

• 妇儿临床诊断与实验医学专题 •

儿童人副流感病毒感染与心肌酶谱的相关性研究*

王莹¹, 冯蕴慧¹, 张晓威^{1△}, 汤嘉¹, 代冬¹, 孟婷玉¹, 杨小健², 齐红¹, 李晶莹¹, 孙利伟¹

1. 吉林省儿童医学中心/长春市儿童医院研究室, 吉林长春 130061; 2. 国家儿童医学中心/首都医科大学附属北京市儿童医院耳鼻喉科, 北京 100054

摘要:目的 分析住院儿童人副流感病毒(HPIVs)阳性病例心肌酶水平的变化,了解 HPIVs 感染的危害。方法 回顾性分析 2023 年 9 月至 2024 年 8 月长春市儿童医住院患儿经高通量靶向测序检测 95 种病原后 HPIVs 核酸阳性患儿的一般情况、心肌酶[肌酸激酶(CK)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)和乳酸脱氢酶(LDH)]水平的变化。分析 HPIVs 阳性检出率、病毒病原共感染和流行时间变化。结果 HPIVs 总阳性检出率为 23.57%,其中 HPIV-1、HPIV-2、HPIV-3 和 HPIV-4 阳性检出率分别为 4.15%、6.75%、11.64%和 1.03%。HPIVs 与病毒病原共感染率为 43.31%,以 HPIV-3 为主,共感染的病毒为呼吸道感染常见病毒人鼻病毒、呼吸道合胞病毒、偏肺病毒和腺病毒。HPIVs 感染患儿男女之比为 1.42:1,男性略多于女性;男性和女性阳性检出率分别为 24.49%和 22.37%,差异无统计学意义($P>0.05$)。HPIVs、HPIV-1 和 HPIV-2 感染高发年龄段为 $>36\sim 60$ 个月;HPIV-3 感染高发年龄段为 $>12\sim 36$ 个月。HPIVs 感染的时间分布主要集中在 4-8 月;HPIV-3 阳性病例最多,在 2024 年 4-5 月出现明显的高峰;HPIV-2 阳性病例在 2024 年 6 月出现明显高峰;HPIV-1 在 2023 年 10 月和 2024 年 7 月出现 2 个小高峰。HPIVs 感染患儿心肌酶 CK、CK-MB 和 LDH 水平均明显高于体检健康儿童($P<0.05$);HPIV-3、HPIV-4 患儿的 CK-MB 明显高于 HPIV-1、HPIV-2 患儿($P<0.05$)。结论 HPIVs 感染以 HPIV-3 为主,HPIVs 感染易与呼吸道常见病毒共感染,儿童 HPIVs 感染可以引起心肌酶水平的升高。

关键词:儿童; 人副流感病毒; 感染; 心肌酶谱

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.09.005

中图法分类号:R725.6

文章编号:1673-4130(2026)09-1052-05

文献标志码:A

Correlation between human parainfluenza virus infection and myocardial enzymes in children*

WANG Ying¹, FENG Yunhui¹, ZANG Xiaowei^{1△}, TANG Jia¹, DAI Dong¹,
MENG Tingyu¹, YANG Xiaojian², QI Hong¹, LI Jingying¹, SUN Liwei¹

1. Research Laboratory, Jilin Provincial Children's Medical Center/Changchun Children's Hospital, Changchun, Jilin 130061, China; 2. Department of Otorhinolaryngology, National Center for Children's Health/Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100054, China

Abstract: Objective To analyze the changes of myocardial enzyme levels in hospitalized children with human parainfluenza virus (HPIVs) infection, and to understand the harm of HPIVs infection. **Methods** A retrospective analysis was performed on the general conditions and changes in myocardial enzymes [creatinase (CK), creatine kinase isoenzyme (CK-MB) and lactate dehydrogenase (LDH)] levels of children with HPIVs nucleic acid positive after high-throughput targeted sequencing of 95 pathogens in Changchun Children's Hospital from September 2023 to August 2024. The positive rate of HPIVs, viral pathogen co-infection and epidemic time were analyzed. **Results** The total positive rate of HPIVs was 23.57%, and the positive rates of HPIV-1, HPIV-2, HPIV-3 and HPIV-4 were 4.15%, 6.75%, 11.64% and 1.03%, respectively. The co-infection rate of HPIVs and viral pathogens was 43.31%, mainly HPIV-3. The co-infection viruses were human rhinovirus, respiratory syncytial virus, metapneumovirus and adenovirus. The male to female ratio of HPIVs infection was 1.42:1. The positive detection rates of male and female were 24.49% and 22.37%, respectively, and the difference was not statistically significant ($P>0.05$). HPIVs, HPIV-1 and HPIV-2 infec-

* 基金项目:吉林省卫生健康科技能力提升计划项目(2025WS-KA089)。

作者简介:王莹,女,主任医师,主要从事内科学相关研究。△ 通信作者, E-mail:86980819@qq.com。

tion occurred most frequently in $>36-60$ months of age. The peak age of HPIV-3 infection was $>12-36$ months. The time distribution of HPIVs infection was mainly from April to August. The number of HPIV-3 positive cases was the highest, with an obvious peak from April to May 2024. The number of HPIV-2 positive cases peaked in June 2024. HPIV-1 showed two small peaks in October 2023 and July 2024. The levels of myocardial enzymes CK, CK-MB and LDH levels in children with HPIVs infection were significantly higher than those in healthy children ($P < 0.05$). The levels of CK-MB in HPIV-3 and HPIV-4 were significantly higher than those in HPIV-1 and HPIV-2 ($P < 0.05$). **Conclusion** HPIV-3 is the main pathogen of HPIVs infection. HPIVs infection is prone to co-infection with common respiratory viruses. HPIVs infection in children can cause the elevation of myocardial enzymes.

Key words: children; human parainfluenza virus; infection; myocardial enzyme spectrum

人副流感病毒(HPIVs)属于副黏病毒科,单股负链 RNA 病毒,其基因组编码多种关键蛋白,包括血凝素-神经氨酸酶(HN/H/G)蛋白和融合(F)蛋白,这些蛋白在病毒附着、侵入宿主细胞及诱导免疫反应中起着核心作用^[1]。根据抗原性和遗传学特征的差异,HPIVs 主要分为 4 个血清型(HPIV-1 至 HPIV-4),其中 HPIV-4 又可进一步分为 A 和 B 两个亚型^[2]。不同血清型流行病学特征和临床表现不同。国内外多数研究和临床观察显示,HPIVs 是引起人类急性呼吸道感染(ARIs)的重要病原体之一,尤其在婴幼儿、老年人及免疫缺陷人群中可导致严重的下呼吸道疾病,是造成全球儿童住院的主要原因之一^[3-6]。关于 HPIVs 感染的肺外表现报道较多,每种 HPIVs 都可能引起免疫功能正常或低下的所有年龄组患者的其他系统(中枢神经系统、心血管系统等)感染^[7]。

本文对 2023 年 9 月至 2024 年 8 月于长春市儿童医院(以下简称本院)住院的 919 例 HPIVs 感染患儿心肌酶谱及水平进行分析,旨在了解 HPIVs 感染与心肌酶水平的相关性,为了解 HPIVs 的致病性提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 9 月至 2024 年 8 月于本院住院应用靶向测序(tNGS)技术检测 HPIVs 核酸阳性并同时检测心肌酶的患儿 919 例为观察组。其中男 540 例,女 379 例;年龄 13 d 至 14 岁,平均(39.55 ± 28.63)月龄;选取同期本院的健康体检儿童 50 例为对照组,其中男 31 例,女 19 例;平均(43.28 ± 37.49)个月。观察组与对照组性别($\chi^2 = 0.21, P = 0.39$)、年龄($t = 0.88, P = 0.38$)比较,差异均无统计学意义,有可比性。纳入标准:(1)年龄 0~14 岁;(2)住院治疗病毒感染;(3)接受多病原体 tNGS 检测,检测结果微生物估测浓度 $> 1\ 000$ copy/mL,均一序列数 > 100 ;行心肌酶[肌酸激酶(CK)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)和乳酸脱氢酶(LDH)]检测。排除标准:(1)检测结果为非 HPIVs

感染;(2)重复检测结果;(3)临床资料不全。本研究获本院伦理委员会批准(伦理批号:2025-LW-23)。

1.2 方法

1.2.1 HPIVs 等呼吸道病毒检测 入院当日由专业检验人员采集患儿口咽拭子标本,送金域医学检验,采用 tNGS 技术检测 95 种病原核酸。本研究仅统计分析呼吸道常见病毒病原体,包括副流感病毒 1、2、3、4 型(HPIV-1、HPIV-2、HPIV-3、HPIV-4)、呼吸道合胞病毒(RSV)、腺病毒(ADV)、人鼻病毒(HRV)、甲型流感病毒(FluA)、乙型流感病毒(FluB)、人偏肺病毒(HMPV)、常见人类冠状病毒(HCoV)和新型冠状病毒(SARS-CoV-2)、柯萨奇病毒 A16(CA16)、人博卡病毒(HBoV)、人巨细胞病毒(CMV)、EB 病毒(EBV)、肠道病毒(EV)、人疱疹病毒(HSV)。

1.2.2 血清心肌酶检测 患儿入院次日晨采集静脉血 2 mL,分离血清,送医院检验科。应用日立 7180 型自动生化分析仪检测 CK、CK-MB、LDH 水平。CK > 170 U/L、CK-MB > 25 U/L 和 LDH > 250 U/L 为心肌酶增高。

1.2.3 临床资料 收集分析 HPIVs 阳性患儿性别、年龄、发病日期、血白细胞总数(WBC)、血小板计数(Plt)。

1.3 统计学处理 应用 SPSS25.0 软件进行统计分析。计数资料以例数和百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 HPIVs 阳性检出率 2023 年 9 月至 2024 年 8 月共 3 899 例患儿经 tNGS 检测病毒病原体阳性,其中 HPIVs 阳性且进行心肌酶检测患儿 919 例,阳性检出率为 23.57%,HPIV-1、HPIV-2、HPIV-3 和 HPIV-4 阳性检出率分别为 4.15%(162/3 899)、6.75%(263/3 899)、11.64%(454/3 899)和 1.03%(40/3 899)。HPIVs 阳性病例 HPIV-1、HPIV-2、HPIV-3 和 HPIV-4 构成比为 17.63%、28.62%、

49.40%和 4.35%。

2.2 HPIVs 与病毒病原共感染情况 检测结果存在 2 种及 2 种以上病毒病原体的病例定义为病毒共感染,简称共感染。919 例 HPIVs 阳性病例中,共感染 398 例,共感染率为 43.31%,其中双重病毒感染 346 例,三重病毒感染 42 例,四重感染 10 例。10 例四重病毒感染分别为 HPIV-1+RSV+HRV+HMPV、HPIV-3+RSV+FLuA+HMPV、HPIV-3+RSV+HRV+HSV、HPIV-3+HRV+RSV+CMV、HPIV-3+HMPV+HRV+SARS-CoV-2、HPIV-3+ADV+HRV+HMPV、HPIV-3+CMV+HMPV+FluA、HPIV-3+FluB+HRV+RSV、HPIV-3+HCoV-OC43+HRV+HPIV-1、HPIV-1+HBoV+HRV+ADV。42 例三重感染和 239 例双重感染见表 1。HPIVs 多种病毒共感染,以 HPIV-3 为主,共感染的

病毒为呼吸道感染常见病毒 HRV、RSV、HMPV 和 ADV。

2.3 HPIVs 感染患儿一般情况

2.3.1 性别分布 HPIVs 阳性病例男性 540 例,女性 379 例,男女之比为 1.42:1,男性略多于女性。男性与女性不同型别 HPIVs 阳性检出率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

2.3.2 年龄分布 将 HPIVs 感染患儿年龄分为 0~6 个月、>6~12 个月、>12~36 个月、>36~60 个月和 >60 个月 5 个年龄段。HPIVs、HPIV-1 和 HPIV-2 感染高发年龄段为 >36~60 个月;HPIV-3 感染高发年龄段为 >12~36 个月;5 个年龄段中 HPIVs、HPIV-1、HPIV-2、HPIV-3 阳性病例数差异有统计学意义($P<0.05$),HPIV-4 阳性病例数则差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。

表 1 HPIVs 多种病毒共感染情况(n)

项目	双重				三重		
	HPIV-1	HPIV-2	HPIV-3	HPIV-4	HPIV-1	HPIV-2	HPIV-3
HRV	18	11	22	5	RSV* ²	HMPV* ¹	RSV* ⁹
RSV	6	8	26	—	—	—	FLuA* ⁴
HMPV	11	9	12	2	HRV* ¹	—	SARS-CoV2* ²
ADV	3	6	22	—	HRV* ¹	CMV* ¹	RSV* ⁴
HBoV	2	2	9	—	HRV* ¹	—	ADV* ⁴
CoxA6	—	1	3	—	—	—	CMV* ¹
FLuA	5	7	10	—	—	—	HSV* ¹
FLuB	—	4	8	—	—	—	—
CMV	5	5	37	—	HRV* ¹	—	RSV* ⁴
EBV	2	2	21	—	RSV* ¹	—	—
HSV	—	3	5	2	—	—	RSV* ³
HCoV	3	2	13	1	—	—	ADV* ¹
SARS-CoV-2	2	8	9	—	—	—	—

注:HMPV*¹、RSV*⁹和 FLuA*⁴表示 HPIV-2+HMPV+HRV、HPIV-3+HRV+RSV 和 HPIV-3+RSV+FLuA 三重感染 1 例、9 例和 4 例,以此类推;—为此项无数据。

表 2 HPIVs 阳性病例性别分布[n(%)]

性别	n	HPIV-1(n=162)	HPIV-2(n=263)	HPIV-3(n=454)	HPIV-4(n=40)	合计(n=919)
男	2 205	92(4.17)	162(7.35)	260(11.79)	26(1.18)	540(24.49)
女	1 694	70(4.13)	101(5.96)	194(11.45)	14(0.83)	379(22.37)
χ^2		0.004	2.920	0.107	1.174	1.800
P		0.950	0.087	0.743	0.279	0.671

表 3 HPIVs 阳性病例年龄分布[n(%)]

年龄(月)	n	HPIV-1(n=162)	HPIV-2(n=263)	HPIV-3(n=454)	HPIV-4(n=40)	合计(n=919)
0~6	443	9(2.03)	7(1.58)	69(15.58)	6(1.35)	91(20.54)
>6~12	341	7(2.05)	7(2.05)	55(16.13)	2(0.59)	71(20.82)

续表 3 HPIVs 阳性病例年龄分布[n(%)]

年龄(月)	n	HPIV-1(n=162)	HPIV-2(n=263)	HPIV-3(n=454)	HPIV-4(n=40)	合计(n=919)
>12~36	1484	68(4.58)	79(5.32)	244(16.44)	19(1.28)	410(27.63)
>36~60	802	63(7.86)	117(14.59)	41(5.11)	5(0.62)	226(28.18)
>60	829	15(1.81)	53(6.39)	45(5.43)	8(0.97)	121(14.60)
χ^2		50.375	114.090	110.920	3.375	63.771
P		<0.001	<0.001	<0.001	0.497	<0.001

2.4 HPIVs 感染的时间分布 HPIVs 感染主要集中在 4—8 月,在 2023 年 9 月至 2024 年 8 月,HPIV-3 阳性病例最多,在 2024 年 4—5 月出现明显的高峰;HPIV-2 阳性病例在 2024 年 6 月出现明显高峰;HPIV-1 在 2023 年 10 月和 2024 年 7 月出现 2 个小高峰。见图 1。

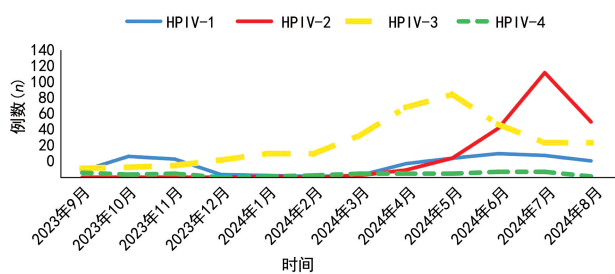


图 1 HPIVs 感染时间分布

2.5 HPIVs 心肌酶水平 HPIVs 感染患儿心肌酶 CK、CK-MB、LDH 水平均明显高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 4。

表 4 HPIVs 心肌酶水平比较($\bar{x}\pm s, \mu/L$)

组别	n	CK	CK-MB	LDH
观察组	919	99.98±9.19	16.14±5.93	292.03±66.97
对照组	50	34.64±7.43	8.72±1.99	83.88±20.56
Z		10.44	5.76	11.895
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.6 不同血清型 HPIVs 心肌酶水平比较 HPIV-1、HPIV-2、HPIV-3、HPIV-4 感染患儿 CK、CK-MB 和 LDH 水平比较,HPIV-3 和 HPIV-4 的 CK-MB 水平明显高于 HPIV-1 和 HPIV-2($P<0.05$)。见表 5。

表 5 不同血清型 HPIVs 心肌酶水平比较($\bar{x}\pm s, \mu/L$)

类型	n	CK	CK-MB	LDH
HPIV-1	162	91.85±36.67	15.80±2.72	291.27±81.02
HPIV-2	263	110.60±35.78	13.89±3.49	285.27±56.80
HPIV-3	454	90.04±32.30	17.36±17.85	295.16±66.96
HPIV-4	40	176.03±54.09	18.50±7.93	304.87±64.03
Z		1.458	32.904	11.117
P		0.692	<0.001	0.110

3 讨论

在全球范围内,5 岁以下儿童中约 13% 的下呼吸道感染(LRI)病例由 HPIVs 引起,导致 4%~14% 的 LRI 相关住院病例和 4% 的 LRI 相关死亡病例^[6]。在我国深圳市儿童医院 2019—2021 年住院患儿 HPIVs 阳性检出率为 3.29%^[9]。2020 年 1 月至 2023 年 2 月北京市 HPIVs 阳性检出率为 3.22%^[10]。2010—2020 年江西省儿童医院急性呼吸道感染病例 HPIVs 总阳性检出率为 12.5%^[6]。2018—2019 年银川市妇幼保健院社区获得性肺炎患儿的下呼吸道分泌物总 HPIVs 阳性检出率为 35.1%^[11]。美国住院 HPIVs 阳性检出率为 7%^[12]。本研究中 2023 年 9 月至 2024 年 8 月 14 岁以下住院病毒感染病例 HPIVs 阳性检出率为 23.57%,提示 HPIVs 阳性检出率不同地域不同时间发病率不同。

本研究中 HPIVs 病毒病原共感染率为 43.31%;HPIVs 多种病毒共感染以 HPIV-3 为主;共感染的病毒为呼吸道感染常见病毒 HRV、RSV、HMPV、ADV。2016—2020 年我国华南地区 HPIVs 与其他呼吸道病毒共感染率为 38.3%,最常同时感染的病毒是 HRV,其次是 HCoV、RSV 和 ADV^[13]。

了解 HPIVs 感染的时间分布,对于临床诊疗和公共卫生防控都很重要。HPIVs 感染呈现出明显的季节性规律,并且不同血清型的特点也有差异。本研究 HPIVs 感染主要集中在 4—8 月,2023 年 9 月至 2024 年 8 月 HPIV-3 阳性病例最多,于 2024 年 4—5 月出现明显的高峰;HPIV-2 阳性病例在 2024 年 6 月出现明显高峰;HPIV-1 在 2023 年 10 月和 2024 年 7 月出现 2 个小高峰。冉鑫等^[6]研究显示,HPIV-1 感染每隔 2 年出现秋季的高峰;HPIV-2 流行高峰与 HPIV-1 交替发生;HPIV-3 主要流行于春季和夏季(4—8 月);HPIV-4 的流行无明显季节性。瑞典一项研究显示,HPIV-1 在夏季流行,HPIV-3 在冬春季流行,HPIV-4 在冬季流行,HPIV-2 因检出率低,没有明显季节性^[14]。SONG 等^[15]对 4 种 HPIV 研究显示,不同的 HPIVs 类型表现出不同的全球流行病学和传播模式。

心肌酶是存在于心肌细胞内的一系列酶的总称,

当心肌细胞受损时,它们会释放到血液中,导致检测值升高。在儿童中,多种呼吸道病毒(如柯萨奇病毒、流感病毒、腺病毒等)被确认是心肌酶升高或病毒性心肌炎的常见病原体。每种 HPIVs 都可能引起免疫功能正常或低下的所有年龄段患者的其他系统(中枢神经系统、心血管系统等)感染。国外有 HPIVs 感染与心肌炎、新生儿心律失常和心包炎的报道^[7]。国外有明确的病例报告和小型病例系列研究证实 HPIVs 感染后出现心肌酶水平升高,但缺乏大规模流行病学数据。近年有关 HPIVs 感染心肌细胞损伤,引起心肌酶升高的报道极少。本文对 919 例 HPIVs 感染患儿心肌酶水平进行检测,发现其 CK、CK-MB 和 LDH 水平明显高于健康体检儿童,HPIV-1、HPIV-2、HPIV-3 和 HPIV-4 感染患儿 CK、CK-MB 和 LDH 水平比较,HPIV-3 和 HPIV-4 的 CK-MB 水平明显高于 HPIV-1 和 HPIV-2。本研究结果提示,在临床实践中,儿童 HPIVs 感染尤其是在处理重症或高危患儿时,保持对 HPIVs 可能导致心肌细胞损伤并发症的警惕是十分必要的。

HPIVs 感染在发达国家得到了比较充分的研究。有研究表明,在亚洲国家,HPIVs 给儿童带来了巨大的疾病负担^[16]。长期系统地监测 HPIVs 的流行特点、了解疾病危害并警惕重要器官严重并发症的出现,对于 HPIVs 感染的预防和治疗有重要意义。

参考文献

[1] 姜晶晶,王志玉. 人副流感病毒 3 型包膜糖蛋白相互作用机制的研究进展[J]. 中华实验和临床病毒学杂志,2017,31(5):466-471.

[2] AGUILAR J C, PÉREZ-BREÑA M P, GARCÍA M L, et al. Detection and identification of human parainfluenza viruses 1, 2, 3, and 4 in clinical samples of pediatric patients by multiplex reverse transcription-PCR[J]. J Clin Microbiol, 2000, 38(3):1191-1195.

[3] JAIN S, WILLIAMS D J, ARNOLD S R, et al. Community-acquired pneumonia requiring hospitalization among U. S. children[J]. N Engl J Med, 2015, 372(9):835-845.

[4] SWAMY M A, MALHOTRA B, JANARDHAN REDDY P V, et al. Distribution and trends of human parainfluenza viruses in hospitalised children[J]. Indian J Pediatr, 2016, 83(10):1109-1113.

[5] ABU-HELALAH M, ABU LUBAD M, AL-HANAKTAH M, et al. The epidemiology and clinical burdens of

human parainfluenza virus infections amongst hospitalized children under 5 years of age in Jordan: a national multi-center cross-sectional study[J]. Viruses, 2025, 17(2):170.

[6] 冉鑫,肖大瑾,徐刚,等. 2010—2020 年江西省儿童医院急性呼吸道感染病例人副流感病毒流行特征研究[J]. 疾病监测, 2023, 38(7):806-811.

[7] FARAHMAND M, SHATIZADEH M S, JABBARI M R, et al. The landscape of extrapulmonary manifestations of human parainfluenza viruses: a systematic narrative review[J]. Microbiol Immunol, 2021, 65(1):1-9.

[8] WANG X, LI Y, DELORIA-KNOLL M, et al. Global burden of acute lower respiratory infection associated with human parainfluenza virus in children younger than 5 years for 2018: a systematic review and meta-analysis[J]. Lancet Glob Health, 2021, 9(8):e1077-e1087.

[9] 张安全,王红梅,邓继岗. 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.

[10] 关雪娇,李茂中,康露,等. 2020—2023 年北京市副流感病毒流行特征分析[J]. 疾病监测, 2023, 38(7):786-791.

[11] 马岸文,朱磊,闫琰,等. 878 例副流感病毒在儿童社区获得性肺炎感染中的临床及流行特征分析[J]. 宁夏医科大学学报, 2022, 44(7):717-723.

[12] WEINBERG G A, DE ST MAURICE A M, QWAIDER Y Z, et al. The epidemiology and burden of human parainfluenza virus hospitalizations in US children[J]. J Pediatr Infect Dis Soc, 2025, 14(4):piaf026.

[13] LI Y, LIU M, LIANG J, et al. Epidemiological and molecular characteristics of human parainfluenza virus in Southern China during 2016-2020[J]. Virol Sin, 2025, 40(2):157-165.

[14] ÁLVAREZ-ARGÜELLES M E, ROJO-ALBA S, PÉREZ MARTÍNEZ Z, et al. New clinical and seasonal evidence of infections by Human Parainfluenzavirus[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2018, 37(11):2211-2217.

[15] SONG Y, GONG Y N, CHEN K F, et al. Global epidemiology, seasonality and climatic drivers of the four human parainfluenza virus types [J]. J Infect, 2025, 90(4):106451.

[16] RAFEEK R A M, DIVARATHNA M V M, NOORDEEN F. A review on disease burden and epidemiology of childhood parainfluenza virus infections in Asian countries[J]. Rev Med Virol, 2021, 31(2):e2164.