

血清炎症因子联合肺功能指标识别患儿重症支原体肺炎的临床价值分析

卢金英, 常涛涛, 张静静, 刘丽娟, 闫平, 殷站茹

(河北省衡水市人民医院 儿内科, 河北 衡水, 053000)

摘要: **目的** 探讨支原体肺炎(MPP)患儿血清白细胞介素-6(IL-6)、白细胞介素-8(IL-8)水平联合肺功能指标识别患儿重症MPP的临床价值。**方法** 选取102例重症MPP患儿为研究对象(重症组),另选取同期收治的102例轻症MPP患儿作为轻症组。比较各组患儿血清IL-6、IL-8水平以及入院时患儿的用力肺活量(FVC)、第1秒用力呼气容积(FEV₁)、FEV₁占预计值的百分比(FEV₁% pred)、FEV₁占FVC的比值(FEV₁/FVC%)。结果 重症组患儿血清IL-6和IL-8水平高于轻症组, FVC、FEV₁% pred和FEV₁/FVC%低于轻症组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。血清IL-6、IL-8水平与FVC、FEV₁% pred和FEV₁/FVC%均呈负相关($P < 0.05$)。IL-6、IL-8、FVC、FEV₁% pred和FEV₁/FVC%评估MPP病情的曲线下面积(AUC)分别为0.894(0.849~0.939)、0.842(0.787~0.897)、0.896(0.851~0.942)、0.787(0.725~0.849)和0.744(0.676~0.812),上述5项联合评估的AUC为0.985(0.973~0.997)。**结论** 血清IL-6、IL-8和肺功能指标可反映MPP患儿的病情严重程度,其联合检测可用于早期及时区分轻度和重症MPP患儿。

关键词: 重症支原体肺炎; 白细胞介素-6; 白细胞介素-8; 肺功能; 相关性; 诊断价值

中图分类号: R 720.5; R 563; R 446 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2024)06-065-04 DOI: 10.7619/jcmp.20233960

Analysis of clinical value of serum inflammatory factors combined with pulmonary function index in identification of severe mycoplasma pneumonia in children

LU Jinying, CHANG Taotao, ZHANG Jingjing, LIU Lijuan,
YAN Ping, YIN Zhanru

(Department of Pediatrics, Hengshui People's Hospital of Hebei Province, Hengshui, Hebei, 053000)

Abstract: **Objective** To investigate the clinical value of serum interleukin-6 (IL-6) and interleukin-8 (IL-8) levels in combination with pulmonary function indicators in identifying severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia (MPP) in children. **Methods** A total of 102 children with severe MPP were selected as the study subjects (severe group), and another 102 children with mild MPP treated during the same period were selected as the mild group. The serum levels of IL-6, IL-8 as well as forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV₁), FEV₁ percentage of predicted (FEV₁% pred) and the ratio of FEV₁ to FVC at the time of admission of children in each group were compared. **Results** The serum levels of IL-6 and IL-8 in the severe group were significantly higher than those in the mild group, while the FVC, FEV₁% pred, and FEV₁/FVC% were significantly lower than those in the mild group ($P < 0.05$). The serum levels of IL-6 and IL-8 were negatively correlated with FVC, FEV₁% pred and FEV₁/FVC% ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) for assessing the severity of MPP for IL-6, IL-8, FVC, FEV₁% pred and FEV₁/FVC% was 0.894 (0.849 to 0.939), 0.842 (0.787 to 0.897), 0.896 (0.851 to 0.942), 0.787 (0.725 to 0.849) and 0.744 (0.676 to 0.812), respectively. The AUC for the combined assessment of the above five parameters was 0.985 (0.973 to 0.997). **Conclusion** Serum IL-6, IL-8 and pulmonary function indicators can reflect the severity of MPP in children. Their combined detection can be used

to differentiate between mild and severe MPP in children early and timely.

Key words: severe mycoplasma pneumonia; interleukin-6; interleukin-8; lung function; correlation; diagnostic value

支原体肺炎(MPP)是由支原体(MP)引发的下呼吸道感染,是发病率较高的一种儿童获得性肺炎^[1]。MPP经飞沫和直接接触传播,好发于学龄儿童,常年均可发病,患儿主要表现为发热、咳嗽。轻症MPP患儿症状较轻,具有自限性,通常预后良好。然而,重症MPP可引起一些肺外症状,如脑膜炎、心肌炎、肝炎等,甚至可能进展为呼吸衰竭或低氧血症,病死率较高^[2]。随着医疗水平的提高,MPP的治疗率有所提升,但重症MPP的治疗有效率却呈下降趋势^[3],这可能与儿童重症MPP发病症状不明显、潜伏期长有关。目前,重症MPP的发病机制仍未完全阐明。故确定能够早期识别重症MPP的指标对于疾病的及时治疗和预后改善至关重要。血清学指标因其无创、快速、便捷、可反复测量和费用低等优势,在MPP的诊断和预后评估中受到关注^[4]。白细胞介素-6(IL-6)是临床常用于反映机体炎症程度的重要指标^[5];白细胞介素-8(IL-8)是一种白细胞趋化因子,通过趋化白细胞介导炎症级联;这2种细胞因子的异常表达均被证实与MPP发病密切相关^[6]。当MPP发生时,肺泡上皮的损伤会引起肺部炎症,导致支气管肺泡灌洗液和血清中IL-6和IL-8水平升高。肺功能检查常用于呼吸道病变的鉴别诊断、病情分级和预后评估,但对于儿童MPP病情评估的研究较少^[7]。因此,本研究探讨MPP患儿血清IL-6、IL-8水平和肺功能变化及其与病情的关系,以期对重症MPP的早期识别提供一定参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2020年8月—2022年12月衡水市人民医院儿内科诊治的102例重症MPP患儿为研究对象(重症组),其中男童75例,女童27例;年龄6~14岁,平均 (7.84 ± 1.33) 岁。另外选择同期收治的102例轻症MPP患儿作为轻症组,其中男童71例,女童31例;年龄6~14岁,平均 (7.92 ± 1.42) 岁。MPP的诊断符合《儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识(2015年版)》^[8]及《儿童社区获得性肺炎管理指南(2013修订)》^[9]中的

标准。轻症MPP纳入标准:①患儿主要临床表现为发热、刺激性咳嗽、喘息等;②影像学,患儿胸片或肺CT与小叶性肺炎相似的点状或小斑片状浸润影;与病毒性肺炎相似的间质性改变;与细菌性肺炎相似的节段性或大叶性实质浸润影;③患儿MP特异性抗体滴度 $\geq 1:160$;④患儿初次诊治,既往未接受抗菌药物及激素治疗。重症MPP纳入标准:①患儿主要临床表现为高热或持续发热 >5 d、咳嗽、喘息、呼吸增快、辅助呼吸等;②影像学,患儿胸片或肺CT一侧肺浸润 $\geq 2/3$ 、多叶肺浸润、胸腔积液、气胸、肺不张、肺脓肿;③患儿MP特异性抗体滴度 $\geq 1:160$;④患儿初次诊治,既往未接受抗菌药物及激素治疗。排除标准:①合并其他肺部疾病者;②存在呼吸系统发育畸形者;③合并其他病原体感染者;④伴免疫系统、内分泌和造血系统疾病者;⑤合并严重器官或器质性病变者;⑥存在恶性肿瘤者。本研究经本院伦理委员会审查批准(批号2020-1-030-1),且所有入组儿童监护人均知情且签署同意书。

1.2 检测指标及方法

1.2.1 血清学指标检测:抽取入院空腹外周静脉血3 mL,室温下静置30 min后,于4℃、3 000转/min(离心半径为10 cm)下离心5 min后,分离上清液,冻存于-20℃备用。根据试剂盒说明书,采用酶联免疫吸附法(ELISA)检测血清IL-6和IL-8水平。人血清IL-6和IL-8 ELISA试剂盒由上海 Beyotime 公司提供。

1.2.2 肺功能指标检测:采用肺功能检测仪检测患儿肺功能相关指标。被测患儿保持坐姿,头部正直,下颌自然水平,使用鼻夹或手捏患儿鼻翼,嘱患儿嘴唇包住咬嘴并用牙齿轻轻咬住。患儿深吸一口气后,立即用最大爆发力呼气,尽可能完全呼气至极限。记录患儿的用力肺活量(FVC)、第1秒用力呼气容积(FEV₁)、FEV₁占预计值的百分比(FEV₁% pred)、FEV₁占FVC的比值(FEV₁/FVC%)。肺功能检测仪型号为Master Screen Diffusion型,购自德国耶格科技有限公司。

1.3 统计学分析

使用SPSS 22.0软件对数据进行处理。呈正

态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,行 t 检验。采用 Pearson 直线相关性分析法分析 IL-6、IL-8 与肺功能相关指标的相关性。采用受试者工作特征(ROC)曲线检测各指标对重症 MPP 的识别效能。采用 Logistic 回归模型,通过回归系数获得 5 项联合的数值,并进行联合诊断。曲线下面积(AUC) < 0.7 则表明诊断价值较低,0.7~0.9 表明诊断价值中等,>0.9 则表明诊断价值较高。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组血清 IL-6、IL-8 水平比较

与轻症组相比,重症组患儿血清 IL-6 和 IL-8 水平升高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组 IL-6、IL-8 水平比较($\bar{x} \pm s$) pg/mL

组别	n	IL-6	IL-8
轻症组	102	25.76 ± 5.01	2.24 ± 0.58
重症组	102	37.63 ± 7.92*	3.01 ± 0.53*

IL-6: 白细胞介素-6; IL-8: 白细胞介素-8。

与轻症组比较, * $P < 0.05$ 。

2.2 2 组肺功能指标比较

与轻症组相比,重症组 FVC、FEV₁% pred 和 FEV₁/FVC% 降低,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 2 组肺功能指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	FVC/L	(FEV ₁ % pred)/%	(FEV ₁ /FVC%)/%
轻症组	102	2.06 ± 0.59	69.66 ± 8.07	74.54 ± 9.11
重症组	102	1.15 ± 0.38*	61.63 ± 6.51*	67.30 ± 6.39*

FVC: 用力肺活量; FEV₁: 第 1 秒用力呼气容积;

FEV₁% pred: FEV₁ 占预计值的百分比;

FEV₁/FVC%: FEV₁ 占 FVC 的比值。

与轻症组比较, * $P < 0.05$ 。

2.3 血清 IL-6、IL-8 水平与肺功能指标的相关性分析

Pearson 相关性分析结果显示,血清 IL-6、IL-8 水平与 FVC、FEV₁% pred 和 FEV₁/FVC% 均呈负相关($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 血清 IL-6、IL-8 水平与肺功能指标的相关性分析

指标	FVC		FEV ₁ % pred		FEV ₁ /FVC%	
	r	P	r	P	r	P
IL-6	-0.482	<0.001	-0.435	<0.001	-0.281	<0.001
IL-8	-0.569	<0.001	-0.235	0.001	-0.195	0.005

IL-6: 白细胞介素-6; IL-8: 白细胞介素-8; FVC: 用力肺活量;

FEV₁: 第 1 秒用力呼气容积; FEV₁% pred: FEV₁ 占预计值的百分比;

FEV₁/FVC%: FEV₁ 占 FVC 的比值。

2.4 血清 IL-6、IL-8 水平与肺功能指标区分 MPP 病情严重程度的价值分析

ROC 曲线分析显示,血清 IL-6 和 IL-8 区分轻症与重症 MPP 均具有一定诊断价值,AUC 分别为 0.894 (0.849 ~ 0.939)、0.842 (0.787 ~ 0.897)。当 IL-6 最佳截断值为 30.08 pg/mL 时,敏感度为 85.29%,特异度为 85.29%。当 IL-8 最佳截断值为 2.54 pg/mL 时,敏感度为 86.27%,特异度为 72.55%。肺功能指标 FVC、FEV₁% pred 和 FEV₁/FVC% 区分轻症与重症 MPP 的 AUC 分别为 0.896 (0.851 ~ 0.942)、0.787 (0.725 ~ 0.849) 和 0.744 (0.676 ~ 0.812)。将上述这 5 项指标纳入 Logistic 回归模型,通过回归系数获得所有指标联合检测的数值计算公式: 5 项联合 = 12.173 7 + (0.229/12.173 7) × IL-6 + (2.32/12.173 7) × IL-8 + (-3.336/12.173 7) × FVC + (-0.141 6/12.173 7) × FEV₁% pred + (-0.150 96/12.173 7) × FEV₁/FVC%。ROC 曲线分析显示,5 项联合的 AUC 为 0.985 (0.973 ~ 0.997); 当最佳截断值为 0.61 时,敏感度为 94.12%,特异度为 96.08%。见表 4、图 1。

3 讨论

MP 是一种非典型病原体,是引起社区获得性肺炎的最常见病原体之一。尽管 MPP 被认为是一种自限性疾病,但其临床治疗效果和预后受病情严重程度、耐药性等多种因素影响。轻度 MPP 病情较轻,预后较好;但重症 MPP 临床症状重,进展快,病程迁延,肺外并发症发病率高,严重时可能造成患儿多器官功能衰竭甚至危及生命。因此,早期诊断和识别重症 MPP 显得尤为重要。

研究^[10]表明,炎性细胞因子和一些血清生物标志物参与了 MP 感染的免疫发病机制。此外,随着 MPP 的进展,免疫细胞释放不同类型的炎症介质,如 IL-6、IL-8、TNF- α , 进而加重血管内皮细胞的损伤^[11]。研究^[12]认为,促炎介质(IL-6 和 IL-8)和抗炎介质的不平衡在肺部感染中至关重要。其中,IL-6 是由 T 细胞、单核细胞等多种炎症细胞产生的一种细胞因子,是炎症反应的一个重要因素^[13]。IL-6 除参与介导炎症反应外,还参与调节机体免疫反应。报道^[14]称,IL-6 是与肺部疾病密切相关的指标,为儿童肺部感染患者的诊断和评估提供了重要参考,对改善预后、降低病死率具有重要的临床意义。C-X-C 趋化因子 IL-8 是中性粒细胞、T 细胞、嗜碱性粒细胞和嗜酸性粒

表 4 血清 IL-6、IL-8 水平与肺功能指标区分 MPP 病情严重程度的价值分析

指标	曲线下面积	95% CI	Youden 指数	最佳截断值	P	敏感度/%	特异度/%
IL-6	0.894	0.849 ~ 0.939	0.706	30.08 pg/mL	<0.001	85.29	85.29
IL-8	0.842	0.787 ~ 0.897	0.588	2.54 pg/mL	<0.001	86.27	72.55
FVC	0.896	0.851 ~ 0.942	0.686	1.62 L	<0.001	77.45	91.18
FEV ₁ % pred	0.787	0.725 ~ 0.849	0.500	65.64 %	<0.001	74.51	75.49
FEV ₁ /FVC%	0.744	0.676 ~ 0.812	0.422	70.37 %	<0.001	71.57	70.59
5 项联合	0.985	0.973 ~ 0.997	0.902	0.61	<0.001	94.12	96.08

IL-6: 白细胞介素-6; IL-8: 白细胞介素-8; FVC: 用力肺活量; FEV₁: 第 1 秒用力呼气容积; FEV₁% pred: FEV₁ 占预计值的百分比; FEV₁/FVC%: FEV₁ 占 FVC 的比值。

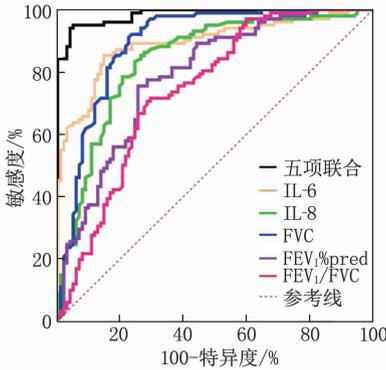


图 1 各指标单独或联合区分 MPP 病情严重程度的 ROC 曲线

细胞的一种强效趋化诱导剂和激活剂^[15]。IL-8 由多种类型的细胞产生,包括上皮细胞、中性粒细胞和巨噬细胞,以应对微生物感染。研究^[16]表明,MP 附着在支气管上皮细胞上并诱导 IL-8 的释放,其驱动中性粒细胞的募集和激活,以有效消除病原体。然而,过度的中性粒细胞浸润介导微血管损伤,并导致肺组织损伤。学者^[17]报道,MPP 患者肺泡灌洗液中 IL-8 的水平与耐药性 MPP 患者的肺部感染程度呈正相关。国外也有报道^[18]显示,血清 IL-8 是反映肺炎严重程度的重要指标。本研究发现,重症 MPP 患儿血清 IL-6 和 IL-8 浓度显著高于轻症 MPP 患儿,提示 IL-6 和 IL-8 作为 MP 感染的非特异性炎症因子,可能参与了肺部炎症的病理过程,其含量与 MPP 的严重程度有关。此外,ROC 曲线分析显示,血清 IL-6 和 IL-8 区分轻度 MPP 和重症 MPP 的 AUC 分别为 0.894 (0.849 ~ 0.939) 和 0.842 (0.787 ~ 0.897),提示血清中 IL-6 和 IL-8 的含量可作为评估 MPP 严重程度的有价值参考指标。

肺功能检测常用于临床胸、肺疾病及呼吸生理的评估中,可评价肺功能损害的性质(通气/换气)和程度,能够为病情严重程度、药物疗效和预后的预测提供客观依据^[19]。近年来,肺功能检测在儿科呼吸系统疾病中的应用越来越广泛^[20]。本研究发现,相较于轻度 MPP 患儿,重症 MPP 患

儿肺功能的 FVC、FEV₁% pred 和 FEV₁/FVC% 均显著降低,提示重症 MPP 患儿存在呼吸道功能损伤。此外,ROC 分析显示,FVC、FEV₁% pred 和 FEV₁/FVC% 区分轻度 MPP 和重症 MPP 的 AUC 分别为 0.896 (0.851 ~ 0.942)、0.787 (0.725 ~ 0.849) 和 0.744 (0.676 ~ 0.812),提示监测肺功能能够在一定程度上判断 MPP 患儿的病情严重程度。

研究^[21]表明,MP 感染呼吸系统后可引起肺功能下降,这与 MP 感染后炎症因子作用于呼吸道,引起呼吸道黏膜损伤、平滑肌痉挛、气道反应性增高及血管收缩有直接关系。本研究进行相关性分析显示,MPP 患儿血清 IL-6 和 IL-8 水平均与 FVC 和 FEV₁ 呈显著负相关,提示随着 MPP 患儿炎症细胞因子 IL-6 和 IL-8 浓度的升高,肺功能损伤可能越严重。分析其原因,机体感染 MP 后可增加支气管上皮细胞微血管壁通透性,诱导免疫细胞趋化并释放炎症细胞因子以启动炎症反应;IL-6 和 IL-8 等炎症释放后,可进一步刺激内皮细胞,导致表面黏附受体活化,造成肺组织侵害^[22]。近年来,非侵入性标志物在包括 MPP 在内的疾病诊断中受到广泛关注。然而,由于不同标志物所反映的信息存在一定差异,积极联合诊断有利于提高诊断效果。本研究进一步联合使用血清 IL-6、IL-8 与肺功能指标来判断 MPP 患儿病情严重程度,结果显示,联合检测的 AUC 为 0.985 (0.973 ~ 0.997),高于各单一指标,提示血清炎症因子水平与肺功能指标联合检测能够早期及时区分轻度和重症 MPP,为临床诊疗提供参考信息,有利于医师及时制订个体化的治疗方案。

综上所述,血清 IL-6、IL-8 和肺功能指标可反映 MPP 患儿的病情严重程度,联合检测可用于早期及时区分轻度和重症 MPP 患儿。

参考文献

[1] 吴琰,魏会平,曹欣,等. 儿童下呼吸道感染支原体感染流行特点分析[J]. 新发传染病电子杂志, 2021, 6(4): 336-338. (下转第 73 面)

局部治疗,不会引起全身性不良反应,且用法简单,操作方便,家长易于掌握,患儿易于接受。

综上所述,自制鼻通膏联合中药敷脐治疗小儿肺经伏热型过敏性鼻炎疗效显著,能够改善患儿的中医证候,抑制气道应激反应,降低炎症因子水平表达,治疗安全性良好。

参考文献

- [1] 卢小炎,卢振盛,谢济清,等. 孟鲁司特钠咀嚼片与氯雷他定片联合曲安奈德鼻喷雾剂治疗儿童过敏性鼻炎的效果[J]. 中国当代医药, 2022, 29(14): 115-118.
- [2] 韩慧珍,宋桂华,张岩,等. 基于“肺鼻同治”探讨宋桂华教授治疗儿童过敏性鼻炎-哮喘综合征的经验[J]. 时珍国医国药, 2020, 31(4): 1025-1026.
- [3] 吕凌燕,黄萌萌,曲喆,等. 清肺脱敏汤联合糠酸莫米松鼻喷雾剂对过敏性鼻炎患者免疫功能及TGF- β 1、IL-17的影响[J]. 中国中西医结合耳鼻喉科杂志, 2019, 27(5): 344-347.
- [4] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会鼻科组,中华医学会儿耳鼻喉头颈外科学分会鼻科学组. 过敏性鼻炎诊断和治疗指南(2015年,天津)[J]. 中华耳鼻咽喉头颈

外科杂志, 2016, 51(1): 6-24.

- [5] 陈霞,关宏峰,赵巍,等. 《中药新药质量标准研究技术指导原则(试行)》解读[J]. 中国食品药品监管, 2021(9): 70-77.
- [6] 潘玮,李涛,刘斐,等. 紫艾鼻通膏佐治小儿变应性鼻炎风痰束窍证38例临床观察[J]. 中医儿科杂志, 2023, 19(1): 56-59.
- [7] 张鸽,李俊琰,王倩倩,等. 基于网络药理学探讨鼻通汤治疗过敏性鼻炎的作用机制[J]. 中医临床研究, 2022, 14(18): 55-58.
- [8] 朱雍鸣,李杰,吴锋. 鼻敏方治疗肺气虚寒型过敏性鼻炎疗效观察[J]. 现代中西医结合杂志, 2022, 31(8): 1092-1095.
- [9] 张金举. “脱敏通鼻方”联合常规西药治疗小儿过敏性鼻炎肺虚感寒证80例临床研究[J]. 江苏中医药, 2021, 53(5): 37-40.
- [10] 杨向娜,邓健,张刚. 基于数据挖掘岭南地区中医药治疗儿童过敏性鼻炎的辨证分型和用药规律分析[J]. 中医临床研究, 2021, 13(23): 1-4.
- [11] 俞学铭. 益气固表通窍汤治疗过敏性鼻炎患儿的临床观察[J]. 中国中医药科技, 2021, 28(5): 804-806.

(本文编辑:吕振宇 钱锋)

(上接第68面)

- [2] 徐瑛芳,朱利华. 儿童下呼吸道肺炎支原体感染流行病学与耐药基因研究进展[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)医药卫生, 2021(2): 19-20.
- [3] 张冰,陈志敏. 2000—2006年杭州市三岁以上儿童肺炎支原体肺炎临床特征变化趋势[J]. 中华儿科杂志, 2010, 48(7): 531-534.
- [4] 赵莹,姚丛月. 血清25-羟维生素D水平与儿童肺炎支原体肺炎心肌损伤的相关性研究[J]. 临床肺科杂志, 2023, 28(7): 1020-1023.
- [5] 郭旭伟,张利果,冯毅. IL-6、PCT及补体水平与肺炎支原体肺炎患儿病情严重程度的相关性及对预后的预测价值[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2023, 15(1): 99-102, 106.
- [6] 许丽萍,梁利红,曹欢,等. 脾氨肽口服冻干粉联合阿奇霉素对支原体大叶性肺炎患儿血清IL-2、IL-8水平及免疫功能的影响价值分析[J]. 中国医学工程, 2023, 31(3): 101-104.
- [7] 王慧英,汤昱,董利利,等. 肺泡灌洗技术联合免疫球蛋白对重症支原体肺炎患儿肺功能、免疫功能以及炎症因子水平的影响[J]. 黑龙江医学, 2023, 47(4): 419-422.
- [8] 中华医学会. 儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识(2015年版)[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2015, 30(17): 1304-1308.
- [9] 中华医学会. 儿童社区获得性肺炎管理指南(2013修订)[J]. 中华儿科杂志, 2013, 51(10): 745-752.
- [10] CHEN Y C, HSU W Y, CHANG T H. Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infections in pediatric community-acquired pneumonia [J]. Emerg Infect Dis, 2020, 26(7): 1382-1391.
- [11] JIANG Z L, LI S H, ZHU C M, et al. *Mycoplasma pneumoniae* infections: pathogenesis and vaccine development [J]. Pathogens, 2021, 10(2): 119.
- [12] HU J, YE Y Y, CHEN X X, et al. Insight into the pathogenic mechanism of *Mycoplasma pneumoniae* [J]. Curr Microbiol, 2022, 80(1): 14.
- [13] KAUR S, BANSAL Y, KUMAR R, et al. A panoramic re-

view of IL-6: structure, pathophysiological roles and inhibitors [J]. Bioorg Med Chem, 2020, 28(5): 115327.

- [14] TANAKA T, NARAZAKI M, MASUDA K, et al. Regulation of IL-6 in immunity and diseases [J]. Adv Exp Med Biol, 2016, 941: 79-88.
- [15] LIU J F, ZHANG C X, LI R F, et al. IL-8 is upregulated in the tissue-derived EVs of odontogenic keratocysts [J]. Biomed Res Int, 2022, 2022: 9453270.
- [16] NUEANGPHUET P, SUWANRUENGSRM M, FUKU N, et al. Interphil and M2-polarized macrophage infiltration, expression of IL-8 and apoptosis in *Mycoplasma hyopneumoniae* pneumonia in swine [J]. J Comp Pathol, 2021, 189: 31-44.
- [17] FAN H F, LU B T, YANG D Y, et al. Distribution and expression of IL-17 and related cytokines in children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia [J]. Jpn J Infect Dis, 2019, 72(6): 387-393.
- [18] ARAE K, HIRATA M, KURATA S, et al. *Mycoplasma pneumoniae* induces interleukin-8 production via the epidermal growth factor receptor pathway [J]. Microbiol Immunol, 2011, 55(10): 748-750.
- [19] 胡奕卿,方继伟,刘焕兵. 肺功能检查技术如何在基层医疗卫生服务中更好地应用:附重点问题专家解答[J]. 中国全科医学, 2023, 26(5): 532-540.
- [20] 杨静,卢旭. 呼出气一氧化氮和肺功能检测在儿童肺炎支原体肺炎中的临床意义[J]. 武警后勤学院学报:医学版, 2021, 30(12): 104-106.
- [21] 李静,郭蕾蕾,赵学青,等. 肺功能检测在儿童肺炎支原体肺炎中的应用进展[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)医药卫生, 2021(8): 177-179.
- [22] 魏然,臧金萍,朱婉凌,等. 支气管哮喘患者气道炎症与肺炎支原体感染的关系研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(17): 3927-3929.

(本文编辑:周娟 钱锋)