

# 儿童病毒性肺炎病原体谱系与临床特征的研究进展

刘凡祺<sup>1</sup>, 黄伟<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>承德医学院研究生学院, 河北 承德

<sup>2</sup>秦皇岛市第一医院儿科, 河北 秦皇岛

收稿日期: 2025年4月21日; 录用日期: 2025年5月13日; 发布日期: 2025年5月23日

## 摘要

儿童社区获得性肺炎(Community-Acquired Pneumonia, CAP)是全球公共卫生面临的重大挑战之一,是导致儿童发病率和死亡率上升的关键因素。其中病毒性肺炎近年来发病趋势上升,因此明确儿童病毒性肺炎病原体谱系及临床特征,对于指导临床诊断、治疗和合理用药而言,具有极为关键的意义。本文对近年来国内外在儿童病毒性肺炎病原体谱系和临床特征方面的研究进展做一综述。

## 关键词

儿童, 病毒性肺炎, 病原体, 临床特征

# Research Progress on Pathogen Pedigree and Clinical Characteristics of Viral Pneumonia in Children

Fanqi Liu<sup>1</sup>, Wei Huang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School, Chengde Medical University, Chengde Hebei

<sup>2</sup>Department of Pediatrics, First Hospital of Qinhuangdao, Qinhuangdao Hebei

Received: Apr. 21<sup>st</sup>, 2025; accepted: May 13<sup>th</sup>, 2025; published: May 23<sup>rd</sup>, 2025

## Abstract

As an important problem in global public health, Community-Acquired Pneumonia (CAP) has

\*通讯作者。

文章引用: 刘凡祺, 黄伟. 儿童病毒性肺炎病原体谱系与临床特征的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 1620-1627. DOI: 10.12677/acm.2025.1551535

become one of the major causes of increasing morbidity and mortality among children. In recent years, the incidence of viral pneumonia has been on the rise, so it is critical to identify the pathogen pedigree and clinical characteristics of viral pneumonia in children for guiding clinical diagnosis, treatment, and rational drug use. This paper reviews the recent progress of research on pathogen pedigree and clinical characteristics of viral pneumonia in children at home and abroad.

## Keywords

Children, Viral Pneumonia, Pathogen, Clinical Features

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. 引言

在 5 岁以下儿童的死亡原因中, 呼吸道感染占据了重要位置[1], 而社区获得性肺炎(Community acquired pneumonia, CAP)则是其中最为频繁出现的类型, 其致死影响仅次于早产并发症, 即便在儿童死亡率处于中高水平和中等水平的国家, 儿童 CAP 同样不容忽视。其中, 儿童病毒性肺炎发病率呈逐年上升趋势, 越来越被人们所重视, 不仅感染群体数量庞大, 还给公共卫生服务体系施加了沉重压力, 成为了儿童被转诊至医院以及入院治疗的重要原因[2]。儿童病毒性肺炎可由多种病原体引发, 其病原体分布会因年龄、所处地域、卫生环境以及社会经济状况等因素而呈现差异。因此了解儿童病毒性肺炎的病原学谱系及临床特征, 对儿童病毒性肺炎的早期识别、治疗及改善预后起着关键作用[3]。

## 2. 导致儿童病毒性肺炎的病原体

儿童病毒性肺炎的病原谱分布具有一定的地域异质性, 这种差异主要源于各地环境条件、气候特征、医疗资源配置及公共卫生水平等多重因素的影响。从病原学角度分析, 导致儿童病毒性肺炎的主要病原体大致有: 呼吸道合胞病毒(Respiratory syncytial virus, RSV)、流感病毒(Influenza virus, IFV)、腺病毒(Adenovirus, ADV)、副流感病毒(Parainfluenza virus, PIV)和鼻病毒(Rhinovirus, RV)等呼吸道病毒较为常见。随着时间推移, 又陆续发现了一些新的病毒类型, 如人偏肺病毒(Human metapneumovirus, HMPV)、人博卡病毒(Human bocavirus, HBoV), 以及曾引发全球关注的新型冠状病毒、人禽流感病毒等。此外, 像 EB 病毒(Epstein-Barr virus, EBV)、巨细胞病毒(Cytomegalovirus, CMV)这类疱疹类病毒, 还有肠道病毒(Enterovirus)等, 虽然较少见, 但也偶尔会引发儿童社区获得性肺炎[4]。此外, 随着分子诊断技术的进步和抗菌药物的广泛使用, 儿童病毒性肺炎的病原谱正在发生动态变化, 混合感染的比例也有所增加, 这对临床诊疗提出了新的挑战, 现对当前的病原学谱系做如下综述。

### 2.1. 呼吸道合胞病毒

呼吸道合胞病毒(Respiratory syncytial virus, RSV)在病毒分类系统中被划归为单股负链 RNA 病毒目, 其遗传信息由线性排列的 RNA 基因组承载。该病毒的核酸呈单链负极性排列, 具有典型的线性基因组特征。该病毒具有复杂的编码能力, 可表达 11 种功能各异的病毒蛋白, 这些蛋白在病毒复制、组装及免疫逃逸等过程中发挥重要作用。RSV 病毒侵入宿主细胞的关键步骤依赖于其表面的两种重要跨膜糖蛋白: G 蛋白(附着糖蛋白)和 F 蛋白(融合糖蛋白)。G 蛋白作为病毒吸附蛋白, 能够特异性识别并结合宿主细胞

表面的受体分子;而F蛋白则作为融合效应蛋白,在病毒包膜与宿主细胞膜融合的过程中起决定性作用,促进病毒遗传物质的释放。RSV的潜伏期为2至8天,感染初期通常会引发上呼吸道感染,随后,随着吸入或细胞内传播的发生,下呼吸道感染就可能接踵而至,进而引发肺炎[5]。尽管2岁时几乎所有宝宝都会被传染,但也有一些宝宝会得重病,需要住院。加拿大约2%婴儿因感染RSV在出生后头2年内入院治疗[6]。在发达国家,RSV造成严重疾病的死亡率并不常见,每100万活产婴儿中不到10人。然而,在全球范围内,RSV是导致死亡的主要原因,在全球范围内,0至5岁儿童中每50例死亡中就有一例,1至6个月儿童中每28例死亡中就有一例可归因于RSV[5]。在治疗RSV肺炎上,有研究表明,干扰素联合维生素D治疗安全性良好,不仅临床疗效显著,还可增强患儿免疫力,抑制炎症反应,从而提高整体治疗效能[6]。

## 2.2. 流感病毒

流感病毒(Influenza virus, IFV)依据核蛋白和基质蛋白的抗原特性差异,可划分为甲、乙、丙、丁四种类型。该病毒具有高度传染性,易通过空气飞沫快速传播。其中,甲型流感病毒的H1N1和H3N2亚型,以及乙型流感病毒的Victoria系和Yamagata系,是导致人类季节性流感流行的主要病原体[7]。IFV拥有特殊的单链RNA基因组结构,这使得其容易出现抗原变异,主要表现为抗原漂移和抗原转换两种情况,从而导致众多病毒亚型不断对人类健康构成威胁。据流行病学研究数据显示,儿童群体中IFV的感染率可高达20%至30%,明显超过成人。主要原因在于儿童的免疫系统尚未发育成熟,免疫识别能力相对较弱,并且环境适应能力也有所欠缺。特别是在季节交替、气候多变的时候,儿童更容易受到病毒侵袭,因此成为IFV感染的高危人群。值得注意的是,季节性流感病毒是引发幼儿急性下呼吸道感染的关键病原体之一,这一结论已在众多临床研究中得到了证实。IFV感染常导致肺炎,成为患者住院的主要原因之一,尤其是儿童患者,更容易发展为严重的IFV相关性肺炎,甚至可能危及生命。现有的研究表明,IFV感染者在感染后7天内易发生继发性细菌感染,这可能进一步加重病情并影响患者的康复进程。这一问题在儿童流感肺炎患者中尤为显著[8]。

## 2.3. 腺病毒

腺病毒(Adenovirus, ADV)属于无包膜病毒科,基因组为26~45 kb的双链DNA分子,表现出显著的环境抗性,其病毒粒子具有特征性的正二十面体衣壳结构。1953年,Wallace Rowe等人首次从人类腺样组织中成功分离出腺病毒,开启了对其深入研究的大门。ADV的衣壳结构主要由六邻体蛋白(Hexon)、纤突蛋白(Fiber)和五邻体基底蛋白(Penton)等核心结构蛋白构成,同时包含若干辅助性小分子蛋白组分[9][10]。ADV感染可导致一系列临床症状,从自限性的普通感冒、特征性咽结膜热,到严重的下呼吸道感染如肺炎等。在儿童群体中,ADV感染较为普遍,尤其在托幼机构和学校中容易出现聚集性传播。尽管大多数ADV感染是自限性的,但在免疫功能低下的个体或婴幼儿中,可能会导致严重的并发症,如重症肺炎,甚至导致全身性感染等[11]。根据曾静[12]研究团队的最新临床调查数据,ADV性肺炎在婴幼儿肺炎中严重程度较高。该研究显示,在纳入分析的病例样本中,ADV的总体检出率达到6.67%,在10例确诊ADV感染患儿中,混合感染比例高达70%,其中60%为ADV与细菌共感染,另有10%出现ADV合并细菌及真菌的三重感染。在儿童肺炎病例里,大约4%~10%是由ADV导致的,ADV肺炎也是病毒性肺炎中相当常见的一种。ADV肺炎的主要致病亚型为3型和7型,流行病学调查数据显示,这两种血清型在流行株中的分布比例超过90%,由上述两种血清型ADV引发的重症肺炎病例具有较高的致死风险,其死亡率可达33.6%。流行病学统计数据显示,婴幼儿和学龄前儿童是ADV的主要受影响群体,发病率和死亡率都处于较高水平[13]。

## 2.4. 副流感病毒

20 世纪 50 年代, 科学家罗伯特·查诺克及其团队, 在对患有哮吼病的患儿样本进行研究时, 首次成功分离并鉴定出了人副流感病毒(Human Parainfluenza Virus, HPIV)。这一病毒隶属于副粘病毒科, 是一种具有包膜结构的单链 RNA 病毒[14]。HPIV 能够进一步被划分成 4 种血清型, 即 HPIV-1 至 HPIV-4, 其传播方式主要为飞沫传播, 这使得在人群密集场所, 尤其是儿童聚集的地方, 极易引发传播和感染。感染后的患儿可能出现上呼吸道症状, 比如感冒、喉炎等, 也可能引发下呼吸道疾病, 例如支气管炎、肺炎[15]。赵梦川[16]等人的一项研究显示, 河北省儿童重症肺炎病例中 HPIV 的检出率为 10.28%(255 例/2049 例), HPIV 占有一定的比例。张安全[17]等人的一项研究显示 HPIV 是近两年深圳市儿童医院住院患儿病毒感染的主要病原体之一, 其流行具有明显的秋冬季高发特点, 且在婴幼儿群体中较为多发, 常与其他呼吸道病原体合并感染。感染 HPIV 后, 除了常见的呼吸道症状外, 还可能出现肺外症状, 在严重情况下, 该病毒可造成多系统器官损害, 严重危害儿童健康。HPIV 是导致 5 岁以下儿童急性呼吸道感染 (ARTIs) 的重要致病源, 相关病例约占该年龄段因发热或呼吸道症状住院患者的 7% [17]。这些研究的深入开展, 对 HPIV 感染性肺炎的预防、诊断及治疗具有重要的科学意义和公共卫生价值。一方面, 通过明确 HPIV 的流行规律、危险因素及临床特征, 可为早期诊断和精准治疗提供理论依据; 另一方面, 研究 HPIV 的传播动力学及其与环境、宿主免疫状态的相关性, 有助于构建预测模型, 为制定有效的防控策略提供数据支持, 从而降低 HPIV 感染对儿童及高危人群的健康威胁[18]。

## 2.5. 鼻病毒

鼻病毒(Rhinovirus, RV)作为小 RNA 病毒科肠道病毒属成员, 是一种基因组为单链 RNA 的小型病毒, 其基因组可表达 11 种功能蛋白[19]。鉴于病毒存在众多血清型, 人体在感染后只能产生部分免疫保护, 难以形成全面的免疫能力, 所以很有可能造成重复感染[20]。据相关报道, RV 的易感人群主要是 0 至 4 岁的婴幼儿, 且其发病率存在季节性差异。流行病学数据显示, RV 感染率随宿主年龄增加而逐渐下降[21]。此外, RV 感染作为儿童期最高发的传染性疾病, 具有普遍易感特性, 绝大多数儿童会经历反复感染。自 20 世纪 60 年代以来, 研究者已在温带地区建立了系统的 RV 感染流行病学纵向研究体系, Erkkola [22]及其他研究人员在探索过程中观察到, RV 感染在初秋时节感染人数攀升至最高点, 而在春季也会出现一个相对规模较小的感染高峰。流行病学研究显示, 春秋季节约 20 种 RV 类型会在特定地区传播, 病毒传播广泛。近年来, RV 导致肺炎的数量逐年上升, 由于感染基数大, RV 感染导致的发病率和医疗成本比较高[19]。相较于成人, 儿童是 RV 的易感人群, 且在儿童群体内部, 年龄越小越容易感染 RV。临床观察发现, 住院治疗的急性下呼吸道感染患儿中, RV 阳性病例的年龄普遍较阴性病例更小, 此外利巴韦林对 RV-13 具有中等抗病毒活性, 与干扰素  $\alpha$ -2a 联用可能提升 RV 清除效果, 伊曲康唑也可能作为抗 RV 药物, 兼具预防和治疗潜力[23]。

## 2.6. 人偏肺病毒

人偏肺病毒(Human metapneumovirus, HMPV)的负链 RNA 基因组由 8 个基因片段组成, 通过不同的阅读框编码产生 9 种病毒蛋白, HMPV 具备包膜和刺突结构, 与 RSV 同一归类于肺病毒科。2001 年, HMPV 首次在呼吸道感染患儿的鼻咽抽吸物样本中被检测到[24] [25]。由于儿童的免疫功能尚不完善, 所以他们是 HMPV 的易感群体。在全球范围内, HMPV 在儿童群体中的检出率处于 6%至 40%区间。流行呈现出显著的季节性。通常情况下, 春季和冬季是其检出率的高峰期, 这种季节特征在北半球尤为突出, 一般从每年 11 月下旬开始, 一直延续到次年春季[26]。现有研究探索了利巴韦林治疗 HMPV 肺炎的疗效, 但其应用目前仅限需呼吸支持的重症病例, 且临床效果仍存在争议[25]。

## 2.7. 人博卡病毒

人博卡病毒(Human bocavirus, HBoV)属于细小病毒科,它是一种不具备包膜结构,且基因组为线性单链 DNA 的病毒[27]。2005 瑞典科学家在急性呼吸道感染患儿的鼻咽分泌物中首次分离鉴定,基于基因组序列分析,该病毒目前被划分为 4 种基因亚型(HBoV1-4)。流行病学研究显示,不同亚型具有显著的组织嗜性差异: HBoV2、HBoV3 和 HBoV4 主要定植于消化道,故多从粪便标本中检出;而 HBoV1 则表现出明显的呼吸道趋向性,临床检测以呼吸道样本阳性为主[28]。欧顺婧[29]等人的一项研究显示在 HBoV 呈阳性的所有病例里,社区获得性肺炎患儿占比达 51.1%,23 例肺炎患者之中,重症肺炎患者有 10 例。目前研究主要聚焦于 HBoV 在儿童急性呼吸道及消化道感染中的作用。流行病学数据表明,HBoV 感染多见于 2 岁以下婴幼儿,而在 6 个月以下婴儿及 5 岁以上儿童中感染率相对较低[28][30]。HBoV 作为一种近年来新发现的病原体,在儿童中具有很强的感染能力,能够引起多系统的感染,从而导致多种不同的临床表现,尤其在急性呼吸道感染方面[31]。

## 2.8. 新型冠状病毒

自 2019 年年末开始,新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情如同一场风暴,在全球范围内迅速蔓延开来。这一疫情给众多国家的医疗系统施加了难以承受的重压[32]。严重急性呼吸综合征冠状病毒 2 型(SARS-CoV-2)归属于  $\beta$  冠状病毒属,基因组为 30 kb 单股正链 RNA。该新型呼吸道病原体不仅可以通过飞沫或者气溶胶高效传播,还表现出多系统侵袭的生物特性。病毒颗粒的结构主要由 4 种关键蛋白组成: 介导病毒入侵的刺突糖蛋白(Spike protein, S 蛋白)、参与病毒组装的膜基质蛋白(Matrix protein, M 蛋白)、促进病毒释放的小分子包膜蛋白(Envelope protein, E 蛋白)以及负责基因组包装的核衣壳磷蛋白(Nucleocapsid protein, N 蛋白),这些结构蛋白共同构建了病毒粒子的完整结构框架,并各自承担着重要的生物学功能。其中 S 蛋白在病毒入侵宿主细胞过程中起关键作用,而 N 蛋白则负责包裹和保护病毒 RNA [33]。其最显著的急性期病理特征为肺部弥漫性肺泡损伤,表现为透明膜形成和肺微血管血栓栓塞。临床上,患者常见发热、干咳、气促等呼吸道症状,多伴有全身性表现如肌肉酸痛和极度乏力[34]。但在患儿中,临床表现较成人轻微,主要表现为上呼吸道感染症状,包括咳嗽、发热及咽部疼痛等类似普通感冒的症状[32]。

综上所述,受多种因素影响,儿童病毒性肺炎在病原体分布上呈现出较为显著的差异。所以积极开展针对性的病原学研究就显得尤为重要。通过深入研究,能够及时、精准地掌握所在地区儿童病毒性肺炎病原体的分布态势,不仅有助于在疾病早期对儿童病毒性肺炎进行准确识别,还能为后续及时、正确地开展治疗提供关键依据,提升儿童病毒性肺炎的治疗效果,对患儿的健康成长具有十分重要的意义。

## 3. 儿童病毒性肺炎的临床特征

病毒性肺炎患儿在疾病初发阶段,病情通常隐匿难察,所呈现出的临床症状相对较轻,但病程普遍偏长。一般会出现发热、咳嗽以及气喘等典型临床症状[35]。在 ADV 肺炎患儿里,体温达到或超过 39.0℃ 的高热患儿所占比例明显高于 RSV 肺炎患儿[36]。RSV 感染的婴幼儿患者常表现出明显的呼吸道症状,其中以呼吸急促、喘憋和不同程度的缺氧最为典型。在肺部听诊时,医生通常能听到特征性的喘鸣音和哮鸣音。值得注意的是,这类感染的热型表现具有特殊性,大多数患儿在整个病程中并不出现发热症状。即便少数病例出现体温升高,其热峰也相对较低,通常表现为 38℃ 以下的低热状态,极少出现高热现象[37]。儿童病毒性肺炎在冬春季节易于流行,其中由 RSV、IFV、PIV 引发的肺炎,都容易导致咳喘症状,发热、肺部湿啰音常见于 IFV 与 PIV 混合感染的情况[38][39]。在儿童 COVID-19 病例中,发病情况在性别和年龄分布上未见显著差异,各年龄段及男女患儿感染率基本相近。临床表现以呼吸道症状为主,

常见发热、咳嗽、鼻塞及流涕等上呼吸道感染表现, 部分患儿可能伴有咽痛、乏力或胃肠道症状(如恶心、呕吐、腹泻等), 重症病例相对较少[40]。

#### 4. 小结

深入研究儿童病毒性肺炎的病原学特征及其对应的临床表现具有重要的临床意义, 通过明确不同病原体的流行规律及其引发的特异性症状, 临床医生能够为患儿制定更加精准的个体化治疗方案, 有效预防重症肺炎、呼吸衰竭等并发症的发生。此外, 运用现有的高端技术, 实施快速分子检测与智能辅助影像判读, 配套开发标准化临床风险预警评分工具, 为儿童病毒性肺炎的诊疗指南提供科学依据, 从而优化临床决策, 显著提升疾病的早期诊断率和治疗效率。同时我们还可以通过不断深入研究, 开发新型抗病毒药、广谱疫苗和免疫调节剂优化疗效与控制耐药性, 并通过中西医结合疗法提供创新治疗方向。这不仅有助于改善患儿预后、缩短病程, 还能减少不必要的医疗干预, 降低整体医疗负担, 具有重要的公共卫生价值。

#### 参考文献

- [1] 叶卿云, 秦明芳, 杨中婷, 等. 云南省 2015-2019 年 5 岁以下儿童死亡及潜在减寿年数的地区差异研究[J]. 中国全科医学, 2021, 24(25): 3227-3232.
- [2] Nascimento-Carvalho, C.M. (2020) Community-Acquired Pneumonia among Children: The Latest Evidence for an Updated Management. *Jornal de Pediatria*, **96**, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2019.08.003>
- [3] 彭懿, 舒畅, 符州, 等. 儿童社区获得性肺炎 1613 例病原学特点分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2015, 17(11): 1193-1199.
- [4] 章曼曼, 林立, 李昌崇. 儿童社区获得性肺炎病原及混合感染研究进展[J]. 中国实用儿科杂志, 2019, 34(12): 1034-1037.
- [5] Gatt, D., Martin, I., AlFouzan, R. and Moraes, T.J. (2023) Prevention and Treatment Strategies for Respiratory Syncytial Virus (RSV). *Pathogens*, **12**, Article 154. <https://doi.org/10.3390/pathogens12020154>
- [6] Thampi, N., Knight, B.D., Thavorn, K., Webster, R.J., Lancot, K., Hawken, S., *et al.* (2021) Health Care Costs of Hospitalization of Young Children for Respiratory Syncytial Virus Infections: A Population-Based Matched Cohort Study. *CMAJ Open*, **9**, E948-E956. <https://doi.org/10.9778/cmajo.20200219>
- [7] 尹莹, 左秋琳, 宋海宁, 等. 外周血 CD226 基因多态性与小儿流感病毒感染易感性的关联性[J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32(2): 280-284.
- [8] Wang, X., Li, Y., O'Brien, K.L., *et al.* (2020) Global Burden of Respiratory Infections Associated with Seasonal Influenza in Children under 5 Years in 2018: A Systematic Review and Modelling Study. *The Lancet Global Health*, **8**, e497-e510.
- [9] 王璐璐, 宗可鑫, 程迁, 等. 2022 年 10 月至 2023 年 6 月安徽省蚌埠市住院患儿呼吸道腺病毒感染情况及基因特征分析[J]. 疾病监测, 2024, 39(9): 1127-1134.
- [10] Rowe, W.P., Huebner, R.J., Gilmore, L.K., Parrott, R.H. and Ward, T.G. (1953) Isolation of a Cytopathogenic Agent from Human Adenoids Undergoing Spontaneous Degeneration in Tissue Culture. *Experimental Biology and Medicine*, **84**, 570-573. <https://doi.org/10.3181/00379727-84-20714>
- [11] Jain, S., Williams, D.J., Arnold, S.R., Ampofo, K., Bramley, A.M., Reed, C., *et al.* (2015) Community-Acquired Pneumonia Requiring Hospitalization among U.S. Children. *New England Journal of Medicine*, **372**, 835-845. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1405870>
- [12] 曾静, 靳蓉, 陈敏, 等. 贵阳地区 150 例儿童重症社区获得性肺炎呼吸道病原学分析[J]. 贵州医药, 2015, 39(8): 730-732.
- [13] 薄蔚, 甘强, 马金莲. 血清 CRP、IgA 及 VEGF 对儿童重症腺病毒肺炎的诊断价值研究[J]. 病毒学报, 2024, 40(5): 1093-1098.
- [14] Xue, Y., Lu, T., Xu, Y. and Cao, X. (2020) The Efficacy of Platelet-Rich Plasma in Arthroscopic Rotator Cuff Repair: A Protocol of Randomized Controlled Trial. *Medicine*, **99**, e23232. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000023232>
- [15] 吴亮, 张海邻, 林宗泽. 80 例学龄前住院患儿人副流感病毒流行病学特点及临床特征[J]. 中国妇幼保健, 2020,

- 35(20): 3816-3818.
- [16] 赵梦川, 吴勇, 黄迎彬, 等. 河北省重症肺炎患儿非细菌性呼吸道病原学研究[J]. 河北医药, 2020, 42(5): 774-778.
- [17] 张安全, 王红梅, 邓继焜. 深圳市儿童医院住院患儿人副流感病毒感染状况分析[J]. 社区医学杂志, 2023, 21(7): 329-333, 339.
- [18] 张宝芹, 王宇清. 苏州地区住院患儿人副流感病毒 3 肺炎流行病学及临床特征研究[J]. 儿科药学杂志, 2020, 26(12): 32-35.
- [19] Jackson, D.J. and Gern, J.E. (2022) Rhinovirus Infections and Their Roles in Asthma: Etiology and Exacerbations. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, **10**, 673-681. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2022.01.006>
- [20] Han, M., Bentley, J.K., Rajput, C., Lei, J., Ishikawa, T., Jarman, C.R., et al. (2019) Inflammasome Activation Is Required for Human Rhinovirus-Induced Airway Inflammation in Naive and Allergen-Sensitized Mice. *Mucosal Immunology*, **12**, 958-968. <https://doi.org/10.1038/s41385-019-0172-2>
- [21] 赵岚, 方晓丹, 王蒙荷, 等. 452 例儿童急性呼吸道病毒感染的流行病学调查[J]. 中国妇幼健康研究, 2020, 31(6): 722-726.
- [22] Erkkola, R., Turunen, R., Räisänen, K., Waris, M., Vuorinen, T., Laine, M., et al. (2020) Rhinovirus C Is Associated with Severe Wheezing and Febrile Respiratory Illness in Young Children. *Pediatric Infectious Disease Journal*, **39**, 283-286. <https://doi.org/10.1097/inf.0000000000002570>
- [23] Wallihan, R.G., Suárez, N.M., Cohen, D.M., Marcon, M., Moore-Clingenpeel, M., Mejias, A., et al. (2018) Molecular Distance to Health Transcriptional Score and Disease Severity in Children Hospitalized with Community-Acquired Pneumonia. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, **8**, Article 382. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00382>
- [24] 麻粉莲, 王超, 陈爱珺, 等. 人偏肺病毒在传代细胞和人呼吸道上皮细胞中分离和鉴定[J]. 病毒学报, 2022, 38(2): 313-321.
- [25] van den Hoogen, B.G., de Jong, J.C., Groen, J., Kuiken, T., de Groot, R., Fouchier, R.A.M., et al. (2001) A Newly Discovered Human Pneumovirus Isolated from Young Children with Respiratory Tract Disease. *Nature Medicine*, **7**, 719-724. <https://doi.org/10.1038/89098>
- [26] 朱汝南, 钱渊, 邓洁, 等. 北京地区六岁以下儿童急性呼吸道偏肺病毒感染[J]. 中华儿科杂志, 2003, 41(6): 441-444.
- [27] 蔡勇, 陈德晖, 刘文宽, 等. 广州地区急性呼吸道感染住院儿童人博卡病毒流行病学分析[J]. 实用医学杂志, 2019, 35(7): 1159-1161.
- [28] Dong, Y., Fasina, O.O. and Pintel, D.J. (2018) The Human Bocavirus 1 NP1 Protein Is a Multifunctional Regulator of Viral RNA Processing. *Journal of Virology*, **92**, e01187-18. <https://doi.org/10.1128/jvi.01187-18>
- [29] 欧顺婧, 甘正飞, 邓国珍, 等. 969 例呼吸道感染儿童中人博卡病毒的感染情况与临床特征分析[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2022, 14(6): 941-944, 948.
- [30] 张学红, 张国成, 许东亮, 等. 急性呼吸道感染住院儿童人类博卡病毒感染的临床特征[J]. 临床儿科杂志, 2009, 27(6): 514-517, 552.
- [31] Trapani, S., Caporizzi, A., Ricci, S. and Indolfi, G. (2023) Human Bocavirus in Childhood: A True Respiratory Pathogen or a “Passenger” Virus? A Comprehensive Review. *Microorganisms*, **11**, Article 1243. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051243>
- [32] 邓全敏, 梁萍, 刘瀚旻. 儿童新型冠状病毒肺炎流行病学特点及机制分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2021, 23(4): 420-424.
- [33] Kim, D., Lee, J., Yang, J., Kim, J.W., Kim, V.N. and Chang, H. (2020) The Architecture of SARS-CoV-2 Transcriptome. *Cell*, **181**, 914-921.e10. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.04.011>
- [34] 张若阳, 舒强. miRNA 在新型冠状病毒肺炎中的研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(10): 1234-1238.
- [35] Wiersinga, W.J., Bonten, M.J., Boersma, W.G., et al. (2018) Management of Community-Acquired Pneumonia in Adults: 2016 Guideline Update from the Dutch Working Party on Antibiotic Policy (SWAB) and Dutch Association of Chest Physicians (NVALT). *The Netherlands Journal of Medicine*, **76**, 4-13.
- [36] 杨琰, 张杨, 黄娟, 等. 儿童腺病毒肺炎及呼吸道合胞病毒肺炎的临床特征分析[J]. 中国医药导报, 2022, 19(2): 80-83, 103.
- [37] 田雨飞, 左力, 李道醒, 等. 儿童病毒性肺炎的病原体及临床症状分析[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2024, 47(5): 513-516.
- [38] Ünal, S., Schnitzler, P., Giesen, N., Wedde, M., Dürrwald, R. and Tabatabai, J. (2023) Molecular Epidemiology and Disease Severity of Influenza Virus Infection in Patients with Haematological Disorders. *Journal of Medical Virology*,

95, e28835. <https://doi.org/10.1002/jmv.28835>

- [39] Mancino, E., Cristiani, L., Pierangeli, A., Scagnolari, C., Nenna, R., Petrarca, L., *et al.* (2020) A Single Centre Study of Viral Community-Acquired Pneumonia in Children: No Evidence of SARS-CoV-2 from October 2019 to March 2020. *Journal of Clinical Virology*, **128**, Article ID: 104385. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104385>
- [40] 王爽, 王雪峰, 张月馨, 等. 1285 例病毒性肺炎患儿病原分布特征及其与中医证型的关系[J]. 辽宁中医杂志, 2024, 51(6): 127-130, 226.