

肺炎支原体肺炎患儿外周血NST水平与病情严重程度的相关性研究

廖桂梅^{1*}, 张丽洁^{2#}

¹延安大学医学院, 陕西 延安

²陕西省人民医院血液病研究室, 陕西 西安

收稿日期: 2024年6月27日; 录用日期: 2024年7月21日; 发布日期: 2024年7月29日

摘要

目的: 探讨肺炎支原体肺炎(*Mycoplasma pneumoniae pneumonia*, MPP)患儿外周血中性杆状核粒细胞(neutrophilic stab granulocyte, NST)水平与病情严重程度的相关性。方法: 选取2023年9月~2024年2月陕西省人民医院152例肺炎支原体肺炎患儿为研究对象, 根据病情分为轻症组($n = 100$)和重症组($n = 52$)。比较两组外周血NST水平。采用Spearman相关性检验分析外周血NST与C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)、D-二聚体(D-dimer, D-D)、降钙素原(procalcitonin, PCT)水平的相关性。结果: 重症组患儿外周血NST、CRP、LDH、D-D和PCT水平显著高于轻症组, 差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$)。重症组患儿外周血NST水平与CRP ($r = 0.373, P < 0.05$)、D-D ($r = 0.266, P < 0.05$)、PCT ($r = 0.473, P < 0.05$)水平呈正相关。结论: 重症肺炎支原体肺炎患儿外周血NST水平升高, 与肺炎支原体肺炎疾病病情严重程度有关。

关键词

重症肺炎支原体肺炎, 中性杆状核粒细胞, C-反应蛋白, 乳酸脱氢酶, D-二聚体, 降钙素原

Study on the Correlation between NST Levels in Peripheral Blood and the Severity of *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia in Children

Guimei Liao^{1*}, Lijie Zhang^{2#}

¹School of Medicine, Yan'an University, Yan'an Shaanxi

²Department of Hematology, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an Shaanxi

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 廖桂梅, 张丽洁. 肺炎支原体肺炎患儿外周血 NST 水平与病情严重程度的相关性研究[J]. 临床医学进展, 2024, 14(7): 1413-1419. DOI: 10.12677/acm.2024.1472161

Abstract

Objective: To investigate the correlation between the level of neutrophilic stab granulocyte (NST) in peripheral blood of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia (MPP) and the severity of the disease. **Methods:** 152 children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in Shaanxi Provincial People's Hospital from September 2023 to February 2024 were selected as the study object. They were divided into mild group ($n = 100$) and severe group ($n = 52$) according to their disease conditions. The levels of NST in peripheral blood of the two groups were compared. Spearman correlation test was used to analyze the correlation between NST and C-reactive protein (CRP), lactate dehydrogenase (LDH), D-dimer (D-D) and procalcitonin (PCT) levels were evaluated. **Results:** The levels of NST, CRP, LDH, D-D and PCT in peripheral blood of children in severe group were significantly higher than those in mild group, with statistical significance (all $P < 0.05$). There was a positive correlation between peripheral blood NST level and CRP ($r = 0.373$, $P < 0.05$), D-D ($r = 0.266$, $P < 0.05$) and PCT ($r = 0.473$, $P < 0.05$) levels in the severe group. **Conclusions:** The increase of NST level in peripheral blood of children with severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia is related to the severity of the disease.

Keywords

Severe *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia, Neutrophilic Stab Granulocyte, C-Reactive Protein, Lactate Dehydrogenase, D-Dimer, Procalcitonin

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

肺炎支原体肺炎是儿童常见的社区获得性肺炎。其发病机制目前尚未完全阐明, 研究认为可能与肺炎支原体的直接损伤、细胞因子诱导的炎症损伤以及免疫逃避有关[1]。肺炎支原体肺炎患儿若治疗不及时易发展为重症肺炎支原体肺炎[2]。研究发现肺炎支原体肺炎可引起坏死性肺炎、肺栓塞、脑炎和心肌炎等严重肺内肺外并发症[3] [4], 因此准确评估患儿病情严重程度有助于改善患儿的预后。有报道称中性粒细胞核左移(外周血中未成熟中性粒细胞比例 $> 5\%$)与机体感染严重程度相关, 在外周血中成熟中性粒细胞和未成熟中性粒细胞比例的变化是评估细菌感染严重程度的一个比中性粒细胞水平更准确的指标[5]。研究发现骨髓中中性杆状核粒细胞(neutrophilic stab granulocyte, NST)的动员对相关炎症的疾病严重程度具有重要预测价值[6]。目前, 关于肺炎支原体肺炎患儿外周血 NST 水平与病情严重程度的相关性研究较少。鉴于此, 本研究通过检测肺炎支原体肺炎患儿外周血 NST 水平, 分析 NST 水平与肺炎支原体肺炎患儿病情严重程度关系, 为评估肺炎支原体肺炎患儿病情严重程度提供参考依据。

2. 材料与方法

2.1. 研究对象

选取 2023 年 9 月~2024 年 2 月陕西省人民医院收治的 152 例肺炎支原体肺炎患儿为观察对象, 根据

病情严重程度分为轻症组($n = 100$)及重症组($n = 52$)。其中轻症组男 47 例, 女 53 例, 平均年龄(6.55 ± 2.51)岁; 重症组男 23 例, 女 29 例, 平均年龄(6.38 ± 2.38)岁。两组的性别($\chi^2 = 0.106, P = 0.745$)和年龄($t = 0.393, P = 0.695$)比较差异均无统计学意义, 具有可比性。

纳入标准: 1) 肺炎支原体肺炎诊断标准: 符合《诸福棠实用儿科学》第 8 版[7]中相关诊断表现, 咽拭子或鼻咽吸出物肺炎支原体脱氧核糖核酸(MP-RNA)、肺炎支原体免疫球蛋白 M(MP-IgM)为阳性, 重症肺炎支原体肺炎患儿参考《儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023 年版)》[8], 重症肺炎支原体肺炎的诊断标准: ① 持续高热(39°C 以上) ≥ 5 天或发热 ≥ 7 天, 体温高峰无下降趋势; ② 出现喘息、气促、呼吸困难、胸痛、咯血等之一。这些表现与病变重、合并塑形性支气管炎、哮喘发作、胸腔积液和肺栓塞等有关; ③ 出现肺外并发症, 但未达到危重症标准; ④ 静息状态下, 吸空气时指脉氧饱和度 ≤ 0.93 ; ⑤ 影像学表现为以下情况之一者: a) 单个肺叶 $\geq 2/3$ 受累, 存在均匀一致高密度实变或 2 个及以上肺叶出现高密度实变(无论受累面积大小), 可伴有中到大量胸腔积液, 也可伴有局限性细支气管炎表现; b) 单肺弥漫性或双侧 $\geq 4/5$ 肺叶有细支气管炎表现, 可合并支气管炎, 并有黏液栓子形成导致肺不张; ⑥ 临床症状进行性加重, 影像学显示病变范围在 24~48 h 进展超过 50%, ⑦ CRP、LDH、D-D 之一明显升高者, 符合上述其一均可诊断为重症肺炎支原体肺炎; 2) 年龄范围 1~15 岁; 3) 临床资料齐全。排除标准: 1) 肺结核及其他病原体所致肺炎; 2) 先天性心、肺、肾功能不全; 3) 凝血功能异常者; 4) 过敏体质; 5) 先天性免疫性疾病; 6) 患儿存在出血性疾病; 7) 临床资料不完整。

2.2. 仪器与试剂

CRP 检测采用特定蛋白分析仪(深圳国赛 Aristo), LDH 检测采用全自动生化分析仪(美国贝克曼 AU5800), D-D 检测采用全自动凝血分析仪(日本积水医疗 CP3000), PCT 检测采用(北京万泰生物 Caris200), 外周血涂片观察采用普通光学生物显微镜(日本 OLYMPUS-CX22)等。

2.3. 研究方法

2.3.1. 临床实验室指标

空腹抽取研究对象静脉血 2~3 mL, 室温静置 30 min 后以 3000 r/min 的转速离心 10 min, 分离血清。用散射比浊法检测 CRP, 用乳酸底物法检测 LDH, 用免疫比浊法检测 D-D, 用化学发光法检测 PCT。

2.3.2. 外周血涂片制作

取 5 μL 的 EDTA-K2 抗凝血, 推片, 用瑞氏染液和吉姆萨染液染色。选择厚薄均匀的部位计数 100 个白细胞中各类白细胞所占比例。

2.4. 统计学分析

采用 SPSS 20.0 统计软件进行数据分析。符合正态性检验和方差齐性检验的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 否则用中位数(四分位数间距) [$M(P_{25} \sim P_{75})$]表示, 两组间比较采用 t 检验或 Mann-Whitney U 检验; 计数资料采用例(n)或百分比(%)表示, 组间比较采用(χ^2)检验; 采用 Spearman 相关性检验分析外周血 NST 与 CRP、LDH、D-D 和 PCT 水平的相关性。均以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 轻症组和重症组临床实验室指标比较

见表 1。重症组患儿的 CRP、LDH、D-D 及 PCT 水平明显高于轻症组, 两组间比较差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$)。

Table 1. Comparison of clinical laboratory indicators between the two groups
表 1. 两组患儿临床实验室指标比较

指标	重症组(<i>n</i> = 52)	轻症组(<i>n</i> = 100)	<i>Z</i> / χ^2	<i>P</i> 值
CRP (mg/L)	10.67 (5.00, 32.04)	5.00 (5.00, 12.12)	-3.162	0.002
LDH (U/L)	329.50 (249.50, 379.75)	267.50 (240, 306.75)	-3.620	< 0.001
D-D (mg/L)	1.24 (0.95, 1.73)	0.95 (0.79, 1.10)	-4.749	< 0.001
PCT (ng/mL)	0.16 (0.10, 0.32)	0.09 (0.06, 0.14)	-4.313	< 0.001

3.2. 轻症组和重症组外周血涂片各类白细胞计数比较

见表 2。重症组患儿的 NST 水平明显高于轻症组，两组间比较差异具有统计学意义($P < 0.05$)。

Table 2. Comparison of various types of white blood cell counts in peripheral blood smears between the two groups
表 2. 两组患儿外周血涂片各类白细胞计数比较

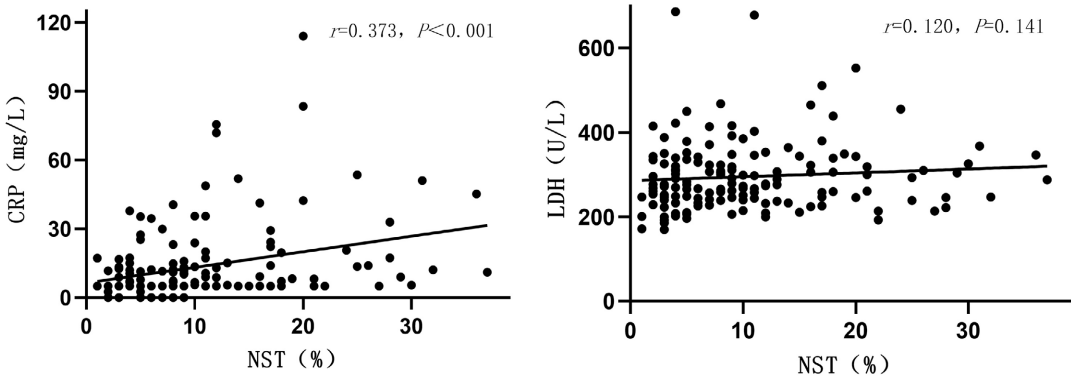
项目	重症组(<i>n</i> = 52)	轻症组(<i>n</i> = 100)	<i>Z</i> / χ^2	<i>P</i> 值
NST (%)	11.00 (7.00, 17.00)	7.00 (4.00, 11.75)	-2.961	0.003
NSG (%)	45.50 (30.50, 52.75)	41.50 (32.00, 50.50)	-0.931	0.352
E (%)	0.00 (0.00, 1.00)	1.00 (0.00, 2.00)	-1.751	0.080
B (%)	0.00 (0.00, 0.00)	0.00 (0.00, 1.00)	-1.624	0.104
LYM (%)	32.00 (24.25, 47.00)	38.50 (27.00, 49.50)	-1.447	0.148
M (%)	4.50 (3.00, 8.00)	6.00 (4.00, 9.00)	-1.259	0.208

3.3. 外周血 NST 水平与临床实验室指标的相关性分析

见表 3 和图 1。重症组患儿外周血 NST 水平与 CRP、D-D、PCT 水平呈正相关(均 $P < 0.05$)，与 LDH 水平无关。

Table 3. Correlation between peripheral blood NST level and clinical laboratory indicators
表 3. 外周血 NST 水平与临床实验室指标的相关性

指标	<i>r</i>	<i>P</i>
CRP (mg/L)	0.373	<0.001
LDH (U/L)	0.120	0.141
D-D (mg/L)	0.266	0.001
PCT (ng/mL)	0.473	<0.001



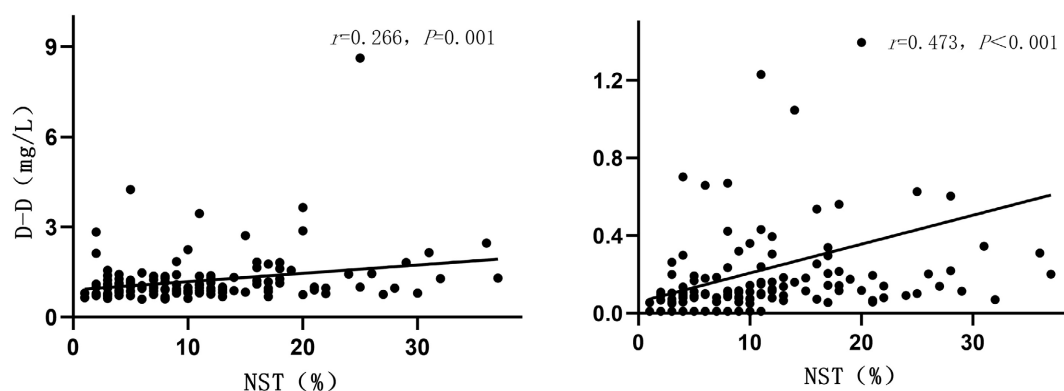


Figure 1. Correlation between peripheral blood NST level and clinical laboratory index level

图 1. 外周血 NST 水平与临床实验室指标水平相关性

4. 讨论

肺炎支原体(*mycoplasma pneumonia*, MP)是儿童社区获得性肺炎最常见的病原体之一,约占10%~30% [9],在5岁以上儿童中可高达40% [10]。肺炎支原体引起的下呼吸道感染是儿童发病和死亡的常见原因 [11]。除了引起下呼吸道症状外,还可累及神经系统、循环系统、血液系统和皮肤粘膜等系统 [12] [13]。肺炎支原体是一种介于细菌和病毒能独立生存的最小微生物 [14],通过侵袭呼吸道,引起巨噬细胞和中性粒细胞的炎性渗出,其中肺巨噬细胞在控制肺炎支原体感染中起重要作用,其通过 TLR2 受体识别肺炎支原体,激活 MyD88-NF- κ B 信号通路,吞噬肺炎支原体,引起严重炎症反应,诱导免疫细胞凋亡 [15]。研究表明,肺炎支原体肺炎患儿病情加重可能与免疫反应异常、大环内酯类药物耐药以及其他病原体合并感染有关 [11] [16]。肺炎支原体肺炎是一种自限性疾病 [17],一般经大环内酯类药物治疗后病情即可得到控制,然而近年来由于诊断延误、混合感染以及肺炎支原体耐药菌株的出现等因素,导致重症肺炎支原体肺炎发病率逐年增加 [18]。重症肺炎支原体肺炎患儿病情进展迅速,如不及时治疗甚至可能危及生命,因此如果能准确评估患儿病情并及早干预,对改善患儿预后具有重要意义。

当机体发生严重感染时,骨髓动员大量的未成熟粒细胞进入循环,在脓毒症和严重全身炎症反应综合征患者中经常可观察到未成熟中性粒细胞的存在 [19]。此外,中性粒细胞不仅在炎症和免疫反应中发挥积极作用,在感染、自身免疫和癌症等也发挥积极作用 [20]。尽管未成熟中性粒细胞处于“不成熟状态”,但仍可以发挥天然免疫功能,如趋化、吞噬、细菌杀伤等 [19]。具有带状马蹄形的中性杆状核粒细胞代表中性粒细胞成熟之前的最后分化阶段。在平衡状态下,中性杆状核粒细胞存在于骨髓中,在机体发生急性炎症时外周血中的中性杆状核粒细胞水平会升高,这种现象为中性粒细胞的“左移”,是紧急粒细胞生成过程的特征之一 [21]。长期以来中性粒细胞的左移被认为是机体的循环对中性粒细胞需求增加的旁观者效应,导致骨髓过早释放中性粒细胞 [22]。然而,近年来有报道称在急性炎症期间机体循环的中性杆状核粒细胞增多不仅仅是骨髓动员年轻和功能较差的中性粒细胞的代偿反应,更是因为其优越的遏制细菌能力 [23] [24]。

C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)是一种急性时相反应蛋白,正常情况下人体内含量极少,当机体受到病原体入侵或组织损伤时可急剧升高 [25]。乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)是一种糖酵解酶,广泛存在于人体的各种组织中,在心肌细胞含量较高,重症肺炎支原体肺炎患者在疾病发生发展过程中受到炎症因子和氧自由基的刺激,给心肌组织带来严重损伤,导致 LDH 大量释放入血 [26]。D-二聚体(D-dimer, D-D)是纤溶酶水解产生的一种特异性降解产物,一般情况下机体的凝血系统与纤溶系统处于动态平衡,机体感染 MP 后可发生低氧血症,低氧刺激机体产生炎症介质损伤血管内皮细胞导致血浆 D-D

水平升高[27]。降钙素原(procalcitonin, PCT)是一种无激素活性的降钙素前肽物质, 正常生理情况下, 机体的降钙素原含量非常低, PCT 水平会随着机体感染程度的加重而升高[28]。现有研究表明, CRP、LDH、D-D、PCT 与肺炎支原体肺炎病情严重程度密切相关[29] [30]。

本研究结果显示, 在肺炎支原体肺炎患儿中, 重症组患儿与轻症患儿相比, 重症组患儿 CRP、LDH、D-D、PCT 水平显著升高, 与上述报道结果一致。本研究中 NST 在重症组患儿外周血中的水平显著高于轻症组。相关性分析显示, 重症组患儿外周血 NST 水平与 CRP、D-D、PCT 水平呈正相关。

综上所述, 肺炎支原体肺炎患儿外周血 NST 水平升高, 与肺炎支原体肺炎疾病严重程度有关。本研究的不足之处在于本研究为单中心研究、样本量较小、研究时间短, 且其属于一项回顾性研究, 结果可能存在一定偏倚, 后期将扩大样本量进行多中心前瞻性研究。

基金项目

陕西省人民医院科技人才支持计划(2022BJ-03)。

参考文献

- [1] Zhu, Y., Luo, Y., Li, L., Jiang, X., Du, Y., Wang, J., et al. (2023) Immune Response Plays a Role in *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia. *Frontiers in Immunology*, **14**, Article 1189647. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1189647>
- [2] Yang, S., Lu, S., Guo, Y., Luan, W., Liu, J. and Wang, L. (2024) A Comparative Study of General and Severe *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia in Children. *BMC Infectious Diseases*, **24**, Article No. 449. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09340-x>
- [3] Luo, X.Q., Luo, J., Wang, C.J., Luo, Z.X., Tian, D.Y. and Xie, X.H. (2023) Clinical Features of Severe *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia with Pulmonary Complications in Childhood: A Retrospective Study. *Pediatric Pulmonology*, **58**, 2815-2822. <https://doi.org/10.1002/ppul.26593>
- [4] Yu, Y., Jin, X., Zhang, X. and Shen, Y. (2024) Pulmonary Thrombotic Complication of *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia in Chinese Children: Clinical Feature and Risk Factor Analysis. *Pediatric Infectious Disease Journal*, **43**, 505-510. <https://doi.org/10.1097/inf.0000000000004287>
- [5] Honda, T., Uehara, T., Matsumoto, G., Arai, S. and Sugano, M. (2016) Neutrophil Left Shift and White Blood Cell Count as Markers of Bacterial Infection. *Clinica Chimica Acta*, **457**, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2016.03.017>
- [6] Guérin, E., Orabona, M., Raquil, M., Giraudeau, B., Bellier, R., Gibot, S., et al. (2014) Circulating Immature Granulocytes with T-Cell Killing Functions Predict Sepsis Deterioration. *Critical Care Medicine*, **42**, 2007-2018. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000000344>
- [7] 诸福棠实用儿科学(第8版) [J]. 中国临床医生杂志, 2015(7): 47.
- [8] 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]. 国际流行病学传染病学杂志, 2023(2): 79-85.
- [9] 林莉, 狄天伟, 杨爱娟, 等. 儿童肺炎支原体感染流行病学特征分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2023, 18(11): 1333-1336.
- [10] Kumar, S. (2018) *Mycoplasma pneumoniae*: A Significant but Underrated Pathogen in Paediatric Community-Acquired Lower Respiratory Tract Infections. *Indian Journal of Medical Research*, **147**, 23-31. https://doi.org/10.4103/ijmr.ijmr_1582_16
- [11] Zhang, Z., Dou, H., Tu, P., Shi, D., Wei, R., Wan, R., et al. (2022) Serum Cytokine Profiling Reveals Different Immune Response Patterns during General and Severe *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia. *Frontiers in Immunology*, **13**, Article 1088725. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1088725>
- [12] Poddighe, D. (2018) Extra-Pulmonary Diseases Related to *Mycoplasma pneumoniae* in Children: Recent Insights into the Pathogenesis. *Current Opinion in Rheumatology*, **30**, 380-387. <https://doi.org/10.1097/bor.0000000000000494>
- [13] Hu, J., Ye, Y., Chen, X., Xiong, L., Xie, W. and Liu, P. (2022) Insight into the Pathogenic Mechanism of *Mycoplasma pneumoniae*. *Current Microbiology*, **80**, Article No. 14. <https://doi.org/10.1007/s00284-022-03103-0>
- [14] Kumar, S. and Kumar, S. (2023) *Mycoplasma pneumoniae*: Among the Smallest Bacterial Pathogens with Great Clinical Significance in Children. *Indian Journal of Medical Microbiology*, **46**, Article ID: 100480. <https://doi.org/10.1016/j.ijmmb.2023.100480>

- [15] Segovia, J.A., Chang, T., Winter, V.T., Coalson, J.J., Cagle, M.P., Pandranki, L., *et al.* (2018) NLRP3 Is a Critical Regulator of Inflammation and Innate Immune Cell Response during *Mycoplasma pneumoniae* Infection. *Infection and Immunity*, **86**, e00548-17. <https://doi.org/10.1128/iai.00548-17>
- [16] Zhou, Y., Wang, J., Chen, W., Shen, N., Tao, Y., Zhao, R., *et al.* (2020) Impact of Viral Coinfection and Macrolide-Resistant *Mycoplasma* Infection in Children with Refractory *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia. *BMC Infectious Diseases*, **20**, Article No. 633. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05356-1>
- [17] Tsai, T., Tsai, C., Kuo, K. and Yu, H. (2021) Rational Stepwise Approach for *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia in Children. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, **54**, 557-565. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.10.002>
- [18] 杨硕, 刘新颖, 王慧哲, 等. 儿童重症肺炎支原体肺炎危险因素 Meta 分析[J]. 中国全科医学, 2024, 27(14): 1750-1760.
- [19] Drifte, G., Dunn-Siegrist, I., Tissières, P. and Pugin, J. (2013) Innate Immune Functions of Immature Neutrophils in Patients with Sepsis and Severe Systemic Inflammatory Response Syndrome. *Critical Care Medicine*, **41**, 820-832. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e318274647d>
- [20] Scapini, P., Marini, O., Tecchio, C. and Cassatella, M.A. (2016) Human Neutrophils in the Saga of Cellular Heterogeneity: Insights and Open Questions. *Immunological Reviews*, **273**, 48-60. <https://doi.org/10.1111/imr.12448>
- [21] Manz, M.G. and Boettcher, S. (2014) Emergency Granulopoiesis. *Nature Reviews Immunology*, **14**, 302-314. <https://doi.org/10.1038/nri3660>
- [22] 陈利蜜, 崔宇晖, 马海鹏, 等. 细菌性肺炎患儿外周血细胞计数、形态学检查及其与感染程度的相关性分析[J]. 临床肺科杂志, 2024, 29(4): 555-560.
- [23] Leliefeld, P.H.C., Pillay, J., Vrisekoop, N., Heeres, M., Tak, T., Kox, M., *et al.* (2018) Differential Antibacterial Control by Neutrophil Subsets. *Blood Advances*, **2**, 1344-1355. <https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2017015578>
- [24] van Grinsven, E., Textor, J., Hustin, L.S.P., Wolf, K., Koenderman, L. and Vrisekoop, N. (2019) Immature Neutrophils Released in Acute Inflammation Exhibit Efficient Migration Despite Incomplete Segmentation of the Nucleus. *The Journal of Immunology*, **202**, 207-217. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1801255>
- [25] 程婷婷, 齐彩英, 张雪莲, 等. 重症肺炎支原体肺炎与血清 IgE 和 C 反应蛋白水平的相关性及临床特征[J]. 临床荟萃, 2023, 38(5): 433-437.
- [26] Shi, S., Zhang, X., Zhou, Y., Tang, H., Zhao, D. and Liu, F. (2019) Immunosuppression Reduces Lung Injury Caused by *Mycoplasma pneumoniae* Infection. *Scientific Reports*, **9**, Article No. 7147. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43451-9>
- [27] 王小严. 血浆 D-二聚体水平与儿童肺炎支原体肺炎严重程度及预后的相关性研究[J]. 中国实用医药, 2023, 18(23): 49-51.
- [28] 马慧, 林海庆, 李胡珺. 血清 D-D、PCT 联合 CRP 检测在肺炎支原体肺炎患儿病情及预后评估中的作用[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2024, 16(1): 15-18.
- [29] 陈艳, 姚欢迎, 王盼, 等. 儿童重症肺炎支原体肺炎早期预测指标的研究[J]. 中国妇幼保健, 2024, 39(2): 239-242.
- [30] 翁翠琦, 陈玉梅, 蒋蕾, 等. 小儿肺炎支原体肺炎血清 CRP、PCT、ESR 水平与病情严重程度的关系[J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32(8): 1220-1223.