

不同影像学类型的肺炎支原体肺炎患儿 与肺功能的相关性*

阚月月¹ 于跑² 李传景¹ 张立霞¹ 王远¹

(安徽医科大学附属宿州医院 1. 儿童呼吸科; 2. 儿内科, 安徽 宿州 234000)

【摘要】 目的 分析不同影像学类型的肺炎支原体肺炎(MPP)患儿与肺功能的相关性。方法 选取 2023 年 5 月—2025 年 2 月于本院治疗的 120 例 MPP 患儿,根据肺部 CT 检查表现结果,将其分为支气管肺炎组 57 例、大叶性肺炎组 41 例、细支气管炎组 22 例。对比分析 3 组临床资料及肺功能指标,并通过 Spearman 相关性分析不同影像学类型与肺功能的相关性。结果 3 组患儿潮气量(VT)、用力肺活量(FVC)、第 1 秒用力呼气容积(FEV1)、最大呼气峰流速(PEF)、用力呼气 25%肺活量时的流速(FEF25)、用力呼气 50%肺活量时的流速(FEF50)、用力呼气 75%肺活量时的流速(FEF75)、最大呼气中期流速(MMEF)比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。支气管肺炎与 VT、FVC、FEV1、FEF25、FEF75、MMEF 呈正相关($P < 0.05$),与 PEF 呈负相关($P < 0.05$)。大叶性肺炎与 PEF 呈正相关($P < 0.05$),与 MMEF 呈负相关($P < 0.05$)。细支气管炎与 VT、FVC、FEV1、FEF25、FEF50、FEF75、MMEF 呈负相关($P < 0.05$)。结论 MPP 患儿的影像学特征与肺功能指标密切相关。

【关键词】 肺炎支原体肺炎; 儿童; 影像学; 肺功能; 相关性

【中图分类号】 R725.6 **【文献标志码】** A **DOI:** 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2026. 05. 020

Correlation between mycoplasma pneumoniae pneumonia children with different imaging types and pulmonary function

KAN Yueyue¹, YU Pao², LI Chuanjing¹, ZHANG Lixia¹, WANG Yuan¹

(1. Department of Pediatric Respiratory Medicine, Suzhou Hospital of Anhui Medical University, Suzhou 234000, Anhui, China;

2. Department of Pediatric Internal Medicine, Suzhou Hospital of Anhui Medical University, Suzhou 234000, Anhui, China)

【Abstract】 **Objective** To investigate the correlation between pulmonary function and different imaging types in children with mycoplasma pneumoniae pneumonia (MPP). **Methods** A total of 120 children with MPP treated in our hospital from May 2023 to February 2025 were selected. According to the results of lung CT examination, they were divided into bronchopneumonia group ($n=57$), lobar pneumonia group ($n=41$) and bronchiolitis group ($n=22$). The clinical data and pulmonary function indexes of the three groups were compared and analyzed, and the correlation between different imaging types and pulmonary function was analyzed by Spearman correlation. **Results** There were significant differences in tidal volume (VT), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1), peak expiratory flow (PEF), forced expiratory flow at 25% of the pulmonary volume (FEF25), forced expiratory flow at 50% of the pulmonary volume (FEF50), forced expiratory flow at 75% of the pulmonary volume (FEF75) and maximum mid-expiratory flow (MMEF) among the three groups ($P < 0.05$). Bronchopneumonia was positively correlated with VT, FVC, FEV1, FEF25, FEF75 and MMEF ($P < 0.05$), and negatively correlated with PEF ($P < 0.05$). Lobar pneumonia was positively correlated with PEF ($P < 0.05$) and negatively correlated with MMEF ($P < 0.05$). Bronchiolitis was negatively correlated with VT, FVC, FEV1, FEF25, FEF50, FEF75 and MMEF ($P < 0.05$). **Conclusion** The different imaging features of children with MPP are closely related to the pulmonary function indexes.

【Key words】 Mycoplasma pneumoniae pneumonia; Children; Imaging; Pulmonary function; Correlation

基金项目: 2024 年度安徽省卫生健康科研项目(AHWJ2024Ab0205)

引用本文: 阚月月, 于跑, 李传景, 等. 不同影像学类型的肺炎支原体肺炎患儿与肺功能的相关性[J]. 西部医学, 2026, 38(5): 747-751. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2026. 05. 020

肺炎支原体肺炎(Mycoplasma pneumoniae pneumonia, MPP)是最常见的儿童社区获得性肺炎之一,占住院儿童病例的 10%~40%^[1]。有报道指出, MPP 的流行呈现出约 3~7 年的周期性间隔^[2]。此外, MPP 临床症状表现多样,包括发热、咳嗽、头痛、咽痛、皮疹以及肠道症状等^[3]。尽管在某些情况下 MPP 被认为是一种自限性疾病,但它仍可能引发肺功能损伤,对患儿健康构成严重威胁^[4]。因此,及时识别肺功能损伤风险较高的 MPP 患者,对于改善其预后、减少不良疾病结局极为关键。近年来,影像学检查在 MPP 的诊断中发挥重要作用,其不仅能清晰呈现肺组织的病变,还能够显示管腔扩张或管壁增厚的病变细支气管,且与病理结果高度一致^[5-6]。基于此,本研究以不同影像学特征为分组标准,对比分析 MPP 患儿的临床资料与肺功能指标,旨在深入探究不同影像学类型与肺功能之间的潜在联系,从而实现对高危群体的早期干预。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 5 月—2025 年 2 月于本院治疗的 120 例 MPP 患儿作为研究对象,根据肺部 CT 检查表现结果,将其分为支气管肺炎组 57 例、大叶性肺炎组 41 例、细支气管炎组 22 例。纳入标准:①均符合《儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023 年版)》^[7] 诊断标准。②均接受肺功能、CT 检查。③首次接受治疗。④年龄 4~12 岁。排除标准:①合并支气管肺发育不良、先天性心脏病、免疫缺陷或遗传性神经系统疾病。②合并其他呼吸系统疾病。③其他病原体感染。④临床资料不完整。患者或家属均知情同意,本研究经院医学伦理委员会审核批准。

1.2 方法

对患儿入院时的相关资料进行整理和收集,主要包括年龄、性别、身高、体重、住院时间等,所有患儿均接受 CT 及肺功能检查。

1.2.1 CT 检查 使用 Philips Brilliance 256 排 CT 扫描仪进行胸部检查,检查时引导患儿保持仰卧位,

双手抬高,并配合完成屏气动作,扫描区域覆盖肋膈隐窝下部至胸廓入口。扫描参数如下:层厚 1 mm,层间距 5 mm,管电压 120 kV,管电流 70 mA,矩阵参数 512×512。所有 CT 图像均由两名及以上副主任医师级别的放射科医师共同分析,若两名医师诊断意见存在分歧,则邀请第 3 名同级别医师参与评估并确定最终诊断结果。使用组内相关系数(ICC)评估医师诊断的一致性,ICC=0.84(ICC>0.75 为一致性良好)。

1.2.2 肺功能检查 采用德国 Jaeger 公司的肺功能检查仪进行检测,主要指标为:潮气量(Tidal volume, VT)、用力肺活量(Forced vital capacity, FVC)、第 1 秒用力呼气容积(Forced expiratory volume in 1 second, FEV1)、第 1 秒最大呼气率(FEV1/FVC)、最大呼气峰流速(Peak expiratory flow, PEF)、用力呼气 25%肺活量时的流速(Forced expiratory flow at 25% of FVC, FEF25)、用力呼气 50%肺活量时的流速(FEF50)、用力呼气 75%肺活量时的流速(FEF75)、最大呼气中期流速(Maximum mid-expiratory flow, MMEF)。所有指标均数次连续测量,最终记录最优数值,各项指标的预计值则由计算机通过预设方程式自动计算生成。

1.3 统计学分析 使用 SPSS 27.0 软件进行统计学分析。计量资料正态性检验采用 Shapiro-Wilk 检验,符合正态分布以($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较行单因素方差分析,事后多重比较行 LSD 检验。计数资料以[n(%)]表示,采用卡方检验或 Fisher 精确检验法进行比较。Spearman 相关性分析检验不同影像学类型的 MPP 患儿与肺功能指标的相关性。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料比较 根据肺部 CT 检查表现结果,将 MPP 患儿分为支气管肺炎组、大叶性肺炎组、细支气管炎组,见图 1。3 组患儿年龄、性别、身高、体重、住院天数比较,差异无统计学意义(P>0.05),见表 1。



图 1 肺炎支原体肺炎患儿 3 种肺部 CT 表现类型

Figure 1 Three types of chest CT manifestations in children with mycoplasma pneumoniae pneumonia

注:A. 双肺支气管肺炎 CT 图;B. 右肺中叶大叶性肺炎 CT 图;C. 细支气管炎“树芽征”表现 CT 图。

表 1 临床资料比较 $[(\bar{x} \pm s), n(\times 10^{-2})]$

Table 1 Comparison of clinical data

组别	n	年龄(岁)	性别		身高(cm)	体重(kg)	住院天数(d)
			男	女			
支气管肺炎组	57	6.81±2.10	30 (52.63)	27 (47.37)	123.75±16.05	29.64±9.01	7.04±1.57
大叶性肺炎组	41	6.49±1.93	23 (56.10)	18 (43.90)	127.27±17.95	28.25±8.34	7.42±1.41
细支气管炎组	22	6.82±2.02	10 (45.45)	12 (54.55)	119.86±15.61	28.66±7.26	7.64±2.01
F/ χ^2		0.342	0.651		1.462	0.343	1.343
P		0.711	0.722		0.236	0.711	0.265

2.2 肺功能指标比较 3 组患儿 VT、FVC、FEV1、PEF、FEF25、FEF50、FEF75、MMEF 比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。与支气管肺炎组相比,大叶性肺炎组 PEF 升高($P < 0.05$),FEF75、MMEF 降低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);细支气管炎组

VT、FVC、FEV1、FEF25、FEF50、FEF75、MMEF 降低,PEF 升高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。与大叶性肺炎组相比,细支气管炎组 VT、FVC、FEV1、FEF25、FEF50、MMEF 降低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 2。

表 2 肺功能指标比较 $(\bar{x} \pm s)$

Table 2 Comparison of lung function indexes

指标	支气管肺炎组(n=57)	大叶性肺炎组(n=41)	细支气管炎组(n=22)	F	P
VT(mL/kg)	7.97±0.70	7.76±0.69	7.39±0.76 ^{①②}	5.375	0.006
FVC(L)	1.82±0.25	1.74±0.25	1.59±0.22 ^{①②}	6.983	0.001
FEV1(L)	1.51±0.23	1.42±0.22	1.25±0.16 ^{①②}	11.214	<0.001
FEV1/FVC(%)	86.40±4.22	85.60±4.40	84.80±4.02	1.228	0.296
PEF(L/s)	3.33±0.45	3.86±0.38 ^①	3.73±0.32 ^①	22.996	<0.001
FEF25(L/s)	2.85±0.44	2.69±0.43	2.32±0.36 ^{①②}	12.642	<0.001
FEF50(L/s)	1.87±0.31	1.83±0.29	1.63±0.23 ^{①②}	5.763	0.004
FEF75(L/s)	0.95±0.22	0.86±0.18 ^①	0.78±0.17 ^①	6.758	0.002
MMEF(L/s)	1.88±0.14	1.62±0.15 ^①	1.47±0.17 ^{①②}	69.344	<0.001

注:与支气管肺炎组比较,① $P < 0.05$;与大叶性肺炎组比较,② $P < 0.05$ 。

2.3 不同影像学类型与肺功能指标的相关性分析 支气管肺炎与 VT、FVC、FEV1、FEF25、FEF75、MMEF 呈正相关($P < 0.05$),与 PEF 呈负相关($P < 0.05$)。大叶性肺炎与 PEF 呈正相关($P < 0.05$),与

MMEF 呈负相关($P < 0.05$)。细支气管炎与 VT、FVC、FEV1、FEF25、FEF50、FEF75、MMEF 呈负相关($P < 0.05$),见表 3。

表 3 不同影像学类型与肺功能指标的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of different imaging types and lung function indexes

指标	支气管肺炎组	大叶性肺炎组	细支气管炎组	指标	支气管肺炎组	大叶性肺炎组	细支气管炎组
VT				FEF25			
r	0.220	-0.029	-0.248	r	0.304	-0.009	-0.381
P	0.016	0.756	0.006	P	<0.001	0.923	<0.001
FVC				FEF50			
r	0.241	-0.041	-0.262	r	0.161	0.058	-0.278
P	0.008	0.660	0.004	P	0.080	0.530	0.002
FEV1				FEF75			
r	0.306	-0.031	-0.356	r	0.267	-0.082	-0.243
P	<0.001	0.733	<0.001	P	0.003	0.372	0.007
PEF				MMEF			
r	-0.500	0.406	0.148	r	0.714	-0.347	-0.497
P	<0.001	<0.001	0.108	P	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

MPP 病理特征主要包括毛细支气管炎和间质性肺炎样改变,其发病机制涉及病原体的直接感染、免疫介导的炎症反应以及混合感染等多种因素^[8]。虽然 MPP

通常呈良性、自限性病程,但其可能进展为重症、难治性病例,并导致严重的肺内外并发症,甚至危及生命^[9-11]。

本研究发现,MPP 患儿的影像学特征与 VT、FVC、FEV1、PEF、FEF25、FEF50、FEF75、

MMEF 指标独立相关,提示影像学检查在评估 MPP 患儿的肺功能损伤方面具有重要意义。VT 是指在静息状态下每次呼吸时吸入或呼出的气体量,常用于评估肺部的通气功能^[12]。研究表明,MPP 患儿的 VT 水平低于健康儿童^[13]。本研究中 VT 为校正体质量的结果,以 mL/kg 表示。影像学显示支气管肺炎与 VT 呈正相关,而细支气管炎与 VT 呈负相关,提示支气管肺炎病变仅局限于肺部的较小区域,其余大部分健康肺组织可通过增加通气量来维持整体肺功能,从而使 VT 保持在较好水平^[14]。相比之下,当细支气管炎发生时,肺炎支原体会以直接附着的方式损伤细支气管。同时,它还会激发机体产生强烈的免疫介导反应,生成多种炎性因子。这些炎性因子会进一步损伤细支气管及其周围组织,导致肺内大量细支气管管壁出现炎性肿胀。此外,细支气管管腔内会被炎性渗出物、坏死脱落的上皮细胞及黏液阻塞。CT 检查可以发现小叶中心性微小结节、细支气管及远端分支呈现“树芽征”,或者受累肺区出现高度空气潴留。这些病理变化使得气体无法充分进出肺部,从而导致 VT 水平下降^[15]。

FVC 是在最大吸气后,以最大力量和最快速度呼气时所能呼出的最大气体量,用以评估肺部的通气功能及气道阻力。FEV1 是在最大深吸气后,用力快速呼气时第一秒内呼出的气量,主要用于判断气流受限的程度^[16]。有报道指出,MPP 患儿支气管肺炎组、节段性肺炎组、大叶性肺炎组 FVC 及 FEV1 均明显降低^[17]。本研究结果发现支气管肺炎与 FVC、FEV1 呈正相关,而出现细支气管炎时与 FVC、FEV1 呈负相关,可能是因为支气管肺炎病变对气道的影响相对局限,未受累的气道保持通畅,气流在气道内的传输阻力较小,使 FVC、FEV1 能够保持在相对较高的水平^[18]。细支气管炎时病变更早、更广泛地累及大量末端细支气管,使气道阻力显著增加,吸气及呼气过程均受到明显影响,导致 FVC、FEV1 都与细支气管炎呈负相关^[19]。另外,PEF 是指从肺总量位开始用力呼气过程中的最大流量,通常评估气道阻塞的程度和病情的严重性^[20]。胡必梅等^[21]研究发现,MPP 患儿 PEF 水平较健康体检儿童显著降低。本研究结果显示支气管肺炎与 PEF 呈负相关,而大叶性肺炎与 PEF 呈正相关,其机制可能是支气管肺炎病变范围虽小,但若靠近或累及较大气道,同样会导致局部气道狭窄、变形或堵塞。这使得呼气时气体通过病变部位受阻,气流速度减慢,进而降低 PEF^[22]。大叶性肺炎虽然涉及多个独立病变区域,但其间仍存在正常肺组织。这些正常组织可通过代偿性扩张和收缩弥补病

变区域的功能不足,用力呼气时,多部位正常肺组织协同作用,产生较大呼气力量,快速排出气体,维持或提升 PEF^[23]。

FEF25 主要反映呼气早期的气道通畅性,大气道阻塞时其数值明显降低。FEF50、FEF75 用于评估小气道功能,体现呼气中后期的气道通畅情况^[24]。赵兰花等^[25]研究结果显示,MPP 患儿大叶性实变组的 FEF25、FEF75 水平低于小叶实变及节段性实变组,而节段性实变组 FEF75 水平较小叶实变组降低。本研究结果发现,支气管肺炎与 FEF25、FEF75 呈正相关,细支气管炎与 FEF25、FEF50、FEF75 呈负相关,表明支气管肺炎病变仅影响肺部部分区域,未受累的气道在呼气早期提供低阻力通道,正常肺组织在呼气后期通过强劲的弹性回缩力推动气体排出,能维持较高流速^[26]。而细支气管炎时可导致广泛的小气道炎症、水肿和阻塞,使气体流速在呼气早期就受阻,并在呼气中期和后期进一步下降,导致 FEF25、FEF50、FEF75 显著降低^[27]。此外,MMEF 反映了呼气中期的气流速度,是评估小气道功能的重要指标^[28]。既往研究指出,合并喘息症状的 MPP 患儿 MMEF 水平显著低于未合并喘息的患儿^[29]。本研究表明支气管肺炎与 MMEF 呈正相关,大叶性肺炎及细支气管炎与 MMEF 呈负相关,可能的机制是当存在支气管肺炎时,未受累的肺组织通过增加通气量和弹性回缩力代偿,尤其在呼气中期,气体流速加快,从而提升 MMEF。而大叶性肺炎和细支气管炎可导致小气道功能受损,呼气中期阻力增加,流速减慢,MMEF 降低。随着病变范围扩大,肺弹性纤维受损,弹性回缩力下降,呼气中期气体排出动力不足,MMEF 进一步降低,与病变分布呈负相关^[30]。基于此可知,肺功能指标在区分 MPP 患儿不同影像学类型中发挥重要作用,提示临床实践中应动态监测住院期间的肺功能指标,从而精准评估患儿的病情和预后情况。

本研究还存在局限性,如样本量较小,并且为单中心研究,可能影响统计效能,使结果的可靠性受到一定影响。在后续的研究中,应扩大样本量,特别是增加细支气管炎的样本数量,以提高研究的统计效能和结论的可信度。此外,影像学特征与肺功能指标的许多病理生理机制尚未完全阐明。因此,下一步应开展多中心、大样本的研究或许有助于得出更有价值的结论。

4 结论

MPP 患儿不同影像学特征与肺功能指标密切相关。支气管肺炎、大叶性肺炎和细支气管炎等不同影

像学类型对肺功能的影响各有特点。在临床实践中,结合影像学检查和肺功能检测,可更准确地评估 MPP 患儿的病情严重程度、病变范围及肺功能受损情况,从而为临床医生制定个性化治疗方案提供有力依据,有助于提高治疗效果,改善患儿预后。

【参考文献】

- [1] YAN C, XUE G H, ZHAO H Q, *et al.* Current status of Mycoplasma pneumoniae infection in China[J]. World J Pediatr, 2024, 20(1): 1-4.
- [2] GAO L, SUN Y H. Laboratory diagnosis and treatment of Mycoplasma pneumoniae infection in children: a review[J]. Ann Med, 2024, 56(1): 2386636.
- [3] 戴漆, 林丹彤, 陈瑜. 儿童重症肺炎支原体肺炎的临床特征分析[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2024, 53(3): 356-361.
- [4] FAN F, LV J, YANG Q Y, *et al.* Clinical characteristics and serum inflammatory markers of community-acquired Mycoplasma pneumonia in children[J]. Clin Respir J, 2023, 17(7): 607-617.
- [5] 樊健慧, 刘敏, 王建平, 等. 儿童肺炎支原体肺炎 CT 表现[J]. 中国介入影像与治疗学, 2024, 21(12): 762-766.
- [6] 张苗, 黄也廷, 王涛, 等. 儿童肺炎支原体肺炎的高分辨率 CT 特点[J]. 中国中西医影像学杂志, 2022, 20(2): 181-183.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023 年版)[J]. 中国合理用药探索, 2023, 20(3): 16-24.
- [8] 张敏, 梁立东, 顾洁, 等. 维生素 D 联合布地奈德治疗儿童肺炎支原体肺炎的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2024, 40(7): 939-943.
- [9] YUN K W. Community-acquired pneumonia in children: updated perspectives on its etiology, diagnosis, and treatment[J]. Clin Exp Pediatr, 2024, 67(2): 80-89.
- [10] 庄瑞梅, 王琴, 王珂, 等. 肺炎支原体感染大叶性肺炎患儿常规通气与脉冲振荡肺功能特点分析[J]. 中国实用儿科杂志, 2022, 37(3): 214-220.
- [11] ZHU Z L, ZHANG T Q, GUO W, *et al.* Clinical characteristics of refractory Mycoplasma pneumoniae pneumonia in children treated with glucocorticoid pulse therapy[J]. BMC Infect Dis, 2021, 21(1): 126.
- [12] YU Y Y, MENG W J, ZHU X P, *et al.* Tidal breathing lung function analysis of wheezing and non-wheezing infants with pneumonia: a retrospective observational study[J]. Medicine, 2023, 102(15): e33507.
- [13] 刘芳君, 龚财惠, 秦江蛟, 等. 肺炎支原体肺炎婴幼儿肺功能的变化[J]. 中国当代儿科杂志, 2020, 22(2): 118-123.
- [14] XIAO S S, HOU X J. Changes in the levels of the serum markers serum amyloid a and immunoglobulin M in children with Mycoplasma pneumoniae infection complicated with asthma and their clinical significance[J]. Crit Rev Eukaryot Gene Expr, 2025, 35(4): 27-37.
- [15] 温潇慧, 徐慧, 唐晓蕾, 等. 儿童肺炎支原体细支气管炎临床特点及预后研究[J]. 中国实用儿科杂志, 2020, 35(12): 963-967.
- [16] WANG L, LI Q Q, HU J, *et al.* Characterization of diffuse lung function in children with Mycoplasma pneumoniae pneumonia[J]. Front Pediatr, 2025, 12: 1443877.
- [17] LIU Z, DENG W, XU W L, *et al.* Dynamic changes of pulmonary function and immune function in children with Mycoplasma pneumoniae of different severity and their predictive value for disease prognosis: a retrospective cohort study[J]. Front Med, 2025, 12: 1624256.
- [18] XU W, YANG H, LIU H, *et al.* Bronchoalveolar lavage T cell cytokine profiles and their association with lung function in children with Mycoplasma pneumoniae-associated bronchiolitis obliterans[J]. Pediatr Pulmonol, 2020, 55(8): 2033-2040.
- [19] LEE E, PARK S, YANG H J. Pulmonary function in post-infectious bronchiolitis obliterans in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Pathogens, 2022, 11(12): 1538.
- [20] WANG F, NAN K, HAO L F, *et al.* Effects of a combination of erythromycin sequential therapy and azithromycin on lung function and inflammatory factors in children with severe Mycoplasma pneumoniae[J]. Pak J Pharm Sci, 2021, 34(6(Special)): 2447-2454.
- [21] 胡必梅, 江桂林, 梁祥祥, 等. 下呼吸道肺炎支原体感染对患儿肺功能与血清 NO 水平及 Th1/Th2 平衡的影响研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(10): 1559-1563.
- [22] 赵霞, 张岳. 芩白清肺方联合糖皮质激素对肺炎支原体肺炎患者的临床疗效[J]. 中成药, 2020, 42(5): 1392-1395.
- [23] JI X, FU H J, ZHANG F, *et al.* Efficacy of budesonide suspension in the treatment of lobar pneumonia by fiberoptic bronchoscopic alveolar lavage[J]. Front Med, 2025, 12: 1598234.
- [24] XIAO D, CHEN Z M, WU S N, *et al.* Prevalence and risk factors of small airway dysfunction, and association with smoking, in China: findings from a national cross-sectional study[J]. Lancet Respir Med, 2020, 8(11): 1081-1093.
- [25] 赵兰花, 杨淑慧, 马琳. 肺炎支原体肺炎急性期 X 线与 HRCT 肺部特征及诊断价值对比[J]. 影像科学与光化学, 2021, 39(4): 584-588.
- [26] WAN L F, WANG Z H. Postinfectious bronchiolitis obliterans in children[J]. Can Respir J, 2025, 2025: 7790381.
- [27] QIN Y J, YANG Y X, LI J X, *et al.* The impact of atopy on the clinical characteristics of Mycoplasma pneumoniae pneumonia in pediatric patients[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 2503.
- [28] SAGMEN S B, ERASLAN B Z, DEMIRER E, *et al.* Small airway disease and asthma control[J]. J Asthma, 2023, 60(9): 1761-1766.
- [29] 张炫炜, 陈俊松, 汤昱. 肺炎支原体肺炎患儿炎症细胞因子和免疫细胞与小气道功能的相关性分析[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(6): 1024-1028.
- [30] SWAMINATHAN A C, CARNEY J M, TAILOR T D, *et al.* Overview and challenges of bronchiolar disorders[J]. Ann Am Thorac Soc, 2020, 17(3): 253-263.

(收稿日期:2025-09-01; 修回日期:2025-11-04; 编辑:张翰林 刘旭)