

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2025.03.016

不同病原体感染肺炎患儿血清维生素 D、IL-17A 的表达差异及其临床意义探究 *

徐加威 吴晓凤[△] 罗 燕 蒋 敏 丁洁银

(淮安市第五人民医院儿科 江苏 淮安 223000)

摘要 目的:探究不同病原体感染肺炎患儿血清 25-(OH)D₃、IL-17A 的表达差异及其临床意义。方法:将 2020 年 8 月~2024 年 6 月收治的 240 例不同病原体感染 CAP 患儿依照病原体类型分为病毒组(病毒性肺炎,40 例)、支原体组(支原体肺炎,100 例)及细菌组(细菌性肺炎,100 例)。对比三组患儿血清维生素 D、IL-17A 表达差异。对 240 例肺炎患儿进行 15 d 随访,15 d 内痊愈且无后遗症者分为预后良好组(n=210),15 d 内未痊愈或合并严重后遗症者为预后不良组(n=30),比较两组一般资料,采用 logistic 回归模型分析预后影响因素,并建立预后受试者工作特征曲线(ROC)评价血清 25-(OH)D₃、IL-17A 对肺炎的预后预测价值。结果:三组患儿最高体温、白细胞、中性粒细胞、CRP 水平及 PSI 评分对比差异显著($P<0.05$);比较三组患儿 25-(OH)D₃、IL-17A 水平发现,25-(OH)D₃ 由高到低为支原体组、病毒组、细菌组,IL-17A 水平由高到低为病毒组、细菌组、支原体组,三组比较差异显著($P<0.05$);不同预后情况肺炎患儿一般资料比较发现,不良预后组、良好预后组性别、年龄、BMI、白细胞、中性粒细胞、CRP 水平对比无明显差异($P>0.05$),不良预后组 PSI 评分、IL-17A 水平高于良好预后组,25-(OH)D₃ 水平低于良好预后组,两组比较差异显著($P<0.05$);以肺炎预后情况作为因变量(预后良好=0,预后不良=1),纳入 logistic 回归模型,结果显示,PSI 评分、25-(OH)D₃、IL-17A 对肺炎患儿预后水平具有独立预测价值($P<0.05$);通过 ROC 曲线分析发现,血清 25-(OH)D₃ 联合 IL-17A 对小儿肺炎预后评估曲线下面积(AUC)为 0.826,敏感度为 85.65%,特异度为 76.68%,均高于单独 25-(OH)D₃ 或 IL-17A 检测($P<0.05$)。结论:不同病原体感染肺炎患儿血清 25-(OH)D₃、IL-17A 的表达水平呈现显著差异,且血清维生素 D、IL-17A 水平与肺炎预后相关,二者联合检测可提升肺炎患儿预后判断的特异度及灵敏度。

关键词:病毒性肺炎;支原体肺炎;细菌性肺炎;社区获得性肺炎;维生素 D;白细胞介素-17A

中图分类号:R3;R725.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2025)03-519-08

* 基金项目:江苏省卫生科研课题(BJ23020)

作者简介:徐加威(1984-),男,本科,主治医师,研究方向:儿内科相关内容,E-mail: weiw_0302@163.com

[△] 通讯作者:吴晓凤(1982-),女,硕士研究生,副主任医师,研究方向:儿童呼吸肺炎相关,

E-mail: 2822591055@qq.com

(收稿日期:2024-11-12)

Exploration of the Differential Expression of Serum Vitamin D and IL-17A in Children with Pneumonia Infected by Different Pathogens and Their Clinical Significance*

XU Jia-wei, WU Xiao-feng[△], LUO Yan, JING Min, DING Jie-yin

(Department of Pediatrics, Huaian Fifth People's Hospital, Huaian, Jiangsu, 223000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the differential expression and clinical significance of serum 25-(OH) D3 and IL-17A in children with pneumonia infected by different pathogens. **Methods:** 240 children with CAP infected with different pathogens admitted from August 2020 to June 2024 were divided into viral group (viral pneumonia, 40 cases), mycoplasma group (mycoplasma pneumonia, 100 cases), and bacterial group (bacterial pneumonia, 100 cases) according to the pathogen type. Compare the differences in serum vitamin D and IL-17A expression among three groups of pediatric patients. 240 children with pneumonia were followed up for 15 days. Those who recovered within 15 days without sequelae were divided into a good prognosis group (n=210), and those who did not recover within 15 days or had severe sequelae were divided into a poor prognosis group (n=30). The general data of the two groups were compared, and a logistic regression model was used to analyze the prognostic factors. A receiver operating characteristic curve (ROC) was established to evaluate the prognostic value of serum 25-(OH) D3 and IL-17A for pneumonia. **Results:** The highest body temperature, white blood cells, neutrophils, CRP level and PSI scores varied significantly among the three groups ($P<0.05$); Comparing the levels of 25-(OH) D3 and IL-17A in three groups of children, The levels of 25-(OH) D3 from high to low were classified as Mycoplasma group, Virus group, and Bacterial group, while the levels of IL-17A from high to low were classified as Virus group, Bacterial group, and Mycoplasma group. The differences among the three groups were significant ($P<0.05$); Comparing the general data of pneumonia patients with different prognoses, it was found that the poor prognosis group and the good prognosis group had gender, age BMI, There was no significant difference in the levels of white blood cells, neutrophils, and CRP ($P>0.05$). The PSI score and IL-17A level in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group, and the 25-(OH) D3 level was lower than that in the good prognosis group. The difference between the two groups was significant ($P<0.05$); Using the prognosis of pneumonia as the dependent variable (good prognosis=0, poor prognosis=1), a logistic regression model was included. The results showed that PSI score, 25-(OH) D3, and IL-17A had independent predictive value for the prognosis of children with pneumonia ($P<0.05$); Through ROC curve analysis, it was found that the area under the curve (AUC) of serum 25-(OH) D3 combined with IL-17A for prognostic evaluation of pediatric pneumonia was 0.826, with a sensitivity of 85.65% and a specificity of 76.68%, all higher than the detection of 25-(OH) D3 or IL-17A alone ($P<0.05$). **Conclusion:** The expression levels of serum 25-(OH) D3 and IL-17A in children with pneumonia infected with different pathogens

show significant differences, and the levels of serum vitamin D and IL-17A are correlated with the prognosis of pneumonia. The combined detection of the two can improve the specificity and sensitivity of prognosis judgment in children with pneumonia.

Key words: Viral pneumonia; Mycoplasma pneumonia; Bacterial pneumonia; Community acquired pneumonia; Vitamin D; Interleukin-17A

Chinese Library Classification(CLC): R3; R725.6 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2025)03-519-08

前言

社区获得性肺炎 (community acquired pneumonia, CAP) 为儿科的多发病、常见病,其发病原因复杂,多由细菌、病毒、支原体感染导致,也是引起重症肺炎,导致肺炎患儿死亡的主要原因^[1]。所以,如何早期识别肺炎患儿病原体感染类型,并预测患儿预后,尽早进行针对性治疗,是该病治疗的重要难题。以往临床上对于肺炎患儿多依照影像学特点、肺部体征、呼吸道症及 C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)、白细胞计数,并结合临床经验来综合判断,但其诊断方式复杂,对不同病原体的辨别特异性较差^[2,3]。因此,探究更多早期识别肺炎病原体类型及预后预测的血清指标成为临床热点研究内容。血清维生素 D (vitamin D, 25-(OH)D₃ 为儿童生长发育的重要维生素类型,近年来研究逐渐深入,25-(OH)D₃ 对于炎症发展过程及免疫调节发挥了重要作用^[4],其表达水平降低与呼吸道感染严重程度、发生率密切相关,但是否可用于判断肺炎不同病原体感染类型尚无确切定论。另外,白细胞介素 -17A (Interleukin-17A, IL-17A) 为白细胞介素成员的重要促炎因子,参与了免疫应答和炎症反应过程^[5],研究表明^[6],当肺炎发生后 IL-17A 表达水平明显升高,同时可用于判断肺炎支原体感染患儿的预后水平。因此,本研究以 240 例不同病原体感染 CAP 患儿为研究对象,分析不同病原体感染肺炎患儿血清维生素 D、

IL-17A 的表达差异及其临床意义,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

将 2020 年 8 月~2024 年 6 月收治的 240 例不同病原体感染 CAP 患儿依照病原体类型分为病毒组 (病毒性肺炎, 40 例)、支原体组 (支原体肺炎, 100 例) 及细菌组 (细菌性肺炎, 100 例)。本研究经我院伦理委员会批准。纳入标准: 经临床查体、细菌培养、X 线片、血清学检测等检查明确肺炎类型,且符合 CAP 诊断标准^[7]; 年龄为 1~14 岁; 患儿监护人对本研究知情并签署同意书。排除标准: 合并肺结核、哮喘、支气管扩张等其他肺部疾病者; 合并免疫功能类疾病者; 近 2 个月内有免疫调节剂、激素类药物使用史者; 处于肺炎恢复期; 入组前采用大环内脂类抗生素治疗者; 近 3 个月服用过维生素 D 制剂者。

1.2 方法

一般资料收集,收集所有患儿一般资料,其中包括性别、年龄、体质量指数 (body mass index, BMI)、最高体温、白细胞、中性粒细胞、C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 水平及肺炎严重程度指数 (pneumonia severity index, PSI)。

血清维生素 D、IL-17A 检测方法: 所有患儿入院后第二日清晨采集空腹静脉血 3 mL,在室温下防止 2 h 后,以 4000 r/min 的速度进行离心 5 min,取上层清液,采用液相色谱-串联质谱法检测维生素 D 水平,采用酶联免疫吸附试验

法及酶标仪检测 IL-17A 水平,检测不走依照试剂盒说明书进行,维生素 D 试剂盒由武汉吉立德生物科技提供,IL-17A 试剂盒由上海酶联生物科技提供。

随访方法:对所有患儿进行 15 d 门诊复查随访,对患儿进行临床查体、细菌培养、X 线片、血清学检测等检查判定患儿预后水平,15 d 内患儿临床症状消失,痰培养为阴性,肺部病灶吸收,血清指标恢复正常为痊愈,5 d 内痊愈且无后遗症者分为预后良好组($n=210$),15 d 内未痊愈或合并严重后遗症者为预后不良组($n=30$)^[8]。

1.3 统计学方法

采取统计学软件 SPSS 23.0 对本研究数据进行分析,计数资料($n, \%$)进行 χ^2 检验;符合

正态分布的计量资料($\bar{x} \pm s$)两组间比较采用 t 检验,多组间比较采用方差检验;采用 logistic 回归分析法分析肺炎预后影响因素;建立 ROC 曲线分析血清维生素 D、IL-17A 对肺炎预后的预测价值;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患儿一般资料比较

本研究共纳入的 240 例患儿中男 141 例,女 99 例,年龄为 0~14 岁,平均(5.37 ± 1.24)岁,三组患儿一般资料比较发现,性别、年龄、BMI 比较无明显差异($P > 0.05$),最高体温、白细胞、中性粒细胞、CRP 水平及 PSI 评分对比差异显著($P < 0.05$),见表 1。

表 1 三组患儿一般资料比较

Table 1 General Information Comparison of Three Groups of Children

Project	Virus group (40 cases)	Mycoplasma group (100 cases)	Bacterial group (100 cases)
Gender			
Male	24	57	60
Female	16	43	40
Age (years)	5.47 ± 1.25	5.21 ± 1.13	5.44 ± 1.31
BMI (kg/m^2)	21.81 ± 2.69	21.41 ± 2.84	21.32 ± 2.43
Highest body temperature ($^{\circ}\text{C}$)	39.21 ± 1.37	$37.12 \pm 4.12^{\circ}$	$38.41 \pm 2.37^{\circ \circ}$
Leukocyte ($\times 10^9/\text{L}$)	12.17 ± 2.26	$10.45 \pm 2.67^{\circ}$	$13.25 \pm 2.89^{\circ \circ}$
Neutrophils ($\times 10^9/\text{L}$)	9.84 ± 3.21	$7.68 \pm 1.12^{\circ}$	$9.42 \pm 1.25^{\circ}$
CRP (mg/L)	3.52 ± 0.41	$21.61 \pm 5.33^{\circ}$	$20.17 \pm 4.64^{\circ}$
PSI score (points)	71.87 ± 3.21	$65.13 \pm 5.52^{\circ}$	$75.86 \pm 4.64^{\circ \circ}$

Note: compared with the Virus group, $^{\circ} P < 0.05$; compared with the Mycoplasma group, $^{\circ \circ} P < 0.05$.

2.2 三组患儿血清维生素 D、IL-17A 表达差异分析

比较三组患儿血清 25- (OH)D3、IL-17A 水平发现,25- (OH)D3 由高到低为支原体组、病毒组、细菌组,IL-17A 水平由高到低为病毒组、细菌组、支原体组,三组比较差异显著($P < 0.05$),见表 2。

2.3 不同预后情况肺炎患儿一般资料比较

不同预后情况肺炎患儿一般资料比较发现,不良预后组、良好预后组性别、年龄、BMI、白细胞、中性粒细胞、CRP 水平对比无明显差异($P > 0.05$),不良预后组 PSI 评分、IL-17A 水平高于良好预后组,25- (OH)D3 水平低于良好预后组,两组比较差异显著($P < 0.05$),见表 3。

表 2 三组患儿血清维生素 D、IL-17A 表达差异分析($\bar{x} \pm s$)Table 2 Differential analysis of serum vitamin D and IL-17A expression among three groups of pediatric patients($\bar{x} \pm s$)

Groups	25-(OH)D3 (ng/mL)	IL-17A (ng/L)
Virus group (40 cases)	22.56 $\pm$ 2.63	11.53 $\pm$ 2.67
Mycoplasma group (100 cases)	25.24 $\pm$ 3.25 [°]	8.35 $\pm$ 1.42 [°]
Bacterial group (100 cases)	20.14 $\pm$ 2.11 ^{° °}	9.35 $\pm$ 1.68 ^{° °}

Note: compared with the Virus group, [°] $P < 0.05$; compared with the Mycoplasma group, [°] $P < 0.05$.

表 3 不同预后情况肺炎患儿一般资料比较

Table 3 General Information Comparison of Pneumonia Children with Different Prognostic Conditions

Project	Poor prognosis group (n=30)	Good prognosis group (n=210)
Gender		
Male	17	124
Female	13	86
Age (years)	5.30 $\pm$ 1.57	5.21 $\pm$ 1.42
BMI (kg/m ²)	21.64 $\pm$ 2.34	21.19 $\pm$ 1.29
Highest body temperature (°C)	38.78 $\pm$ 1.64	38.53 $\pm$ 1.72
leukocyte ($\times 10^9/L$)	11.88 $\pm$ 2.51	11.14 $\pm$ 2.31
Neutrophils ($\times 10^9/L$)	8.42 $\pm$ 8115	8.63 $\pm$ 1.62
CRP (mg/L)	15.31 $\pm$ 3.25	15.68 $\pm$ 2.34
PSI score (points)	87.21 $\pm$ 5.17	70.42 $\pm$ 4.43
25-(OH)D3 (ng/mL)	20.53 $\pm$ 3.67	26.36 $\pm$ 4.21
IL-17A (ng/L)	12.63 $\pm$ 1.53	8.11 $\pm$ 1.45

2.4 肺炎患儿预后影响因素分析

预后不良=1), 纳入 logistic 回归模型, 结果显

以表 3 中具有统计学差异的指标作为自变量, 示, PSI 评分、25-(OH)D3、IL-17A 对肺炎患儿预
量, 以肺炎预后情况作为因变量(预后良好=0, 后水平具有独立预测价值($P < 0.05$), 见表 4。

表 4 肺炎患儿预后影响因素分析

Table 4 Analysis of prognostic factors in children with pneumonia

Project	b	Standard error	Wald	P	OR	95% CI
PSI score	0.174	0.047	13.817	<0.001	1.191	1.086 ~ 1.305
25-(OH)D3	-0.115	0.038	9.083	0.003	0.891	0.827 ~ 0.961
IL-17A	0.142	0.035	16.257	<0.001	1.153	1.076 ~ 1.235
Constant	7.804	3.623	4.639	0.031	2449.761	

2.5 维生素 D、IL-17A 对肺炎预后水平的预测价值

(AUC) 为 0.826, 敏感度为 85.65%, 特异度为 76.68%, 均高于单独 25-(OH)D3 或 IL-17A 检

通过 ROC 曲线分析发现, 血清维生素 D 联合 IL-17A 对小儿肺炎预后评估曲线下面积

测($P < 0.05$), 见表 5、图 1。

表 5 维生素 D、IL-17A 对肺炎预后水平的预测价值

Table 5 The predictive value of vitamin D and IL-17A for the prognosis of pneumonia

Index	AUC	95 % CI	Optimal threshold	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Youden
25-(OH)D3	0.732	0.484~0.823	22.52 ng/mL	73.03	67.53	0.521
IL-17A	0.754	0.565~0.832	11.71 ng/L	74.58	69.32	0.536
S/D	0.826	0.624~0.931	-	85.65	76.68	0.713

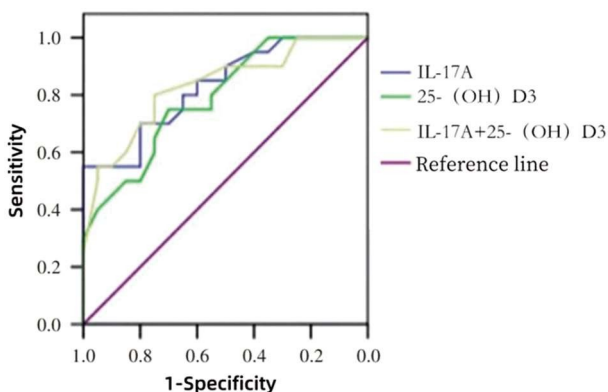


图 1 维生素 D、IL-17A 对肺炎预后水平的预测 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve for predicting the prognosis of pneumonia with vitamin D and IL-17A

3 讨论

CAP 是导致全球感染性疾病死亡的重要原因,且近年来发病率逐年升高^[9]。儿童由于年龄较小,免疫功能发育不完善,肺炎发病率较高^[10]。CAP 在儿童中以 3~14 岁群体较为常见,且每 3~7 年可呈现一次区域性流行趋势^[11]。随着儿童肺炎发病率升高,重症肺炎数量明显增多,不仅累积肺部,还可引发脑炎、心肌炎等肺外器官病变,甚至引发呼吸衰竭及死亡^[12,13]。临床实践发现,由于肺炎致病原差异,临床表现也较为多样,导致疾病早期,感染病原体鉴别困难^[14]。而常规血沉、血常规等快速检查项目对于细菌、支原体及病毒感染的鉴别缺乏特异性,所以早期多以临床经验选择抗生素进行治疗,长此以往可出现抗生素滥用情况,导致疾病耐药性发生^[15,16]。因此,早期识别具体病原体,并预测预后水平,对于改善肺炎患儿临床疗效具有重要价值。

本研究显示,不同病原体感染的三组患儿最高体温、白细胞、中性粒细胞、CRP 水平及

PSI 评分对比差异显著($P<0.05$),与李斐等^[17]研究结果具有一定差异。李斐等研究显示,不同病原体感染肺炎早期多以发热症状为主,因此,通过临床症状难以辨别不同病原体感染情况。而本研究可能由于不同病原体感染患儿病例数具有一定差异,可能导致结果偏差,还需日后增加样本量深入研究。另外,白细胞、中性粒细胞、CRP 为肺炎发生后的常用诊断指标,虽然可在一定程度上辨别支原体肺炎,但对于细菌和病毒性肺炎判断存在一定局限。而 PSI 评分作为肺炎严重程度判断的重要评分标准,其包含了血压、血肌酐等多项指标,评价方法复杂,虽然可为不同病原体判断提供参考,但其复杂性限制了临床普及应用^[18]。因此,常规检验指标对于不同病原体感染肺炎的判断多存在一定局限,还需探究特异性、敏感性较高的早期诊断指标。

25-(OH)D3 是由皮肤细胞之中脱氢胆固醇合成的一种脂溶性维生素,可在特定波长阳光紫外线照射下转化为活性形式,也可以通过食物摄取^[19]。25-(OH)D3 为维生素 D 主要代谢产物,其含量丰富,且稳定性高,能够有效反应机体维生素 D 水平。IL-17A 为免疫介质中的一种,由 Th17 细胞分泌,能够诱导血液中性粒细胞的激活、迁移与分化,参与了免疫细胞功能调节与炎症反应^[20]。大量研究表明^[21],IL-17A 水平升高可能预示免疫系统异常激活,且与呼吸道疾病、喘息病症的发生密切相关。还有研究发现,IL-17A 在细菌感染性疾病之中可呈现异常表达状态,且参与了炎症发生与发展。本研究显

示, 25-(OH)D3 由高到低为支原体组、病毒组、细菌组, IL-17A 水平由高到低为病毒组、细菌组、支原体组, 三组比较差异显著($P<0.05$)。证明, 血清 25-(OH)D3、IL-17A 可能为肺炎不同病原体感染类型的判断提供重要参考, 与 Wimalawansa SJ 等^[22]研究结果部分一致。以往研究中关于血清 25-(OH)D3、IL-17A 与不同病原体感染肺炎的相关研究较少, 且结果尚无明确定论。研究表明^[23], 细菌性及病毒性肺炎患儿肺泡上的损伤高于支原体肺炎, 肺泡免疫活性更低, 因此, 细菌性及病毒性肺炎引发肺不张、呼吸窘迫等重症情况发生率高于其他类型肺炎, 与本研究结果部分一致。因此, 病毒组、细菌组血清 25-(OH)D3 水平更低, IL-17A 水平更高, 但具体机制还需日后进一步深入研究。

本研究显示, PSI 评分、25-(OH)D3、IL-17A 对肺炎患儿预后水平具有独立预测价值($P<0.05$)。由此证明, 25-(OH)D3 降低、IL-17A 升高为肺炎预后不良的重要影响因素。原因为, 当小儿肺炎发生后, 维生素 D 缺乏可能对免疫系统正常功能产生影响, 患儿出现免疫细胞活性降低情况, 增加预后不良风险^[24]。另外, 维生素 D 还能够对炎症反应过程产生影响, 导致肺炎病情加重, 患儿预后较差。随着肺炎病情加重可导致呼吸道组织损伤与喘息症状, 机体炎症反应加剧, 而 IL-17A 水平升高可评价机体炎症反应程度^[25]。因此, IL-17A 水平越高, 代表患儿机体炎症反应越剧烈, 预后不良风险增加。

本研究进一步分析发现, 血清维生素 D 联合 IL-17A 对小儿肺炎预后评估曲线下面积 (AUC) 为 0.826, 敏感度为 85.65%, 特异度为 76.68%, 均高于单独 25-(OH)D3 或 IL-17A 检测($P<0.05$)。提示, 针对肺炎患儿采取血清维生素 D、IL-17A 判断患儿病原体感染类型的同时, 可联合两者进一步预测患儿预后水平, 从而为早期治疗方案选择提供参考意见。

综上所述, 不同病原体感染肺炎患儿血清维生素 D、IL-17A 的表达水平呈现显著差异, 且血清维生素 D、IL-17A 水平与肺炎预后相关, 二者联合检测可提升肺炎患儿预后判断的特异度及灵敏度。

参 考 文 献 (References)

- [1] Chen YC, Hsu WY, Chang TH. Macrolide-Resistant *Mycoplasma pneumoniae* Infections in Pediatric Community-Acquired Pneumonia [J]. Emerg Infect Dis, 2020, 26(7): 1382-1391.
- [2] Kuikel S, Pathak N, Poudel S, et al. Neutrophil-lymphocyte ratio as a predictor of adverse outcome in patients with community-acquired pneumonia: A systematic review [J]. Health Sci Rep, 2022, 5(3): e630.
- [3] Graham FF, Finn N, White P, et al. Global Perspective of *Legionella* Infection in Community-Acquired Pneumonia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies [J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(3): 1907.
- [4] 钱婧, 袁艺. 血清 25-(OH)D3 水平与儿童社区获得性肺炎严重程度及免疫功能相关性研究 [J]. 中国儿童保健杂志, 2018, 26(8): 827-830.
- [5] Azevedo MLV, Malaquias MAS, de Paula CBV, et al. The role of IL-17A/IL-17RA and lung injuries in children with lethal non-pandemic acute viral pneumonia [J]. Immunobiology, 2020, 225(4): 151981.
- [6] Shah AM, Zamora R, Vodovotz Y. Interleukin-17 as a spatiotemporal bridge from acute to chronic inflammation: Novel insights from computational modeling [J]. WIREs Mech Dis, 2023, 15(3): e1599.
- [7] 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 中华儿科杂志编辑委员会, 中国医药教育协会儿科专业委员会. 儿童社区获得性肺炎管理指南 (2024 修订) [J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(10): 920-930.
- [8] Chee E, Huang K, Haggie S, et al. Systematic review of clinical practice guidelines on the

- management of community acquired pneumonia in children[J]. *Paediatr Respir Rev*, 2022, 42: 59-68.
- [9] Pratt MTG, Abdalla T, Richmond PC, et al. Prevalence of respiratory viruses in community-acquired pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2022, 6(8): 555-570.
- [10] Tsoumani E, Carter JA, Salomonsson S, et al. Clinical, economic, and humanistic burden of community acquired pneumonia in Europe: a systematic literature review [J]. *Expert Rev Vaccines*, 2023, 22(1): 876-884.
- [11] Li Q, Zhou Q, Florez ID, et al. Short-Course vs Long-Course Antibiotic Therapy for Children With Nonsevere Community-Acquired Pneumonia: A Systematic Review and Meta-analysis [J]. *JAMA Pediatr*, 2022, 176(12): 1199-1207.
- [12] Saleem N, Kulkarni A, Snow TAC, et al. Effect of Corticosteroids on Mortality and Clinical Cure in Community-Acquired Pneumonia: A Systematic Review, Meta-analysis, and Meta-regression of Randomized Control Trials[J]. *Chest*, 2023, 163(3): 484-497.
- [13] R Marques I, P Calvi I, A Cruz S, et al. Shorter versus longer duration of Amoxicillin-based treatment for pediatric patients with community-acquired pneumonia: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur J Pediatr*, 2022, 181(11): 3795-3804.
- [14] Fujikura Y, Somekawa K, Manabe T, et al. Aetiological agents of adult community-acquired pneumonia in Japan: systematic review and meta-analysis of published data [J]. *BMJ Open Respir Res*, 2023, 10(1): e001800.
- [15] Kuitunen I, Jääskeläinen J, Korppi M, et al. Antibiotic Treatment Duration for Community-Acquired Pneumonia in Outpatient Children in High-Income Countries-A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Clin Infect Dis*, 2023, 76(3): e1123-e1128.
- [16] Gentilotti E, De Nardo P, Cremonini E, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care tests in acute community-acquired lower respiratory tract infections [J]. A systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Microbiol Infect*, 2022, 28(1): 13-22.
- [17] 李斐, 郭珊, 郭利敏, 等. 不同病原体感染肺炎患儿血清 sRAGE, Galectin-3 表达变化及临床意义 [J]. *中国病原生物学杂志*, 2024, 19(1): 79-82.
- [18] 金欣, 邓明惠, 丁波, 等. 不同病原体感染重症肺炎患儿 T 细胞亚群, 炎症因子水平差异及临床特征分析 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22(7): 738-742.
- [19] 马雷, 姚丛月, 缪博, 等. 社区获得性肺炎患儿血清 25-羟维生素 D3、总 IgE 表达及其与疾病严重程度相关性 [J]. *国际呼吸杂志*, 2022, 42(22): 1707-1712.
- [20] Leerach N, Sithisak S, Kittit T, et al. Association of serum interleukin-17 level and *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis [J]. *Transl Pediatr*, 2024, 13(9): 1588-1599.
- [21] Wang H, Zhang Y, Zhao C, et al. Serum IL-17A and IL-6 in paediatric *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia: implications for different endotypes [J]. *Emerg Microbes Infect*, 2024, 13(1): 2324078.
- [22] Wimalawansa SJ. Infections and Autoimmunity-The Immune System and Vitamin D: A Systematic Review [J]. *Nutrients*, 2023, 15(17): 3842.
- [23] Alshammari MK, Alotaibi MA, Alotaibi AS, et al. Prevalence and Etiology of Community- and Hospital-Acquired Pneumonia in Saudi Arabia and Their Antimicrobial Susceptibility Patterns: A Systematic Review [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2023, 59(4): 760.
- [24] 闫静, 侯艳苗, 王振华. 难治性支原体肺炎患儿血清 lncRNA NNT-AS1, IL-17A 水平变化及临床意义 [J]. *中华全科医学*, 2024, 22(3): 447-450.
- [25] Silva MJA, Ribeiro LR, Lima KVB, et al. Adaptive immunity to SARS-CoV-2 infection: A systematic review [J]. *Front Immunol*, 2022, 13: 1001198.