研究显示,该疫苗在婴儿出生后 90 天内预防婴儿严重 RSV 相关下呼吸道疾病的效力为 81.1%~81.8% [31] [36],至 180 天时效力维持在 69.4%~70.0% [32] [35],保护效果显著。

母婴免疫策略的推广,不仅为新生儿提供了“出生即有”的保护,更优化了 RSV 预防资源配置。根据美国 CDC 及 WHO 2025 年最新指南,若母亲在孕晚期规范接种 RSV preF 疫苗,且分娩距离接种时间 ≥ 14 天,则大多数健康新生儿无需再注射单抗;仅需针对抗体传递不足的高危新生儿(包括母亲未接种、

接种 14 天内分娩, 以及早产、低出生体重儿等)补充接种[37][38]。该策略既降低了新生儿接种负担, 又避免了单抗过度使用, 实现了“主动免疫为主、被动免疫补充”的科学防控模式。

目前, RSV preF 疫苗已在全球多国推广应用, 随着母婴免疫策略落地, 将与长效单克隆抗体形成协同防护, 进一步扩大 RSV 预防覆盖范围, 推动 RSV 预防从“被动应对”向“主动防控”的深度转型, 为全球婴幼儿呼吸道健康提供更坚实的保障。

## 6. 总结

呼吸系统相关疾病大流行对儿童呼吸道合胞病毒的诊疗生态产生了直接或间接的系统性、结构性的深远影响。在流行病学层面, 大流行通过 NPIs 驱动了“消失 - 延迟 - 超量反弹”三阶段。该过程的核心机制为“免疫债”, 即病毒传播抑制导致婴幼儿缺乏自然暴露, 母体抗体传递中断, 形成易感人群, 引发季节性紊乱及年龄分布上移等。在检测技术层面, 推动了多重 PCR 及 mNGS 的普及, 不仅实现精准鉴别, 更通过评估病毒载量与炎症谱, 实现重症风险分层。在治疗策略层面, 支持治疗仍为主导, 但模式发生了优化: HFNC 与 NIV 使用率上升, 有创通气减少, 住院时长缩短; 然而特异性抗病毒治疗长期缺位, 经验性抗生素使用率高达 66.23%, 凸显治疗的循证缺口。在预防管理层面, 实现从“小众高危保护”到“普遍覆盖防护”的跨越: 长效单抗(nirsevimab 和 Clesrovimab)与母体疫苗 RSV preF 构成双轨并行的全人群免疫基础, 但亦面临突破性感染、疫苗安全性在评估及低收入国家可及性等现实挑战。综上, 呼吸系统相关疾病大流行作为一次大规模自然实验, 既暴露了 RSV 防控体系的脆弱性, 也加速了诊疗范式的革新。未来研究需聚焦于免疫债消退规律的动态建模、广谱中和策略及长效干预对婴幼儿免疫发育的长期影响、同时推动适用于资源有限地区的低成本、常温稳定型单剂量预防方案的转化落地。

## 参考文献

- [1] Asseri, A.A. (2025) Respiratory Syncytial Virus: A Narrative Review of Updates and Recent Advances in Epidemiology, Pathogenesis, Diagnosis, Management and Prevention. *Journal of Clinical Medicine*, **14**, Article 3880. <https://doi.org/10.3390/jcm14113880>
- [2] 中国医药教育协会儿科专业委员会, 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 中国医师协会呼吸医师分会儿科呼吸工作委员会, 等. 中国儿童呼吸道合胞病毒感染诊疗及预防指南(2024 医生版) [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2024, 39(10): 723-732.
- [3] Leija-Martínez, J.J., Esparza-Miranda, L.A., Rivera-Alfaro, G. and Noyola, D.E. (2024) Impact of Nonpharmaceutical Interventions during the COVID-19 Pandemic on the Prevalence of Respiratory Syncytial Virus in Hospitalized Children with Lower Respiratory Tract Infections: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Viruses*, **16**, Article 429. <https://doi.org/10.3390/v16030429>
- [4] Hu, X., Zhou, Y., Yi, S., Zhang, W., Wang, X., Du, J., et al. (2023) Epidemiological Characteristics of Respiratory Syncytial Virus Infection among Hospitalized Children with Acute Respiratory Tract Infections from 2014 to 2022 in a Hospital in Hubei Province, China: Longitudinal Surveillance Study. *JMIR Public Health and Surveillance*, **9**, e43941. <https://doi.org/10.2196/43941>
- [5] Bardsley, M., Morbey, R.A., Hughes, H.E., Beck, C.R., Watson, C.H., Zhao, H., et al. (2023) Epidemiology of Respiratory Syncytial Virus in Children Younger than 5 Years in England during the COVID-19 Pandemic, Measured by Laboratory, Clinical, and Syndromic Surveillance: A Retrospective Observational Study. *The Lancet Infectious Diseases*, **23**, 56-66. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(22\)00525-4](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(22)00525-4)
- [6] Eden, J., Sikazwe, C., Xie, R., Deng, Y., Sullivan, S.G., Michie, A., et al. (2022) Off-Season RSV Epidemics in Australia after Easing of COVID-19 Restrictions. *Nature Communications*, **13**, Article No. 2884. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30485-3>
- [7] 周文静, 裴桂英, 姜赤秋. 免疫债下儿童呼吸道合胞病毒感染的临床分析[J]. *武汉大学学报(医学版)*, 2024, 45(10): 1239-1244.
- [8] Gu, Q., Lai, G., Lai, Z. and Lai, G. (2025) Longitudinal Analysis of Respiratory Syncytial Virus in Children during and after COVID-19 Pandemic in China: Shifts in Seasonality and Disease Burden. *Journal of Epidemiology and Global Health*, **15**, Article No. 145. <https://doi.org/10.1007/s44197-025-00488-6>

- [9] Abushahin, A., Toma, H., Alnaimi, A., Abu-Hasan, M., Alneirab, A., Alzoubi, H., *et al.* (2024) Impact of COVID-19 Pandemic Restrictions and Subsequent Relaxation on the Prevalence of Respiratory Virus Hospitalizations in Children. *BMC Pediatrics*, **24**, Article No. 91. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-04566-9>
- [10] Hou, M., Liu, G., Meng, C., Dong, L., Fang, Y., Wang, L., *et al.* (2024) Circulation Patterns and Molecular Characteristics of Respiratory Syncytial Virus among Hospitalized Children in Tianjin, China, before and during the COVID-19 Pandemic (2017-2022). *Virologica Sinica*, **39**, 719-726. <https://doi.org/10.1016/j.virs.2024.07.004>
- [11] Ozeki, S., Kawada, J., Yamashita, D., Yasufuku, C., Akano, T., Kato, M., *et al.* (2022) Impact of the Coronavirus Disease 2019 Pandemic on the Clinical Features of Pediatric Respiratory Syncytial Virus Infection in Japan. *Open Forum Infectious Diseases*, **9**, ofac562. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofac562>
- [12] Ren, L., Lin, L., Zhang, H., Wang, Q., Cheng, Y., Liu, Q., *et al.* (2023) Epidemiological and Clinical Characteristics of Respiratory Syncytial Virus and Influenza Infections in Hospitalized Children before and during the COVID-19 Pandemic in Central China. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, **17**, e13103. <https://doi.org/10.1111/irv.13103>
- [13] Chaiut, W., Sapbamrer, R., Dacha, S., Sudjaritruk, T., Parwati, I., Sumarpo, A., *et al.* (2023) Characteristics of Respiratory Syncytial Virus Infection in Hospitalized Children before and during the COVID-19 Pandemic in Thailand. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, **56**, 212-220. <https://doi.org/10.3961/jpmph.23.019>
- [14] Winthrop, Z.A., Perez, J.M., Staffa, S.J., McManus, M.L. and Duvall, M.G. (2024) Pediatric Respiratory Syncytial Virus Hospitalizations and Respiratory Support after the COVID-19 Pandemic. *JAMA Network Open*, **7**, e2416852. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.16852>
- [15] Sabeena, S., Ravishankar, N., Robin, S. and Pillai, S. (2023) The Impact of Coronavirus Disease 2019 Pandemic on Bronchiolitis (lower Respiratory Tract Infection) Due to Respiratory Syncytial Virus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Indian Journal of Public Health*, **67**, 284-291. [https://doi.org/10.4103/ijph.ijph\\_1334\\_22](https://doi.org/10.4103/ijph.ijph_1334_22)
- [16] Gashgarey, D., Alsuhaibani, M., Alhuthil, R., Alhabshan, H., Alabdulqader, A., Badran, R., *et al.* (2024) Evolving Epidemiology of Pediatric Respiratory Syncytial Virus (RSV) Cases around COVID-19 Pandemic: Impact and Clinical Insights, Retrospective Cohort Study. *Journal of Epidemiology and Global Health*, **14**, 319-326. <https://doi.org/10.1007/s44197-024-00218-4>
- [17] AlBahrani, S., Alotaibi, T.O., Alqahtani, J.S., AlZahrani, S.J., Sharbini, D.A., AlMuyidi, F.W., *et al.* (2024) The Impact of Non-Pharmacologic Interventions on Respiratory Syncytial Virus Hospitalization during the COVID-19 Pandemic: A Retrospective Study from Saudi Arabia. *Journal of Infection and Public Health*, **17**, 96-101. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2023.11.010>
- [18] Di Maio, V.C., Scutari, R., Mastropaolo, M., Colagrossi, L., Linardos, G., Coltella, L., *et al.* (2025) Viral Burden of Respiratory Syncytial Virus and Viral Coinfections as Factors Regulating Paediatric Disease Severity. *Viruses*, **17**, Article 1236. <https://doi.org/10.3390/v17091236>
- [19] Holmdahl, I., Bents, S.J., Baker, R.E., Casalegno, J., Trovão, N.S., Park, S.W., *et al.* (2024) Differential Impact of COVID-19 Non-Pharmaceutical Interventions on the Epidemiological Dynamics of Respiratory Syncytial Virus Subtypes A and B. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 14527. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64624-1>
- [20] Pierangeli, A., Midulla, F., Piralla, A., Ferrari, G., Nenna, R., Pitrolo, A.M.G., *et al.* (2024) Sequence Analysis of Respiratory Syncytial Virus Cases Reveals a Novel Subgroup -B Strain Circulating in North-Central Italy after Pandemic Restrictions. *Journal of Clinical Virology*, **173**, Article ID: 105681. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2024.105681>
- [21] Labudde, E.J., Walsh, P.S., Lipshaw, M.J. and Kerrey, B.T. (2024) Impact of the COVID-19 Pandemic on Low-Value Testing and Treatment of Bronchiolitis. *Hospital Pediatrics*, **14**, e299-e303. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2024-007751>
- [22] Al-Zayadneh, E., Marie, D., Khraisat, F.A., Musa, S.S., AlSamhori, J.F., Altamimi, D.A., *et al.* (2024) Exploring the Epidemiological Burden of RSV Pre- and Post-Covid-19 Pandemic: A Jordanian Tertiary Hospital Experience. *Journal of International Medical Research*, **52**, 1-12. <https://doi.org/10.1177/03000605241306405>
- [23] Tan, L., He, Z., Liang, Y., Wang, K. and Chen, X. (2025) Correlation Analysis between the Severity of Respiratory Syncytial Virus Pneumonia and the Expression Levels of Inflammatory Cytokines in Bronchoalveolar Lavage Fluid among Infants and Young Children. *Frontiers in Pediatrics*, **13**, Article 1482029. <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1482029>
- [24] Masoom, S.I., Aloisio, G., Camp, E.A., Dunn, J.J. and Meskill, S.D. (2025) Characterizing Respiratory Syncytial Virus (RSV) Infections before and during the COVID-19 Pandemic. *The American Journal of Emergency Medicine*, **87**, 108-112. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2024.11.002>
- [25] Dangor, Z., Madhi, S.A., Zar, H., *et al.* (2024) The Dawn of Preventing Respiratory Syncytial Virus Lower Respiratory Tract Infections in Children. *South African Medical Journal*, **114**, e2582.
- [26] 肖俊杰, 侯风萍, 李雄雄. 呼吸道合胞病毒 mRNA 疫苗的研究进展[J]. 微生物学免疫学进展, 2023, 51(3): 57-63.
- [27] C.S.L., L. (2024) Antibiotic Use in a Co-Infection of Respiratory Syncytial Virus and Pathogenic Bacteria in Children in a Resource-Limited Setting in Northeast Peninsular Malaysia. *Tropical Biomedicine*, **41**, 310-315.

- <https://doi.org/10.47665/tb.41.3.011>
- [28] Gastaldi, A., Donà, D., Barbieri, E., Giaquinto, C., Bont, L.J. and Baraldi, E. (2021) COVID-19 Lesson for Respiratory Syncytial Virus (RSV): Hygiene Works. *Children*, **8**, Article 1144. <https://doi.org/10.3390/children8121144>
- [29] Dallagiacomma, G., Arthur Rhedin, S., Odone, A. and Alfvén, T. (2024) A Comparative Analysis of Non-Pharmaceutical Interventions for Preventing the Respiratory Syncytial Virus in 30 European Countries. *Acta Paediatrica*, **113**, 1388-1395. <https://doi.org/10.1111/apa.17199>
- [30] Mazur, N.I., Terstappen, J., Baral, R., Bardaji, A., Beutels, P., Buchholz, U.J., *et al.* (2023) Respiratory Syncytial Virus Prevention within Reach: The Vaccine and Monoclonal Antibody Landscape. *The Lancet Infectious Diseases*, **23**, e2-e21. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(22\)00291-2](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(22)00291-2)
- [31] Kelleher, K., Subramaniam, N. and Drysdale, S.B. (2025) The Recent Landscape of RSV Vaccine Research. *Therapeutic Advances in Vaccines and Immunotherapy*, **13**, 1-19. <https://doi.org/10.1177/25151355241310601>
- [32] Lipp, M.A. and Empey, K.M. (2024) Recent Advances in the Prevention of Respiratory Syncytial Virus in Pediatrics. *Current Opinion in Pediatrics*, **36**, 182-189. <https://doi.org/10.1097/mop.0000000000001336>
- [33] Sayed, M.S., Elgendy, M.A., Gamil, N., Abdullah, H.H., Alhway, A., Ibrahim, R.A., *et al.* (2025) Efficacy and Safety of a Single Dose of Nirsevimab against Respiratory Syncytial Virus Infection in Infants: A Meta-Analysis and Time-To-Event Analysis. *Italian Journal of Pediatrics*, **52**, Article No. 15. <https://doi.org/10.1186/s13052-025-02184-4>
- [34] Mao, X., Hua, X., Wu, C., Ge, X., Zhang, J., Wu, X., *et al.* (2025) A Phase I, Randomized, Placebo-Controlled Trial to Evaluate the Pharmacokinetics, Safety, and Tolerability of Nirsevimab in Healthy Chinese Adults. *Clinical and Translational Science*, **18**, e70095. <https://doi.org/10.1111/cts.70095>
- [35] Montesinos Ramirez, C., Saltigeral Simental, P., Ortiz Ibarra, F.J., Avilés Robles, M.J., Martínez Longoria, C.A., Jiménez-Juárez, R.N., *et al.* (2025) Position Statement of the Mexican Association of Pediatrics on the Immunoprevention of Respiratory Syncytial Virus Infection during Pregnancy and Infancy. *World Journal of Pediatrics*, **22**, 78-93. <https://doi.org/10.1007/s12519-025-00997-1>
- [36] Rice, E., Oakes, D.B., Holland, C., Moore, H.C. and Blyth, C.C. (2023) Respiratory Syncytial Virus in Children: Epidemiology and Clinical Impact Post-covid-19. *Current Opinion in Infectious Diseases*, **36**, 522-528. <https://doi.org/10.1097/qco.0000000000000967>
- [37] Moulia, D.L., Link-Gelles, R., Chu, H.Y., Jamieson, D., Brooks, O., Meyer, S., *et al.* (2025) Use of Clesrovimab for Prevention of Severe Respiratory Syncytial Virus-Associated Lower Respiratory Tract Infections in Infants: Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices—United States, 2025. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, **74**, 508-514. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7432a3>
- [38] 世界卫生组织. 呼吸道合胞病毒(rsv)免疫产品[EB/OL]. [https://www.who.int/zh/news-room/questions-and-answers/item/respiratory-syncytial-virus-\(rsv\)-immunization-products](https://www.who.int/zh/news-room/questions-and-answers/item/respiratory-syncytial-virus-(rsv)-immunization-products), 2026-03-06.