

儿童呼吸道感染病原体特征的研究进展

李源源¹, 冯娜^{2*}

¹延安大学延安医学院, 陕西 延安

²延安大学附属医院儿科, 陕西 延安

收稿日期: 2026年2月28日; 录用日期: 2026年3月23日; 发布日期: 2026年4月1日

摘要

儿童呼吸道感染是儿科临床常见病、多发病, 其感染病原体繁多, 流行特征多样, 对儿童健康和公共卫生构成重要威胁, 是儿科临床工作中的重中之重。本文从主要感染病原体流行病学特征、致病机制、实验室诊断技术及防治策略等方面, 系统性描述了儿童呼吸道感染常见病原体的研究进展。重点梳理肺炎链球菌、呼吸道合胞病毒、腺病毒、流感病毒、鼻病毒、肺炎支原体等优势病原体的流行特征与研究热点, 并总结多重核酸检测、宏基因组测序等分子诊断技术及疫苗、抗感染药物在临床工作中的应用现状。针对当前病原谱的演变、多重混合感染比例增多、抗菌药物不合理使用等问题进行探讨, 为儿童呼吸道感染的临床诊断、规范治疗与综合防控提供参考。

关键词

儿童, 呼吸道感染, 病原体, 病原谱, 研究进展

Research Progress on Pathogen Characteristics of Respiratory Tract Infections in Children

Yuanyuan Li¹, Na Feng^{2*}

¹Yan'an Medical College of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

²Department of Pediatrics, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: February 28, 2026; accepted: March 23, 2026; published: April 1, 2026

Abstract

Pediatric respiratory infections are common and frequently occurring diseases in clinical pediatrics,

*通讯作者。

文章引用: 李源源, 冯娜. 儿童呼吸道感染病原体特征的研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 630-638.

DOI: 10.12677/acm.2026.1641289

characterized by a wide variety of pathogens and diverse epidemiological features, posing significant threats to children's health and public health. They represent a critical focus in pediatric clinical practice. This article systematically reviews the research progress on common pathogens of pediatric respiratory infections, covering aspects such as epidemiological characteristics of major pathogens, pathogenic mechanisms, laboratory diagnostic techniques, and prevention strategies. Particular attention is given to the epidemiological features and research hotspots of predominant pathogens, including *Streptococcus pneumoniae*, respiratory syncytial virus (RSV), adenovirus, influenza virus, rhinovirus, and *Mycoplasma pneumoniae*. The application status of molecular diagnostic techniques such as multiplex nucleic acid testing and metagenomic sequencing, as well as vaccines and anti-infective drugs in clinical practice, is also summarized. The article further discusses current challenges, such as the evolving pathogen spectrum, increasing proportions of mixed infections, and irrational use of antimicrobial agents, providing references for clinical diagnosis, standardized treatment, and comprehensive prevention and control of pediatric respiratory infections.

Keywords

Children, Respiratory Tract Infections, Pathogens, Pathogen Spectrum, Research Progress

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

儿童呼吸道感染是儿科最常见的感染性疾病,根据解剖位置分为上、下呼吸道感染,涵盖了咽喉炎、喉炎、支气管炎、毛细支气管炎、肺炎等多种临床类型,具有发病率高、流行范围广、重症与并发症风险突出等特点。据世界卫生组织统计,5岁以下儿童因急性呼吸道感染每年住院约1.4亿人次,已成为全球儿童死亡的第二大原因重症[1][2]。在中国,呼吸道感染长期占据儿科门诊与住院病因首位,肺炎仍是导致5岁以下儿童死亡的主要感染性疾病之一。

儿童呼吸道解剖生理结构尚未成熟、免疫功能不完善,加之病原体变异、混合感染增多、检测技术迭代及社会行为改变等多重因素影响,其病原谱构成、流行规律与疾病负担持续发生变化。病毒、细菌、非典型病原体可单独或混合感染,临床表现不典型,易造成误诊、漏诊与抗菌药物滥用,进而导致耐药性增加、重症率上升及医疗负担加重。近年来,随着分子诊断技术普及、多中心流行病学研究深入及新型防治手段问世,儿童呼吸道感染的病原学认知与诊疗水平显著提升。本文结合国内外最新指南、专家共识与高质量临床研究,系统综述儿童呼吸道感染病原体的病原学特征、流行病学规律、致病机制、实验室诊断及防治策略研究进展,为临床实践与公共卫生防控提供科学依据。

2. 儿童呼吸道感染主要病原体谱特征

儿童呼吸道感染病原体以病毒为主,细菌与非典型病原体并存,多重混合感染比例日益上升,不同年龄、季节、地区优势病原存在显著差异。

2.1. 常见病毒类病原体

2.1.1. 呼吸道合胞病毒

呼吸道合胞病毒(RSV)是全球婴幼儿急性下呼吸道感染最主要的病毒病原体,也是导致儿童毛细支气管炎、重症肺炎及呼吸衰竭的首要病因,在儿科呼吸道感染疾病中占据核心地位。呼吸道合胞病毒每年

致全球范围内<5岁儿童约360万次住院、10万例死亡,97%死亡发生在中低收入国家[3][4]。RSV属于副黏病毒科肺病毒属,为有包膜单股负链RNA病毒,分为A、B两个基因亚型,可交替流行,该病毒感染患儿机体后免疫保护不完全,儿童可发生多次重复感染[5]。该病毒传染性较强,主要经呼吸道飞沫传播及密切接触传播,几乎所有儿童在2岁前均经历过感染,6月龄以下婴儿、早产儿、先天性心脏病、支气管肺发育不良及免疫低下儿童为重症高危人群,此类人群病情进展快、低氧血症与呼吸衰竭风险显著升高[3][4][6]。冬春季为呼吸道合胞病毒感染的高发季节,易造成暴发流行。呼吸道合胞病毒感染患儿临床以阵发性喘憋、呼吸急促、三凹征为特征,新生儿症状隐匿易漏诊。

2.1.2. 腺病毒

腺病毒(AdV)是儿童急性呼吸道感染的重要致病性病毒,也是引发儿童重症肺炎、急性呼吸窘迫综合征(ARDS)及远期闭塞性细支气管炎(BO)的核心病原之一,以3、7、14、55型毒力最强,7型更易导致重症暴发[7]。该病毒为无包膜双链DNA病毒,经飞沫、接触及粪-口途径传播,在托幼机构等集体环境中传染性强,且对酒精不敏感,物体表面可存活30天,防控难度较高。我国北方地区,流行高峰通常在10月中旬至次年5月中旬;我国南方地区,流行高峰常为冬季和潮湿雨季,其他时间也偶有检出。儿童流行病学特征显著,腺病毒肺炎最常发生于6个月至5岁,尤其是2岁以下儿童。免疫低下、先天性心脏病、支气管肺发育不良患儿为高危群体,患慢性基础疾病和免疫功能受损者(如器官移植、HIV感染、原发性免疫缺陷等)更易发生重症。腺病毒感染患儿临床上以稽留高热(39℃~40℃,轻症持续7~11天,重症可持续2~4周)为核心特征,6月龄~5岁儿童伴干咳、喘息、三凹征,咽结合膜热为特征性表现,新生儿症状隐匿,易出现呼吸暂停、喂养不耐受[8][9];影像学早期为斑片影,快速进展为肺实变、肺不张,HRCT见马赛克征提示BO风险[10]。

2.1.3. 流感病毒

流感病毒在5岁以下儿童急性呼吸道感染中占据重要地位,属正黏病毒科单股负链RNA病毒,儿童感染多以甲、乙型为主,甲型含H1N1、H3N2亚型,易抗原变异,乙型分Victoria/Yamagata系,包膜HA、NA蛋白为核心毒力因子且是抗病毒药主要靶点。流感病毒主要经空气飞沫传播,也可通过直接或间接接触而感染,托幼机构等人群聚集地易暴发聚集性疫情[11]。流感病毒的潜伏期为1~7天,多为2~4天,免疫力低下、有慢性基础病的儿童重症风险显著升高。我国住院严重急性呼吸道感染病例中流感病毒阳性率7.7%,<5岁儿童高发,北方冬季、南方冬春双高峰流行,甲型流行强度更高[12]。流感病毒感染患儿临床上呈年龄依赖性,表现为新生儿症状隐匿,以嗜睡、拒奶、呼吸暂停为主,发热、咳嗽等症状比例显著低于成年人;婴幼儿表现多不典型,可仅表现为发热、烦躁、喂养困难等;而年长儿表现则与成年人较相似,全身中毒症状突出,体温可迅速升高至39℃~40℃,可有畏寒、寒战,常有咳嗽、咽痛,多伴有头痛、肌肉酸痛、乏力等[13]。儿童流感高危人群包括年龄<5岁(尤其2岁以下),早产儿,先天性心脏病、呼吸道及肺发育不良者为易感人群。有研究表明,高危人群患流感后出现严重疾病和死亡的风险较高。

2.1.4. 其他病毒

其他病毒如人偏肺病毒、副流感病毒、博卡病毒、冠状病毒等病原体检出率逐年上升,长期参与混合感染之中。混合感染的症状多种多样,症状常较单独感染症状较重,混合感染情况常发生在秋季且与年龄无关[14]。

2.2. 常见细菌性病原体

2.2.1. 肺炎链球菌

肺炎链球菌作为革兰氏阳性球菌为人类鼻咽部常见定植菌,主要通过飞沫及密切接触传播。当免疫

力低下或受到诱发因素(如感冒、流感)影响时,该菌可由鼻咽部进入下呼吸道引起肺部感染,是5岁以下儿童急性下呼吸道感染重要病原[15]。临床上以高热、咳嗽、呼吸急促等为主要表现,影像学检查常见大叶性或节段性肺实变影伴支气管充气征。抗菌药物耐药是当前全球范围内肺炎链球菌临床诊疗的核心挑战,我国耐药形势尤为严峻[16]。青霉素不敏感肺炎链球菌(PNSP)主要是青霉素结合蛋白(PBP,主要有PBP1a、PBP2b、PBP2x等6种)编码基因重组与点突变导致转肽酶结构域改变,降低 β -内酰胺类抗生素亲和力所致。某医院呼吸科一项研究显示,肺炎链球菌对氨苄西林、氨苄西林/舒巴坦及替卡西林/克拉维酸等青霉素类抗菌药物的耐药率分别为26.92%、19.23%和26.92% [17]。

2.2.2. 金黄色葡萄球菌

金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)是儿童呼吸道感染中重要的革兰阳性致病菌,也是导致重症肺炎、坏死性肺炎与脓胸的关键病原之一。该菌以新生儿、婴幼儿、住院及免疫低下儿童为高危人群,具有起病急、进展快、易化脓、耐药率高的特点。金黄色葡萄球菌感染常继发于流感、腺病毒等病毒感染后,显著增加患儿呼吸衰竭与感染性休克风险,是儿科重症呼吸道感染管理的重点与难点[18][19]。根据对甲氧西林的敏感性,可分为甲氧西林敏感株(MSSA)与甲氧西林耐药株(MRSA),其中 *mecA* 基因介导 PBP2a 表达是 MRSA 耐药核心机制,在我国儿童呼吸道感染分离株中检出率逐年上涨,重症监护室患儿更高,给临床治疗带来严峻挑战。金黄色葡萄球菌感染患儿临床以急性高热、呼吸窘迫、脓涕或脓痰为主要表现,新生儿症状隐匿不易鉴别,易出现呼吸暂停与喂养困难等症状。影像学表现常快速进展为肺实变、肺大疱、脓气胸等,具有儿童特征性改变。实验室诊断仍以细菌培养为重点,支气管肺泡灌洗液、胸水及血培养对重症病例价值更高。在此基础上强调快速鉴定与精准药敏,分子检测等检测方式可快速识别 MRSA 与高毒力株,为早期精准用药治疗提供依据[20]。

2.3. 不典型病原体

2.3.1. 肺炎支原体

肺炎支原体(MP)是5岁及以上儿童社区获得性肺炎(CAP)首要致病原,占我国儿童CAP病例18.3%,学龄期(5~15岁)儿童高发,属无细胞壁原核微生物, β -内酰胺类抗生素无效,2024年全国儿科大环内酯类耐药率达78.3%,为临床治疗核心痛点[21][22]。MP主要经飞沫/直接接触传播,潜伏期1~3周,传染性持续至症状缓解后数周,托幼机构、学校易暴发聚集性疫情,1岁以下婴儿因母传抗体感染少见[23]。肺炎支原体流行病学呈年龄、季节、地域差异性,有研究表明,城市儿童发病率为农村2.3倍,北方秋冬高发、南方春夏季为高峰,呈每3~7年一次流行周期,2023年全国大规模流行期间重症病例占比25%左右,且5岁以下儿童重症的比例高于其他年龄组[24]。肺炎支原体感染患儿临床表现与年龄有一定相关性,学龄期儿童突发高热(38.5℃~40℃)、剧烈干咳(夜间加重),肺部体征早期不明显;婴幼儿喘息突出、呼吸急促;1岁以下婴儿症状隐匿,以低热、气促为主[25]。临床分为轻症、难治性(MUMPP)、重症(SMPP)、危重症(FMPP),重症预警包括治疗72h高热不退、多肺叶浸润、CRP/LDH/D-二聚体显著升高、低氧血症等,并发症涵盖肺内(塑形性支气管炎、胸腔积液)与肺外(脑炎、心肌炎、皮疹)类型[23]。

2.3.2. 衣原体

肺炎衣原体(*Chlamydia pneumoniae*, CP)为细胞内寄生的原核微生物,无细胞壁结构,是儿童社区获得性肺炎(community-acquired pneumonia, CAP)的重要病原之一,占病例1%~2%,相关CAP病死率达3.7%~15%,临床以肺炎衣原体(Cpn)和沙眼衣原体(Ct)感染为主,鹦鹉热衣原体感染在儿童中罕见[26][27]。该病原因胞内寄生特性逃避宿主免疫清除,且 β -内酰胺类抗生素无效,大环内酯类为儿科首选治疗药物。衣原体感染患儿在不同年龄段表现为不同的感染特征,Ct多见于6个月以下婴儿,主要经母婴垂直传播;

Cpn 以 5~14 岁学龄儿童为主, 经呼吸道飞沫传播, 冬春季高发。临床疾病谱涵盖上呼吸道感染、支气管炎、肺炎, 混合感染率高达 60.4%, 肺炎支原体为最常见共感染病原, 是重症化的重要危险因素。全国 2016~2022 年 10,211 例住院儿童数据显示, 4 岁以下儿童占衣原体感染病例超 70%, 1 岁以下婴儿占 44.17%; 冬季感染占比 33.29%, 1 月发病率最高, Cpn 感染高峰为 12 月至次年 4 月[28]。儿童衣原体感染临床表型具有亚型和年龄特异性: Ct 感染婴儿多无热或低热, 伴鼻塞、痉挛性干咳及特征性结膜炎, 肺部体征轻, 影像学以弥漫性间质性改变为主; Cpn 感染学龄儿童早期为咽痛、低热等上呼吸道症状, 后出现持续性刺激性干咳, 肺部细湿啰音多见于病程中后期, 影像学示淡片影或实变影[29]。

3. 感染机制

婴幼儿气道解剖狭窄、气道黏膜屏障薄弱、免疫系统发育尚不成熟是病原体易感机制。病原体通过呼吸道黏膜上皮入侵是肺炎发生的起始环节, 其核心作用机制为直接破坏气道上皮细胞结构与功能, 引发上皮坏死, 导致气道屏障完整性丧失, 同时抑制呼吸道纤毛的摆动功能, 进而引发局部炎症渗出及气道黏液清除能力下降。宿主在病原体刺激下的免疫炎症反应失衡是肺炎从轻症向重症进展的核心驱动力, 其关键特征为促炎因子的爆发性释放形成“炎症风暴”, 导致肺组织广泛的免疫病理损伤, 最终引发通气/换气功能障碍甚至呼吸衰竭[30]。部分病原体可通过多种策略逃避宿主天然免疫与适应性免疫的清除, 实现体内长期定植, 同时其免疫逃逸行为可诱发宿主异常免疫反应, 导致免疫病理损伤, 这是肺炎肺外并发症发生的主要机制, 也是慢性肺炎迁延不愈的重要原因[31]。病毒-细菌、病毒-支原体、支原体-细菌等混合感染是肺炎临床常见的感染模式, 其核心致病机制为不同病原体通过协同作用放大组织损伤和免疫紊乱, 显著增加重症肺炎的发生风险, 相较于单一病原体感染, 混合感染患者的病死率和并发症发生率均显著升高[32]。其协同作用的核心环节为病毒率先侵袭呼吸道黏膜, 破坏气道上皮屏障和局部黏膜免疫防御体系, 为细菌、支原体等其他病原体的黏附、定植和侵袭创造条件, 随后不同病原体通过协同激活炎症通路、共同抑制宿主免疫清除功能, 形成“损伤-感染-再损伤”的恶性循环。

而不同的病原体感染机制也具有一定的特异性, 如呼吸道合胞病毒通过 F 融合蛋白与 G 黏附蛋白启动感染, G 蛋白介导气道上皮黏附与免疫逃逸, F 蛋白介导病毒-细胞膜融合与细胞间融合形成合胞体, 造成上皮细胞肿胀、坏死与脱落, 同时抑制宿主 I 型干扰素应答, 削弱早期抗病毒免疫, 并刺激黏液高分泌与气道痉挛。流感病毒通过血凝素结合宿主细胞受体入侵, 借助神经氨酸酶促进子代病毒释放, 直接损伤上皮细胞, 并剧烈激活炎症通路, 引发严重局部及全身炎症反应并易继发细菌或支原体重叠感染风险。腺病毒对气道及肺泡上皮具有高度亲嗜性, 可在细胞核内形成特征性包涵体, 抑制干扰素及细胞凋亡通路, 易导致重症肺炎、闭塞性细支气管炎及慢性肺损伤。鼻病毒除直接造成上皮损伤外, 更易诱导 IL-25、IL-33、TSLP 等细胞因子释放, 激活 2 型免疫与嗜酸性粒细胞炎症, 诱发气道高反应性与喘息发作。

4. 检测手段

1) 核酸检测

核酸检测是目前临床上应用广泛且敏感性和特异性较高的方法之一, 它通过提取患者样本(如鼻咽拭子、痰液等)中的核酸, 利用聚合酶链式反应(PCR)技术对特定病原体的核酸序列进行扩增和检测, 能够快速准确地确定是否存在目标病原体感染, 尤其适用于早期感染的诊断[33]。传统分离培养和血清学检测操作繁琐、耗时长、灵敏度低。核酸检测技术凭借高灵敏度、特异性和快速简便的优势, 大幅缩短检测时间, 在呼吸道病原体检测中发挥重要作用[33] [34]。

2) NGS

新一代测序(next-generation sequencing, NGS)又称为高通量测序, 是一种基于大规模并行测序的高通

量测序方法。相比一代测序技术, NGS 通量高、成本低, 在某些病原、病毒的发现中发挥重要作用[35]。NGS 有以下常见的几种方式: ① 基于二代测序的宏基因组二代测序(Metagenomic next generation sequencing, mNGS): 可以直接对临床样本中所有微生物(细菌、病毒、真菌、寄生虫)的基因组进行高通量测序分析, 一次性鉴定出可能存在的全部病原体, 能清晰展现多种病原体共存的复杂情况, 例如病毒合并细菌、真菌感染[35] [36]。但此项技术有一定的技术局限性, 如不能区分活菌及死菌, 无法确认病原体是否仍有活性。且费用较高, 从送检到出具报告通常需要 24~72 小时, 不如快速 PCR 或抗原检测及时[36]。② 靶向高通量测序(targeted next-generation sequencing, tNGS): 是结合了超多重 PCR 扩增或靶向捕获与高通量测序两种技术的新一代测序技术。tNGS 是指在测序前, 通过特定的分子生物学(如多重 PCR 或探针捕获), 获得目标核酸片段后进行高通量测序和生物信息学分析, 实现高灵敏度和高特异性的核酸识别, 适用于特定病原体、基因突变或耐药基因检测。该技术在呼吸道感染检测中具有广泛的应用前景, 可提供更直接和精确的结果, 拥有高时效、低成本的优势, 并且在对已知病原体的敏感性和特异性方面表现出色, 但拥有显而易见的局限性, 即在识别未知病原体时存在盲区, 且在复杂感染方面识别欠佳[37]。③ 纳米孔测序技术(nanopore sequencing): 通过纳米级孔道检测 DNA/RNA 分子的电流变化, 确定碱基序列。相比其他测序技术, 纳米孔测序可实现实时动态测序, 而无需 PCR 扩增, 避免了扩增引入的偏好性和错误。其独特的自适应采样(adaptive sampling, AS)技术允许在测序过程中实时选择或排除特定 DNA 分子, 从而减少测序时间, 并加快工作流程, 对于临床快速诊断和治疗决策具有重要意义[38]。但该技术错误率较高、耗材成本高、且对样本质量的要求比较严格, 使其在临床应用中受到了限制。

3) 抗原检测

原理即检测病原体表面的特异性蛋白质(抗原), 采用免疫层析法或免疫荧光法, 利用标记抗体与目标抗原结合产生可见信号。多选取鼻咽拭子、咽拭子、鼻洗液、痰液、肺泡灌洗液等作为样本, 10~20 分钟即可出结果, 肉眼即可判读结果, 操作简单, 不需要特殊设备, 可作为快速筛查的“哨兵”。特异性较高, 假阳性少, 阳性结果可支持早期诊断和治疗决策, 但阴性结果不能排除感染。

4) 抗体检测

原理是检测人体针对病原体产生的特异性免疫球蛋白(IgM, IgG, IgA), 通常采用酶联免疫吸附试验(ELISA)或化学发光法。多采用静脉血血清或血浆作为样本, 进行检测[39]。不同类型的抗体出现的时间不同, 所代表的意义也不同。IgM 多在感染后 5~7 天出现, 持续数周至数月, 多代表近期或现症感染。IgG 出现在感染后 10~14 天, 可持续数年, 可作为既往感染或免疫保护的标志, 滴度 4 倍升高可诊断急性感染。而 IgA 作为黏膜免疫应答, 出现时间类似于 IgM, 对呼吸道局部感染有提示意义。抗体检测多应用于肺炎支原体、衣原体、EB 病毒、巨细胞病毒等病原体的检测。需要注意的是感染早期抗体未产生, 检测可为阴性, 相近病原体间可能出现假阳性[39]。单次检测价值有限, 需急性期与恢复期双份血清(间隔 2~4 周)对比, IgG 滴度 4 倍以上升高才有确诊意义。多作为回顾性诊断与流行病学工具, 对急性感染的及时诊断价值有限, 尤其不适合急重症患者的快速决策。

5) 病原体培养

即在适宜的培养基中分离并增殖活的病原体, 不同的病原体(如细菌、病毒、非典型病原体等)则需要不同的培养基。多采用下呼吸道样本如痰液、鼻咽抽吸物、咽拭子等, 需避免上呼吸道正常菌群的污染。标本采取后需保存于病原体保存液中, 及时送检。

5. 防治策略

呼吸道感染作为儿科领域研究的热点方向, 其防治策略更是众多研究者的聚焦之处。多数研究表明, 儿童呼吸道感染防治是降低病发率、减少重症与死亡、改善长期预后的核心环节。近年来, 随着病原学

监测、疫苗研发、靶向药物及综合管理策略的不断完善,其预防与治疗体系日趋规范化、精准化与个体化,形成了预防为先、精准治疗、重症共管、长期康复的综合防治策略,在降低感染率、重症率、病死率及远期改善预后方面取得显著进展。

1) 预防

在预防方面,近年来各种疫苗的研制取得极大进展,针对高危儿童的被动免疫也已成为重要补充手段,形成了疫苗接种、被动免疫、环境防控、高危人群精细化管理的预防链条。疫苗接种是特异性预防最关键的措施,如常见的肺炎链球菌疫苗及流感疫苗等,能够有效预防相应病原体感染所致的肺炎等侵袭性疾病,降低重症肺炎、呼吸衰竭及继发细菌感染风险,是儿童常规免疫的重要组成部分[15][40]。其他疫苗如呼吸道合胞病毒候选疫苗、百日咳疫苗等也在不断优化与推广,进一步扩大可预防疾病谱。被动免疫制剂如抗RSV单克隆抗体可在六星级为早产儿、支气管肺发育不良、先天性心脏病等高危婴幼儿提供被动保护,显著降低RSV相关下呼吸道感染发生率、住院率及重症比例,是目前RSV防控的重要突破[41]。在日常防控方面,特别是在病原体感染高发季节里,规范手卫生、科学佩戴口罩、保持室内通风、减少密闭场所人群聚集、避免带病上学等行为,可有效减少飞沫与接触传播,降低交叉感染概率[42]。同时,加强营养、保证睡眠、适度训练有助于提供儿童自身免疫,减少反复感染。

2) 治疗

儿童呼吸道感染的治疗遵循明确病原、精准用药、阶梯治疗、避免滥用的原则,结合病毒、细菌、支原体等不同病原特点,形成规范化治疗方案[42][43]。抗病毒药物的合理使用是缩短病程、降低重症的关键。如神经氨酸酶抑制剂(奥司他韦等)对甲型、乙型流感病毒具有明确抑制作用,在发热48小时内早期启用可快速减轻症状、缩短发热时间、减少并发症。而RSV的特异性抗病毒药物、融合抑制剂等随着靶向药物的研发进展逐步进入临床使用,可有效抑制病毒入侵与复制,改善重症患儿临床结局,为RSV感染提供了新的治疗选择[41][44]。其他病毒(如腺病毒、鼻病毒等)则以对症支持治疗为主,部分病例可酌情选用广谱抗病毒药物。如肺炎支原体类不典型病原体,作为儿童社区获得性肺炎的重要病原,其治疗有明确规范,大环内酯类药物(如阿奇霉素、红霉素等)为首选一线药物,疗效确切,依从性较好[43]。但随着支原体感染在全球及我国部分地区耐药率上升,对难治性、重症支原体肺炎,需结合临床反应、影像学进展及耐药监测结果,及时调整方案,必要时联合抗炎、免疫调节等综合治疗[43]。细菌感染仍占儿童呼吸道感染重要比例,精准用药、避免滥用是当前核心原则,强调在临床评估、病原检测(痰培养、核酸、抗原等)指导下选择敏感抗菌药物,杜绝无指征预防性使用[43]。规范足疗程治疗,既可提高疗效、减少复发,又能降低细菌耐药、肠道菌群紊乱、多重感染等不良后果,对儿童长期健康尤为重要。

6. 结论

综上所述,儿童呼吸道感染病原体种类复杂、病原谱呈动态变迁,以病毒感染为主,肺炎支原体、肺炎链球菌等非典型病原体与细菌感染亦较为常见,混合感染现象日益突出[42][43]。随着分子诊断技术的不断发展,多重核酸检测、宏基因组测序等手段显著提高了儿童呼吸道感染病原体的检出效率与准确性,为临床早期识别、精准诊疗提供了重要依据[41]-[43]。同时,疫苗接种、抗感染药物规范化应用及综合防控策略的推广,对降低儿童发病率、重症率及病死率具有重要意义。

当前,儿童呼吸道感染在流行病学监测、重症致病机制、抗菌药物合理使用、新型疫苗与靶向药物研发等方面仍存在诸多问题与挑战[41][42]。现有研究对重症感染尤其是腺病毒等感染所致重症肺炎的致病机制阐明不足,临床仍缺乏安全有效的特异性抗病毒药物,宿主免疫紊乱与炎症风暴的调控机制尚不明确,宿主导向治疗(Host directed therapy)在儿童重症感染中的应用价值尚未系统验证,儿童专用药物与疫苗研发相对滞后,精准分层干预与个体化治疗体系仍不完善。未来应进一步加强多中心、大样本的长

期流行病学研究, 深入阐明优势病原体的致病机制与重症预警指标, 持续优化病原快速检测技术与防控方案, 规范抗菌药物使用, 重点推进针对重症病原致重症感染的新型抗病毒药物研发, 积极探索宿主导向治疗在减轻免疫病理损伤、修复气道屏障、改善呼吸功能中的应用价值, 加快儿童专用疫苗及新型抗感染药物的研发与临床应用, 为提升儿童呼吸道感染的综合防治水平、保障儿童身心健康提供更坚实的理论基础与技术支持[41]-[43]。

参考文献

- [1] 王岩, 陈俊利, 冯文佳, 丁晓, 韩瑞阳, 马安宁. 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.
- [2] GBD 2019 Under-5 Mortality Collaborators (2021) Global, Regional, and National Progress towards Sustainable Development Goal 3.2 for Neonatal and Child Health: All-Cause and Cause-Specific Mortality Findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*, **398**, 870-905.
- [3] 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心中华医学会儿科学分会感染学组上海市医学会感染病分会. 儿童呼吸道合胞病毒感染临床诊治中国专家共识(2023年版)[J]. 临床儿科杂志, 2024, 42(1): 1-14.
- [4] 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.
- [5] Collins, P.L., Fearn, R. and Graham, B.S. (2013) Respiratory Syncytial Virus: Virology, Reverse Genetics, and Pathogenesis of Disease. In: Anderson, L. and Graham, B., Eds., *Challenges and Opportunities for Respiratory Syncytial Virus Vaccines*, Springer, 3-38. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38919-1_1
- [6] 张雪峰, 王亚娟, 许丽萍, 等. 新生儿常见呼吸道病毒感染预防的专家建议[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(8): 789-794.
- [7] 樊慧峰, 卢根. 儿童重症腺病毒肺炎的早期识别与诊治进展[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2023, 38(11): 833-837.
- [8] 儿童腺病毒肺炎诊疗规范(2019年版)[J]. 传染病信息, 2019, 32(4): 293-298.
- [9] 中华预防医学会. 人呼吸道合胞病毒感染诊断(CT/CPMA028-2023)[J]. 中华预防医学杂志, 2023, 57(7): 961-967.
- [10] 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, 中国医药教育协会儿科专业委员会, 等. 儿童闭塞性细支气管炎的诊断和治疗专家共识(2023)[J]. 中华儿科杂志, 2023, 61(9): 786-793.
- [11] 流行性感冒诊疗方案(2025年版)[J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(2): 290-294.
- [12] 彭质斌, 郑建东, 姜慧, 等. 全国住院严重急性呼吸道感染病例哨点监测阶段性分析[J]. 疾病监测, 2017, 32(1): 3-5.
- [13] 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. 儿童流感诊疗及预防指南(2024 医生版)[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2024, 39(12): 881-895.
- [14] 丁妞, 饶花平, 金世杰, 等. 2009-2011年湖南地区儿童呼吸道人偏肺病毒及其他病毒混合感染的流行特征[C]//中华医学会儿科学分会. 中华医学会儿科学分会第十七次全国儿科学术大会论文汇编(上册). 2012: 412.
- [15] 国家呼吸系统疾病临床医学研究中心, 国家儿童医学中心, 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 等. 中国儿童肺炎链球菌性疾病诊断、治疗和预防专家共识[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2020, 35(7): 485-505.
- [16] Antimicrobial Resistance Collaborators (2022) Global Burden of Bacterial Antimicrobial Resistance in 2019: A Systematic Analysis. *Lancet*, **399**, 629-655.
- [17] 孙倩, 薛雁秋. 呼吸内科下呼吸道感染病原学特征分析及临床意义[J]. 实用检验医师杂志, 2025, 17(2): 153-157.
- [18] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019年版)[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2019, 26(4): 6-13.
- [19] Kourtis, A.P., Hatfield, K., Baggs, J., Mu, Y., See, I., Epton, E., et al. (2019) *Vital Signs: Epidemiology and Recent Trends in Methicillin-Resistant and in Methicillin-Susceptible Staphylococcus aureus Bloodstream Infections—United States*. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, **68**, 214-219. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6809e1>
- [20] 邹映雪, 侯宇欣. 金黄色葡萄球菌肺炎及其肺外损害的诊治分析[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2020, 35(16): 1219-1224.
- [21] 尚子茹, 丁国栋. 儿童肺炎支原体感染的临床特征、诊断与治疗策略[J]. 中国临床新医学, 2025, 18(8): 837-841.

- [22] 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.
- [23] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家中医药管理局. 儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2025年版)[Z]. 北京: 国家卫生健康委员会, 2025.
- [24] 曾玫. 重视秋冬季儿童肺炎支原体感染防治[J]. 中华医学杂志, 2025, 105(2): 109-112.
- [25] 徐时芬, 吴超雄, 钟蒙蒙, 等. 不同年龄儿童肺炎支原体肺炎的临床特征[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2018, 33(22): 1699-1702.
- [26] 马冉, 张英谦, 刘建华. 儿童肺炎衣原体肺炎的流行病学特征、分子机制与诊疗策略[J]. 中华儿科杂志, 2026, 64(1): 112-115.
- [27] Merida Vieyra, J., De Colsa Ranero, A., Palacios Reyes, D., Murata, C. and Aquino Andrade, A. (2023) *Chlamydia pneumoniae*-Associated Community-Acquired Pneumonia in Paediatric Patients of a Tertiary Care Hospital in Mexico: Molecular Diagnostic and Clinical Insights. *Scientific Reports*, **13**, Article No. 21477. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48701-5>
- [28] Zheng, H., Wang, X., Wu, X., Guo, Y., Li, F., Xiao, J., et al. (2025) Epidemiological Characteristics of Chlamydial Infection in Hospitalized Children in China: A Nationwide Retrospective Study. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, **45**, 807-816. <https://doi.org/10.1007/s10096-025-05360-w>
- [29] Wen, X.H., Li, H.M., Zhang, X.Y., Liu, H., Tang, X.L., Wu, X.H., Xu, W.H., Zhao, S.Y. and Yang, H.M. (2025) [Clinical Features of *Chlamydia pneumoniae* Pneumonia in 10 Children]. *Chinese Journal of Pediatrics*, **63**, 362-366. (In Chinese)
- [30] 石林勇, 于雪聪, 杜倩茹, 王耀勇. 重症病毒性肺炎免疫紊乱与糖皮质激素治疗研究进展[J]. 实用临床医药杂志, 2025, 29(6): 139-142, 148.
- [31] 陶宇焯, 王军, 蔡素真, 等. 肺炎支原体的肺内与肺外致病机制研究进展[J]. 中华微生物学和免疫学杂志, 2025, 45(12): 1066-1073.
- [32] Microbiology Spectrum. 儿童急性呼吸道感染病原谱与协同作用研究: 靶向测序在广谱监测中的价值[EB/OL]. 2026-01-01. <https://m.ebiotrade.com/newsf/2026-1/202601010845078762.htm>, 2026-03-02.
- [33] 中华医学会儿科学分会呼吸学组. 儿童急性呼吸道感染病原学诊断与临床管理专家共识(2025版)[J]. 中华医学杂志, 2025, 105(46): 4225-4238.
- [34] 谢正德, 邓继岩, 任丽丽, 等. 儿童呼吸道感染病原体核酸检测专家共识[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(5): 321-332.
- [35] 中华医学会呼吸病学分会. 下呼吸道感染宏基因组二代测序临床解读路径专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2023, 46(4): 1-14.
- [36] 中国医院协会临床微生物实验室专业委员会. 新发突发呼吸道传染性病原微生物分级检测专家共识(2024)[J]. 协和医学杂志, 2025, 16(1): 109-124.
- [37] 中华医学会检验医学分会. 靶向二代测序在感染性疾病诊疗中的规范化应用专家共识(2025)[J]. 中华检验医学杂志, 2025, 48(4): 469-477.
- [38] Fu, Y., Chen, Q., Xiong, M., Zhao, J., Shen, S., Chen, L., et al. (2022) Clinical Performance of Nanopore Targeted Sequencing for Diagnosing Infectious Diseases. *Microbiology Spectrum*, **10**, e0027022. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00270-22>
- [39] 中华医学会儿科学分会临床检验学组. 儿童肺炎支原体呼吸道感染实验室诊断中国专家共识[J]. 中华检验医学杂志, 2019, 42(7): 507-513.
- [40] 国家免疫规划技术工作组流感疫苗工作组. 中国流感疫苗预防接种技术指南(2022-2023)[J]. 中华预防医学杂志, 2022, 56(10): 1356-1373.
- [41] 国家呼吸系统疾病临床医学研究中心, 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. 儿童呼吸道合胞病毒感染诊断、治疗和预防专家共识[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2020, 35(4): 241-250.
- [42] 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 中华儿科杂志编辑委员会, 中国医药教育协会儿科专业委员会. 儿童社区获得性肺炎管理指南(2024修订)[J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(10): 920-938.
- [43] 国家呼吸疾病临床研究中心, 等. 儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023年版)[J]. 国际流行病学传染病学杂志, 2023, 50(2): 81-91.
- [44] Zhang, X., Zhang, X., Hua, W., Xie, Z., Liu, H., Zhang, H., et al. (2024) Expert Consensus on the Diagnosis, Treatment, and Prevention of Respiratory Syncytial Virus Infections in Children. *World Journal of Pediatrics*, **20**, 11-25. <https://doi.org/10.1007/s12519-023-00777-9>