

• 慢病专题:呼吸系统相关疾病 •

住院患儿呼吸道合胞病毒和腺病毒感染情况研究^{*}

陈 昊^{1,2}, 丁杰锋², 丁金龙², 钦 博^{2△}

(1. 浙江中医药大学医学技术与信息工程学院, 浙江 杭州 310053; 2. 绍兴市
妇幼保健院检验科, 浙江 绍兴 312000)

[摘要] **目的** 探讨呼吸道合胞病毒(RSV)和腺病毒(ADV)感染患儿流行病学和病原学特征,为临床治疗提供依据。**方法** 回顾性选取 2023 年 5 月至 2024 年 11 月绍兴市妇幼保健院 ADV 或 RSV 阳性的住院患儿 1 303 例,根据是否为重症肺炎将其分为 RSV 重症组(83 例)、ADV 重症组(41 例)、非重症组(1 179 例)。同时将非重症组进一步分为 RSV 阳性亚组(821 例)、ADV 阳性亚组(358 例)。比较 RSV 重症组、ADV 重症组、非重症组临床特征,以及 RSV、ADV 阳性患儿实验室指标[白细胞计数(WBC)、血小板计数(PLT)、血小板压积(PCT)、C 反应蛋白(CRP)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、乳酸脱氢酶(LDH)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)],同时对 RSV、ADV 感染季节分布情况进行分析。**结果** 3 组在年龄、混合感染、合并基础疾病方面比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。RSV 重症组年龄与 ADV 重症组、非重症组比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。RSV 重症组、ADV 重症组混合感染率高于非重症组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。RSV 重症组合并基础疾病率高于非重症组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。RSV 重症组 PLT、CK-MB、ALT 水平高于 RSV 阳性亚组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。RSV 重症组、RSV 阳性亚组 WBC、PCT、CRP、LDH、AST 水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。ADV 重症组 LDH 水平高于 ADV 阳性亚组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。ADV 重症组、ADV 阳性亚组 WBC、PLT、PCT、CRP、CK-MB、ALT、AST 水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。RSV 感染主要集中在春季和秋季,ADV 感染主要集中在春季和夏季。RSV、ADV 感染所致重症病例的集中高发期与其流行高峰期高度吻合。**结论** RSV、ADV 引发的重症感染与患儿临床表征存在显著关联,有多种血清炎症标志物水平显著升高特征,并且重症病例的集中高发期与其流行高峰期高度吻合。

[关键词] 呼吸道病毒; 儿童; 感染; 病原学; 流行病学

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.12.008

中图法分类号:R725.6

文章编号:1009-5519(2025)12-2775-05

文献标识码:A

Respiratory syncytial virus and adenovirus infections in hospitalized children^{*}

CHEN Hao^{1,2}, DING Jiefeng², DING Jinlong², QIN Bo^{2△}

(1. School of Medical Technology and Information Engineering, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou, Zhejiang 310053, China; 2. Department of Laboratory, Shaoxing Maternity and Child Health Care Hospital, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the epidemiological and etiological characteristics of children infected with respiratory syncytial virus(RSV) and adenovirus(ADV) infection in children, and to provide the basis for clinical treatment. **Methods** A total of 1 303 hospitalized children with ADV or RSV positive in Shaoxing Maternity and Child Health Care Hospital from May 2023 to November 2024 were selected retrospectively. They were divided into RSV severe group(83 cases), ADV severe group(41 cases) and non-severe group(1 179 cases) according to whether they were severe pneumonia or not. The non-severe group was further divided into RSV positive subgroup(821 cases) and ADV positive subgroup(358 cases). The clinical characteristics of the severe RSV group, the severe ADV group and the non-severe ADV group were compared, as well as laboratory indicators of RSV and ADV positive children[white blood cell count(WBC), platelet count(PLT), plateletcrit (PCT), C-reactive protein(CRP), creatine kinase isoenzyme MB(CK-MB), lactate dehydrogenase(LDH), ala-

^{*} 基金项目:浙江省基础公益研究计划项目(LGF22H190009);浙江省自然科学基金项目(LTGY24H190004)。

作者简介:陈昊(1996—),硕士研究生,主管技师,主要从事分子诊断研究。△ 通信作者, E-mail: qinbo0809@hotmail.com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250827.1135.008\(2025-08-27\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250827.1135.008(2025-08-27))

nine aminotransferase(ALT) and aspartate aminotransferase(AST)], and the seasonal distribution of RSV and ADV infection was analyzed. **Results** There were significant differences in age, mixed infection and underlying disease among the three groups($P<0.05$). There was statistically significant difference in age between the RSV severe group and the ADV severe and non severe groups($P<0.05$). The mixed infection rate of severe RSV and ADV was significantly higher than that of non-severe RSV and ADV, and the difference was statistically significant($P<0.05$). The rate of underlying disease in severe RSV group was higher than that in non-severe RSV group, and the difference was statistically significant($P<0.05$). The levels of PLT, CK-MB and ALT in severe RSV group were significantly higher than those in RSV positive subgroup, and the differences were statistically significant($P<0.05$). There were no statistically significant differences in the levels of WBC, PCT, CRP, LDH, and AST between the RSV severe group and RSV positive subgroup($P>0.05$). The level of LDH in ADV severe group was higher than that in ADV positive subgroup, and the difference was statistically significant($P<0.05$). There were no statistically significant differences in the levels of WBC, PLT, PCT, CRP, CK-MB, ALT, and AST between the ADV severe group and the ADV positive subgroup($P>0.05$). RSV infection was mainly concentrated in spring and autumn, and ADV infection was mainly concentrated in spring and summer. The concentrated high incidence period of severe cases caused by RSV and ADV infection was highly consistent with its epidemic peak. **Conclusion** Severe infections caused by RSV and ADV are significantly associated with the clinical manifestations of the patients, and there is a significant increase in the levels of a variety of serum inflammatory markers. The concentrated high incidence period of severe cases is highly consistent with its epidemic peak.

[**Key words**] Respiratory viruses; Children; Infection; Etiology; Epidemiology

急性呼吸道感染是一个持续性的全球公共卫生问题,且是最常见的传染性疾病之一。这类感染可以由多种病原体引起,包括病毒和细菌等^[1-2]。尤其是在儿童中,由于其免疫系统尚未成熟,抵抗力相对较弱,因此相较于成人,儿童更容易受到呼吸道感染的影响。在临床表现上,急性呼吸道感染的症状通常较为相似,缺乏特异性,常见的症状包括流涕、鼻塞、干咳和喉咙痛等^[3]。如果未能及时对症治疗,这些症状可能会加重并延续,最终导致肺炎等更为严重的并发症,从而危害儿童的健康,尤其在合并多系统功能衰竭等严重并发症时,病死率可显著升高^[4]。

呼吸道合胞病毒(RSV)和腺病毒(ADV)是导致这类感染的 2 个重要病原体,对儿童的健康构成了严重威胁^[5]。RSV 是婴幼儿急性下呼吸道感染的主要病因,常引发支气管炎和肺炎,导致住院治疗率显著增加。RSV 感染尤为危险,尤其对于免疫系统尚未完全成熟的婴幼儿,严重时常会导致呼吸衰竭,甚至危及生命^[6]。ADV 则是一种多种类型的病毒,能够引发从轻微症状到重症感染的广泛临床表现,其对各种年龄段儿童都有感染风险,尤其是在集体环境中。虽然 ADV 感染通常可自限,但在某些高危儿童中,尤其是患有基础性疾病或免疫功能低下的个体,重症病例的发生率显著上升。ADV 感染可导致肺炎、严重呼吸窘迫及其他并发症,增加了住院治疗的需求,并可能对儿童未来的呼吸健康产生长期影响^[7]。这 2 种

病毒均具有较强的传播能力,使得呼吸道感染在婴幼儿群体中呈现出高发特征。因此,认识和理解这 2 种病毒在儿童呼吸道感染中的作用,提高对重症病例的管理和防治显得尤其重要。本研究比较了 RSV、ADV 感染在患儿年龄分布、季节流行特征及实验室指标等方面的差异,从而为呼吸道病毒感染的早期预警指标体系和精准防控策略的制定提供重要循证依据。

1 对象与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2023 年 5 月至 2024 年 11 月绍兴市妇幼保健院 ADV 或 RSV 阳性的住院患儿 1 303 例,其中单一 RSV 阳性 894 例,单一 ADV 阳性 386 例,混合感染 23 例。根据是否为重症肺炎将患儿分为 RSV 重症组(83 例)、ADV 重症组(41 例)、非重症组(1 179 例)。同时将非重症组进一步分为 RSV 阳性亚组(821 例)、ADV 阳性亚组(358 例)。纳入标准:(1)符合《诸福棠实用儿科学》(第 9 版)^[8]中呼吸道感染诊断标准。(2)RSV 或 ADV 检测结果为阳性。(3)临床资料完整。排除标准:(1)检查前接受抗病毒治疗;(2)临床资料缺失。重症肺炎诊断标准参照《儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019 年版)》中的诊断标准^[9]:(1)一般情况差;(2)有意识障碍;(3)出现低氧表现,如发绀、呼吸增快[呼吸频率大于或等于 70 次/分钟(婴儿)或大于或等于 50 次/分钟(>1 岁)]、呼吸困难(呻吟样呼吸、鼻翼扇动、三凹征)、间

歇性呼吸暂停、氧饱和度小于 92%；(4)超高热,持续高热时间大于 5 d；(5)有脱水征/拒食；(6)胸片或胸部 CT 示大于或等于 2/3 单侧肺浸润、多叶肺浸润、胸腔积液、气胸、肺不张、肺坏死、肺脓肿；(7)有肺外并发症。符合以上任何一项即可诊断为重症肺炎。本研究经医院医学伦理委员会审核批准[2025(论)第 025 号]。

1.2 方法 采集患者鼻咽拭子样本,将样本放入病毒保存管并置于专用冷藏箱中,在 2 h 内转移至 0~8℃冰箱进行保存。采用多重核酸检测法检测甲型流感病毒、乙型流感病毒、RSV、人鼻病毒、ADV 和肺炎支原体。所有操作均严格按照试剂盒说明书进行。比较 RSV 重症组、ADV 重症组、非重症组临床特征,以及 RSV、ADV 阳性患儿实验室指标[白细胞计数(WBC)、血小板计数(PLT)、血小板压积(PCT)、C 反应蛋白(CRP)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、乳酸脱氢酶(LDH)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)],同时分析 RSV、ADV 感染季节分布情况。

1.3 统计学处理 采用 SPSS28.0 软件进行数据分析。满足正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料以中位数(四分位数间距)[*M*(*Q*₁,*Q*₃)]表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验;计数资料以例数和百

分比表示,组间比较采用 χ^2 检验,两两比较采用 Bonferroni 检验;等级资料采用非参数检验,两两比较采用 Dunn-Bonferroni 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 RSV 重症组、ADV 重症组、非重症组临床特征比较 3 组在年龄、混合感染、合并基础疾病方面比较,差异有统计学意义(*P* < 0.001)。RSV 重症组年龄与 ADV 重症组、非重症组比较,差异有统计学意义(*P* < 0.05)。RSV 重症组、ADV 重症组混合感染率高于非重症组,差异有统计学意义(*P* < 0.05)。RSV 重症组合并基础疾病率高于非重症组,差异有统计学意义(*P* < 0.05)。见表 1。

2.2 RSV 重症组、RSV 阳性亚组实验室指标比较 RSV 重症组 PLT、CK-MB、ALT 水平高于 RSV 阳性亚组,差异有统计学意义(*P* < 0.05)。2 组 WBC、PCT、CRP、LDH、AST 水平比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。见表 2。

2.3 ADV 重症组、ADV 阳性亚组实验室指标比较 ADV 重症组 LDH 水平高于 ADV 阳性亚组,差异有统计学意义(*P* < 0.05)。2 组 WBC、PLT、PCT、CRP、CK-MB、ALT、AST 水平比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。见表 3。

表 1 RSV 重症组、ADV 重症组、非重症组临床特征比较[*n*(%)]

项目	RSV 重症组(<i>n</i> = 83)	ADV 重症组(<i>n</i> = 41)	非重症组(<i>n</i> = 1 179)	χ^2	<i>P</i>
性别				0.255	0.880
男	48(57.83)	24(58.54)	657(55.73)		
女	35(42.17)	17(41.46)	522(44.27)		
年龄				23.644	<0.001
<1 岁	49(59.04)	14(34.15) ^a	401(34.01) ^a		
1~<3 岁	20(24.10)	11(26.83) ^a	314(26.63) ^a		
3~<6 岁	10(12.05)	7(17.07) ^a	302(25.61) ^a		
6~<14 岁	4(4.82)	9(21.95) ^a	162(13.74) ^a		
发热				0.604	0.739
是	78(93.98)	37(90.24)	1097(93.04)		
否	5(6.02)	4(9.76)	82(6.96)		
混合感染				195.356	<0.001
是	13(15.66)	13(31.71)	10(0.85) ^{ab}		
否	70(84.34)	28(68.29)	1 169(99.15)		
合并基础疾病				16.562	<0.001
有	17(20.48)	8(19.51)	103(8.74) ^a		
无	66(79.52)	33(80.49)	1 076(91.26)		

注:与 RSV 重症组比较,^a*P* < 0.05;与 ADV 重症组比较,^b*P* < 0.05。

2.4 RSV、ADV 感染季节分布情况 RSV、ADV 感染分别呈现不同的流行特点。RSV 感染主要集中在

春季和秋季,在 2023 年 7—9 月和 2024 年 2—3 月分别有一轮流行高峰。ADV 感染主要集中在春季和夏季,在 2024 年 4—8 月有较大规模的流行。RSV、

ADV 感染所致重症病例的集中高发期与其流行高峰期高度吻合。见图 1。

表 2 RSV 重症组、RSV 阳性亚组实验室指标比较[$M(Q_1, Q_3)$]

项目	RSV 重症组($n=83$)	RSV 阳性亚组($n=821$)	Z	P
WBC($\times 10^9 L^{-1}$)	8.21(6.16,10.43)	8.66(6.56,11.04)	−0.795	0.427
PLT($\times 10^9 L^{-1}$)	387.50(307.50,481.50)	347.50(279.75,440.00)	−2.398	0.016
PCT(ng/mL)	0.070(0.050,0.090)	0.064(0.042,0.110)	−0.792	0.428
CRP(mg/L)	0.78(0.50,4.22)	1.81(0.50,7.53)	−1.668	0.095
LDH(U/L)	308.75(283.29,352.32)	324.58(288.27,366.35)	−1.721	0.085
CK-MB(U/L)	31.51(25.80,38.44)	28.90(23.00,35.40)	−2.153	0.031
ALT(U/L)	22.98(17.82,34.90)	19.96(14.80,28.91)	−2.846	0.004
AST(U/L)	37.71(32.65,46.83)	40.33(33.70,49.67)	−1.653	0.098

表 3 ADV 重症组、ADV 阳性亚组实验室指标比较[$M(Q_1, Q_3)$]

项目	ADV 重症组($n=41$)	ADV 阳性亚组($n=358$)	Z	P
WBC($\times 10^9 L^{-1}$)	9.56(6.67,11.74)	7.20(5.18,11.00)	−1.636	0.102
PLT($\times 10^9 L^{-1}$)	328.00(259.00,398.25)	275.00(232.25,339.00)	−1.781	0.075
PCT(ng/mL)	0.120(0.086,0.461)	0.179(0.076,0.443)	−0.258	0.796
CRP(mg/L)	7.02(4.57,29.05)	13.33(4.99,28.82)	−0.770	0.441
LDH(U/L)	314.37(294.47,406.40)	302.74(256.23,355.71)	−2.082	0.037
CK-MB(U/L)	21.26(18.14,32.84)	22.49(18.58,29.12)	−0.686	0.493
ALT(U/L)	11.73(8.44,24.66)	13.22(10.21,17.66)	−0.592	0.554
AST(U/L)	32.00(27.30,42.64)	29.30(24.80,36.30)	−1.075	0.283

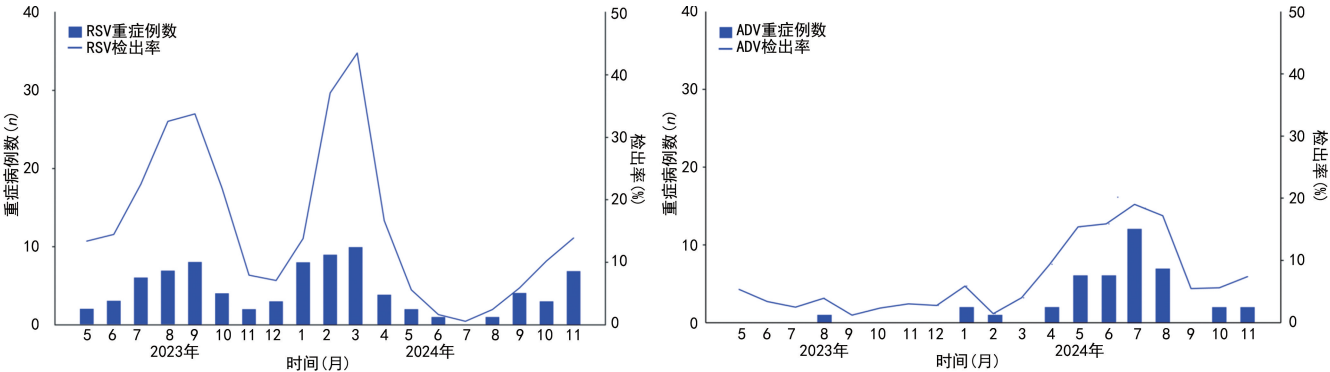


图 1 RSV、ADV 感染季节分布情况

3 讨 论

近年来,小儿病毒性肺炎的发病率呈现显著上升态势,其临床特征主要表现为起病急骤、病情进展迅猛。在短时间内,轻度感染可能迅速进展为重症肺炎,其不仅可能导致急性呼吸窘迫综合征等严重并发症,还可能对患儿认知发育和肺功能产生远期不良影响^[10]。在小儿病毒性肺炎的病原学构成中,RSV 和 ADV 感染占据重要地位,这 2 种病毒感染可导致急性肺炎、毛细支气管炎等严重并发症。RSV 和 ADV

感染临床表现多样,主要包括持续性高热、剧烈咳嗽、呼吸急促、胸痛及全身性症状等。值得注意的是,经历 RSV 或 ADV 感染的重症儿童,其未来发生慢性呼吸道疾病(如哮喘或过敏性气道反应)的风险显著增加。因此,实施快速、准确的病毒学诊断和早期针对性干预,不仅能够提高急性期救治成功率,更对保障儿童长期生存质量具有深远的临床价值和社会意义。疫情防控期间,我国多地未出现呼吸道病原体的大规模流行现象^[11]。这一现象可能与疫情防控期间

广泛实施的干预密切相关,此类措施显著抑制了呼吸道病原体的社区传播链,但也导致儿童群体因长期缺乏自然免疫刺激而形成“免疫负债”。随着防疫政策的调整,绍兴地区在 2023 年后出现呼吸道病毒集中暴发趋势,其中 RSV 感染主要集中在春季和秋季,ADV 感染主要集中在春季和夏季,在 2024 年 4—8 月有较大规模的流行。进一步显示,儿童 RSV 和 ADV 感染所致的重症风险呈现显著的年龄与病原体特异性差异,其中<1 岁患儿重症率高于其他年龄段,其主要原因在于<1 岁婴儿由于免疫系统尚未完全发育,容易受到各种病毒侵袭。此外,<1 岁婴儿呼吸道黏膜尚不成熟,更容易感染呼吸道疾病。随着年龄的增长,婴儿的免疫系统逐渐完善,抵抗力随之增强,病毒感染所致重症率也相应减少^[12]。

本研究结果显示,RSV 重症组 PLT、CK-MB、ALT 水平显著高于 RSV 阳性亚组,ADV 重症组 LDH 水平高于 ADV 阳性亚组,与文献[13-14]等研究结果相吻合。提示,随着感染病程的进展,患儿肝脏和心脏功能可能受到不同程度损害。重症感染导致的代谢功能障碍可能通过多种机制影响器官功能:(1)严重感染引发的组织缺氧状态可能导致代谢中间产物积累,进而影响肝脏的正常代谢功能;(2)心肌能量代谢障碍可能加重心脏功能损伤。这种多器官功能损害与感染的严重程度呈正相关,凸显了重症呼吸道感染对儿童多系统功能的广泛影响。混合感染与基础疾病不仅是儿童重症呼吸道感染的危险因素,还可能通过协同效应显著增加重症风险。儿童重症肺炎的发生机制复杂,涉及宿主免疫状态、病原体毒力特性及共病因素等多重因素的相互作用。未来研究应着重探讨各风险因素对疾病严重程度的具体影响机制,并致力于构建整合临床特征、病原学数据和宿主因素的动态风险评估模型,从而为临床精准干预提供科学依据。

综上所述,RSV、ADV 引发的重症感染与患儿临床表征存在显著关联,有多种血清炎症标志物水平显著升高特征,并且重症病例的集中高发期与其流行高峰期高度吻合。儿童呼吸道感染重症风险受病原体毒力、宿主免疫状态及环境因素共同影响,临床需要结合病原学特征、年龄分层及共病因素制定个体化防控方案,以降低重症肺炎发生率及长期后遗症风险。

参考文献

[1] 黄林家,陈良凤,王宪耀,等. 粤东地区 2019—2022 年儿

童呼吸道感染病原学分析[J]. 中国现代药物应用,2024,18(2):149-153.

[2] 高立伟,申昆玲. 儿童反复呼吸道感染病毒感染[J]. 中华实用儿科临床杂志,2021,36(24):1852-1856.

[3] XIONG R, FU R, WU Y, et al. Long-term infection and pathogenesis in a novel mouse model of human respiratory syncytial virus[J]. Viruses, 2022, 14(8):1740.

[4] 杜昆,刘学政,张家均. 学龄前儿童呼吸道感染常见病原体分析[J]. 中国妇幼保健,2022,37(15):2808-2811.

[5] 隋晓东,康小俊,姜庆. 小儿腺病毒肺炎与呼吸道合胞病毒肺炎的临床特征及病情转归分析[J]. 实用中西医结合临床,2024,24(21):29-32.

[6] 任康轶,任洛,邓显,等. 2013—2018 年重庆地区 2066 例急性下呼吸道感染住院患儿呼吸道合胞病毒流行特征分析[J]. 中国当代儿科杂志,2021,23(1):67-73.

[7] SHARIF N, PARVEZ A K, HAQUE A, et al. Molecular and epidemiological trends of human bocavirus and adenovirus in children with acute gastroenteritis in Bangladesh during 2015 to 2019[J]. J Med Virol, 2020, 92(12):3194-3201.

[8] 王天有,申昆玲,沈颖. 诸福棠实用儿科学[M]. 9 版. 北京:人民卫生出版社,2022:1247-1249.

[9] 国家卫生健康委员会,国家中医药局. 儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019 年版)[J]. 中华临床感染病杂志,2019,12(1):6-13.

[10] LI Z J, ZHANG H Y, REN L L, et al. Etiological and epidemiological features of acute respiratory infections in China[J]. Nat Commun, 2021, 12(1):5026.

[11] 林健,李伟,周超,等. 儿童流感样疾病患者病毒病原学检测及流行病学特征分析[J]. 中华检验医学杂志,2022,45(6):574-580.

[12] 陈海梅,张宇庆,蔡思铭,等. 海南省 2012—2021 年儿童 RSV 急性呼吸道感染流行病学特征分析[J]. 中国临床新医学,2023,16(8):833-838.

[13] 钟元锋,汤庆. 呼吸道合胞病毒及鼻病毒感染对儿童肝功能影响的分析[J]. 检验医学与临床,2022,19(20):2833-2836.

[14] DUAN Y L, ZHU Y, XU B P, et al. Multicenter study of human adenovirus infection in pediatric community-acquired pneumonia in China[J]. Chin J Pediatr, 2019, 57(1):27-32.

(收稿日期:2025-04-11 修回日期:2025-09-12)