

# D二聚体是儿童重症肺炎支原体肺炎的危险因素和预测因子

穆权振\* 刘玲玲 王学英

商丘市立医院检验科(河南 商丘 476000)

**【摘要】目的** 探究儿童重症肺炎支原体肺炎(SMPP)的危险因素和预测因子。**方法** 收集2022年1月至2023年12月期间在医院就诊的163名感染肺炎支原体的儿童, 51例(31.29%)患者被诊断为SMPP, 112例(68.71%)被诊断为MPP。对其血液指标进行检测。使用logistics回归分析检验SMPP的相关因素。使用受试者工作曲线(ROC)检验SMPP的预测因子。**结果** 与MPP相比, SMPP的院前病程更长( $P<0.05$ ), 中性粒细胞比率(N%)、血小板计数(PLT)、C反应蛋白(CRP)和乳酸脱氢酶(LDH)和D-二聚体明显更高( $P<0.05$ )。Logistic回归显示中性粒细胞比率、PLT计数、CRP、LDH和D-二聚体均为SMPP的危险因素。N%、PLT、CRP、LDH和D-二聚体的曲线下面积分别为0.664、0.642、0.659、0.680、0.764。D-二聚体的预测价值最高, 灵敏度为88.68%, 特异度为56.60%, 约登指数为0.453。**结论** 炎症和高凝状态在MPP发病机制中的重要作用, N%、PLT、CRP、LDH和D-二聚体是SMPP的危险因素。当D-二聚体水平大于403微克/升时, 患者发生SMPP的风险更高( $OR=5.508$ )。在这些指标中, D-二聚体是最好的预测指标, 在诊断过程中应更加关注D-二聚体。

**【关键词】** 肺炎支原体肺炎; D2聚体; C反应蛋白; 血小板计数; 乳酸脱氢酶; 中性粒细胞

**【中图分类号】** R563.1

**【文献标识码】** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2026.1.026

## D-dimer Is a Risk Factor and Predictive Factor for Severe Mycoplasma Pneumoniae Pneumonia in Children

MU Quan-zhen\*, LIU Ling-ling, WANG Xue-ying.

Clinical Laboratory, Shangqiu Municipal Hospital, Shangqiu 476000, Henan Province, China

**Abstract: Objective** To explore the risk factors and predictive factors of severe Mycoplasma pneumoniae pneumonia (SMPP) in children. **Methods** A total of 163 children infected with Mycoplasma pneumoniae who visited hospitals between January 2022 and December 2023 were collected. Among them, 51 (31.29%) patients were diagnosed with SMPP and 112 (68.71%) were diagnosed with MPP. Compare the clinical characteristics and laboratory test indicators between two groups. Use logistic regression analysis to examine the relevant factors of SMPP. Use receiver operating curve (ROC) to test the predictive factors of SMPP. **Results** Compared with MPP, SMPP had a longer prehospital course ( $P<0.05$ ), significantly higher neutrophil ratio (N%), platelet count (PLT), C-reactive protein (CRP), lactate dehydrogenase (LDH), and D-dimer ( $P<0.05$ ). Logistic regression showed that neutrophil ratio, PLT count, CRP, LDH, and D-dimer were all risk factors for SMPP. The area under the curve of N%, PLT, CRP, LDH, and D-dimer were 0.664, 0.642, 0.659, 0.680, and 0.764, respectively. D-dimer has the highest predictive value, with a sensitivity of 88.68%, a specificity of 56.60%, and a Jordan index of 0.453. **Conclusion** Inflammation and hypercoagulability play important roles in the pathogenesis of MPP, and N%, PLT, CRP, LDH, and D-dimer are risk factors for SMPP. When the level of D-dimer is greater than 403 micrograms per liter, patients have a higher risk of developing SMPP ( $OR=5.508$ ). Among these indicators, D-dimer is the best predictor, and more attention should be paid to D-dimer in the diagnostic process.

**Keywords:** Mycoplasma Pneumoniae Pneumonia; D2 Polymer; C-reactive Protein; Platelet Count; Lactate Dehydrogenase; Neutrophils

肺炎支原体肺炎(MPP)是儿童高发呼吸系统疾病, 若未及时控制, 也可能发展为难治性或重症肺炎(SMPP)<sup>[1]</sup>。近年来, 随着MP大环内酯类药物耐药性的增加, SMPP的发病率也在上升<sup>[2]</sup>。SMPP不仅会导致肺部炎症感染, 还可能引发胸腔积液、肺不张等严重并发症, 对患儿生命安全造成威胁<sup>[3-4]</sup>。患有MPP的儿童还可能出现多种肺外表现<sup>[5]</sup>。近年来, MP合并血栓形成的报道越来越多, 包括脑栓塞、肺栓塞和DIC等<sup>[6]</sup>, 可导致严重后果。目前已有一些关于预测SMPP的研究, 主要集中在院前病程、C反应蛋白(CRP)和乳酸脱氢酶(LDH)LDH等方面<sup>[7]</sup>, 而很少有关于凝血状态的报道。我们设计了这项回顾性研究, 比较SMPP和NSMPP的差异, 试图找出相关风险因素。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集2022年1月至2023年12月期间在医院就诊的163名患有肺炎支原体的儿童。

纳入标准: 符合MPP诊断标准; 体格检查和胸部影像学检查有浸润; 年龄 $\geq 28$ 天至18岁。重症MP肺炎是指MP肺炎伴有以下情况之一: 全身状况不佳、呼吸频率明显增加(婴儿RR $>70$ 次/分, 较大儿童为50次/分)、发绀、呼吸困难、肺叶 $\geq 2/3$ 或多肺叶受累、胸腔积液、脉搏氧饱和度 $\leq 92\%$ 、肺外并发症。本研究的排除标准: 伴有其他严重感染性疾病者; 原有慢性呼吸系统疾病, 如哮喘、先天性支气管肺功能异常、支气管扩张等; 原有其他全身性疾病, 如先天性心脏病、慢性肾脏病、结缔组织病、肿瘤和血液病、免疫缺陷等。该研究获得了该医院研究伦理委员会的批准。

**1.2 研究方法** (1)基本信息: 患者信息分析数据来源于医院

**【第一作者】** 穆权振, 男, 主管技师, 主要研究方向: 研究方向: 支原体肺炎。E-mail: 15937030082@163.com

**【通讯作者】** 穆权振

电子病历,对基础资料信息进行分析。(2)实验室分析:实验室检查包括血红蛋白、白细胞计数、中性粒细胞比率(N%)、血小板计数(PLT)、CRP、LDH、D-二聚体(ELISA法,正常范围小于243微克/升)、纤维蛋白原(FIB)、部分凝血活酶时间(APTT)、凝血酶原时间(PT)、凝血酶时间(TT)。(3)对血清肺炎支原体抗体和肺炎支原体PCR进行检测,以确定是否存在肺炎支原体感染。为排除合并感染,还进行了血液、胸腔积液和鼻咽抽吸液/支气管肺泡灌洗液培养、病毒抗原检测试验、干扰素- $\gamma$ 释放试验和结核感染T细胞斑点试验。住院前或住院期间进行了普通胸片或胸部CT检查。进行心电图、超声心动图和腹部超声检查。

**1.3 统计学方法** 符合正态分布的连续变量用  $\bar{x} \pm s$  表示,不符合正态分布的连续变量用中位数 $\pm$ 四分位数表示。如果两组连续变量均符合正态分布且方差相等,则采用t检验。如果不服从正态分布或方差不等,则采用曼-惠特尼U检验。分类变量采用皮尔逊卡方检验。 $P < 0.05$ 的因素被纳入二元逻辑回归模型,以评估SMPP的预测因素。通过ROC曲线计算预测因子的准确性。所有测试均采用双尾法, $P$ 值小于0.05为显著。所有统计分析均使用SPSS统计25.0版进行。

**2 结果**

**2.1 一般资料比较** 根据纳入和排除标准,共纳入163例患者,其中男性89例(54.60%),女性74例45.40%。年龄在1.3~17.4岁之间,平均年龄(7.93 $\pm$ 3.67)岁,其中5~9岁儿童占57.06%(93/163),5岁以下儿童占31.29%(51/163),10~17岁儿童占11.66%(19/163)。根据标准,51例(31.29%)患者被诊断为SMPP,112例(68.71%)被诊断为MPP。两组患者的性别、年龄、接受大环内酯治疗前的时间、白细胞计数、FIB、

APTT、PT、TT均无明显差异( $P > 0.05$ )。与MPP相比,SMPP的院前病程更长( $P < 0.05$ ),N%、PLT、CRP、LDH和D-二聚体明显更高( $P < 0.05$ ),表1。

**2.2 SMPP相关因素的logistics回归分析** 将中性粒细胞比率、PLT计数、CRP、LDH和D-二聚体水平分为第30百分位数、第60百分位数和第90百分位数进行logistics回归分析,结果如下表2所示。Logistic回归显示中性粒细胞比率、PLT计数、CRP、LDH和D-二聚体均为SMPP的危险因素。N%为55~67%,OR=1.131(95%CI=1.031~2.257,  $P = 0.014$ ); N% $> 67\%$ , OR=3.239, (95%CI=2.238~5.444,  $P = 0.002$ )。PLT为348~445 $\times 10^9/L$ , OR=1.346(95%CI=1.045~3.956,  $P = 0.007$ ); PLT $> 445 \times 10^9/L$ , OR=2.896(95%CI=1.895~4.567,  $P = 0.001$ )。CRP为12~27mg/L, OR=1.404(95%CI=1.204~2.841,  $P = 0.031$ ); CRP $> 27 \text{mg/L}$ , OR=3.484(95%CI=1.483~5.064,  $P = 0.013$ )。LDH为295~354IU/L, OR=1.648, (95%CI=1.247~3.336,  $P = 0.014$ )。LDH $> 354 \text{IU/L}$ , OR=2.821, (95%CI=1.821~4.957,  $P = 0.006$ )。D-二聚体为219~403ug/L, OR=1.573(97%CI=1.172~6.85,  $P = 0.002$ ); D-二聚体 $> 403 \text{ug/L}$ , OR=5.508(98%CI=2.507~9.102,  $P = 0.001$ )。

**2.3 中性粒细胞比率、PLT计数、CRP、LDH和D-二聚体对SMPP的预测作用分析** 如下表3所示,根据ROC曲线计算出N%、PLT、CRP、LDH和D-二聚体的截断值分别为41.34%、365.32 $\times 10^9/L$ 、22.34mg/L、305.39U/L和310.34ug/L。如下图1所示,N%、PLT、CRP、LDH和D-二聚体的曲线下面积分别为0.664、0.642、0.659、0.680、0.764,D-二聚体的预测价值最高,灵敏度为88.68%,特异度为56.60%,约登指数为0.453。

**表1 MPP和SMPP两组的一般资料对比**

变量	SMPP(n=51)	MPP(n=112)	F/t/ $\chi^2$ 值	P值
年龄(岁)	6.78 $\pm$ 4.34	6.23 $\pm$ 5.12	0.130	0.499
男性	28(54.90%)	61(54.46%)	0.349	0.605
接受大环内酯治疗前的时间(天)	7.21 $\pm$ 4.12	7.34 $\pm$ 4.87	0.748	0.297
入院前病程(天)	9.32 $\pm$ 4.42	6.43 $\pm$ 4.23	3.234	0.012 <sup>*</sup>
白细胞计数( $\times 10^9/L$ )	8.84 $\pm$ 3.04	7.95 $\pm$ 3.32	0.882	0.062
N%	0.59 $\pm$ 0.12	0.53 $\pm$ 0.16	5.070	$< 0.001$ <sup>*</sup>
PLT( $\times 10^9/L$ )	418.43 $\pm$ 158.43	359.42 $\pm$ 148.83	7.631	$< 0.001$ <sup>*</sup>
CRP(mg/L)	22.93 $\pm$ 20.82	15.23 $\pm$ 18.93	11.139	$< 0.001$ <sup>*</sup>
LDH(U/L)	346.94 $\pm$ 123.49	287.93 $\pm$ 74.54	14.440	$< 0.001$ <sup>*</sup>
D-二聚体(ug/L)	339.45 $\pm$ 260.92	229.03 $\pm$ 178.34	13.979	$< 0.001$ <sup>*</sup>
FIB(g/L)	3.87 $\pm$ 0.69	3.82 $\pm$ 0.76	0.350	0.248
APTT(s)	32.35 $\pm$ 5.43	32.67 $\pm$ 5.34	0.339	0.597
PT(s)	11.65 $\pm$ 1.14	11.58 $\pm$ 1.22	0.678	0.393
TT(s)	15.13 $\pm$ 1.65	15.13 $\pm$ 1.75	0.977	0.345

注:<sup>\*</sup>,  $P < 0.05$ , 具有统计学意义。

表2 SMPP相关因素的logistics回归分析

变量	$\beta$	S.E.	waldc $\chi^2$	OR	95%CL	P
N%(<55%)	-	-	-	1	-	-
55~67%	0.123	0.922	0.018	1.131	1.031~2.257	0.014*
>67%	1.175	3.054	0.148	3.239	2.238~5.444	0.002*
PLT(<348 $\times 10^9$ /L)	-	-	-	1	-	-
348~445 $\times 10^9$ /L	0.297	2.598	0.013	1.346	1.045~3.956	0.007*
>445 $\times 10^9$ /L	1.063	3.017	0.124	2.896	1.895~4.567	0.001*
CRP(<12mg/L)	-	-	-	1	-	-
12~27mg/L	0.339	1.556	0.048	1.404	1.204~2.841	0.031*
>27mg/L	1.248	2.983	0.175	3.484	1.483~5.064	0.013*
LDH(<295U/L)	-	-	-	1	-	-
295~354IU/L	0.500	0.393	1.619	1.648	1.247~3.336	0.014*
>354IU/L	1.037	1.355	0.586	2.821	1.821~4.957	0.006*
D-二聚体(<219ug/L)	-	-	-	1	-	-
219~403ug/L	0.453	1.158	0.153	1.573	1.172~6.85	0.002*
>403ug/L	1.706	2.108	0.655	5.508	2.507~9.102	0.001*

注：\*，P<0.05，具有统计学意义。

表3 中性粒细胞比率、PLT计数、CRP、LDH和D-二聚体对SMPP的预测作用分析

指标	AUC	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	截断值	P	约登指数
N%	0.664	0.557~0.772	54.00	82.00	41.34	0.004	0.360
PLT	0.642	0.536~0.748	73.58	56.60	365.32	0.011	0.302
CRP	0.659	0.554~0.763	71.70	54.72	22.34	0.004	0.264
LDH	0.680	0.578~0.782	49.06	84.91	305.39	0.001	0.340
D-二聚体	0.764	0.674~0.855	88.68	56.60	310.34	<0.001	0.453

注：\*，P<0.05，具有统计学意义。

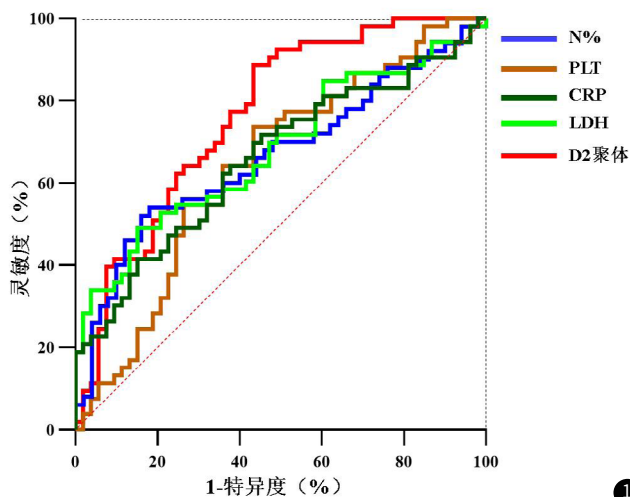


图1 中性粒细胞比率、PLT计数、CRP、LDH和D-二聚体对SMPP的预测作用分析。

### 3 讨论

2010年至2012年间进行的一项调查显示，5岁及以上儿童的MPP发病率(19%对3%)高于年幼儿童<sup>[8]</sup>。在本次研究中，对不同年龄患儿的占比进行分析，发现5岁以下患儿占比31.29%，明显高于相关研究<sup>[9]</sup>，可见，MPP的发病率在向低龄化发展，在各个年龄段患儿中均有发生<sup>[10-11]</sup>，而在本研究中，两者在年龄上没有明显差异。有研究表明SMPP患者在使用有效抗生素方面存在延迟，平均延迟时间分别为9.3天和15天。他们认为，这可能是导致致命性呼吸衰竭的最重要原因<sup>[12]</sup>。有研究还发现即使在发病3天内给药，仍会出现呼吸衰竭<sup>[13]</sup>。在我们的研究中，SMPP组和MPP组使用大环内酯类药物治疗前的时间没有差异，因此我们不能得出延迟使用抗生素是SMPP风险因素的结论。这可能是由于肺炎支原体的高耐药性影响了大环内酯类药物的疗效<sup>[14]</sup>。中性粒细胞属于炎性因子，MP会刺激中性粒细胞活化，会进一步加重支原体感染发生。在我们的研究中，SMPP患者的N%明显高于MPP患者。目前认为，过度激活的免疫反应与MPP的肺损伤有关<sup>[15]</sup>。肺炎发生时，MP及其毒

素、炎症介质会引发血管内皮受损,会诱发血小板消耗,而骨髓中的巨核细胞被激活,会补偿性产生更多血小板<sup>[16]</sup>。因此,我们发现血小板计数是SMPP的独立因素,当高于 $445 \times 109/L$ 时 $OR=2.896(P<0.001)$ 。CRP是一种非特异性炎症标志物,可在感染后4~6小时内迅速升高。其升高与感染程度和炎症反应呈正相关<sup>[17]</sup>。我们的研究也显示,SMPP患者的CRP水平高于MPP患者( $22.93 \pm 20.82 \text{ mg/L}$ 和 $15.23 \pm 18.93 \text{ mg/L}$ ,  $P<0.001$ )。MPP最显著的病理变化是淋巴细胞、中性粒细胞和肺泡巨噬细胞在肺泡间隙的支气管血管周围区域聚集。细胞因子和其他炎症介质诱导了炎症细胞的持续渗出,其中IL-8和IL-18发挥了最重要的作用。有研究表明IL-18与LDH水平之间存在显著相关性<sup>[18]</sup>。在本研究中,SMPP组的LDH也明显高于MPP组,它是预测SMPP的一个独立变量。研究表明<sup>[19]</sup>,在重症肺炎中,炎症和凝血系统的相互作用会加重肺损伤。近年来,不断有MPP并发全身动静脉血栓甚至DIC的报道。D二聚体是交联纤维蛋白的降解产物,其水平上升,表示血液处于高凝状态。在我们的研究中,SMPP组的D-二聚体明显高于MPP组。D-二聚体 $>403$ 微克/升,成为SMPP的风险是正常范围内D-二聚体的5.508,其预测SMPP的敏感性高于N%、PLT、CRP和LDH升高。D二聚体升高的MPP,胸腔积液、心肌和肝损伤的发生率明显更高。

综上所述,炎症和高凝状态在MPP发病机制中的重要作用,N%、PLT、CRP、LDH和D-二聚体是SMPP的危险因素。当D-二聚体水平大于403微克/升时,患者发生SMPP的风险更高( $OR=5.508$ )。在这些指标中,D-二聚体是最好的预测指标,在诊断过程中应更加关注D-二聚体。

## 参考文献

- [1] 冀少华,李春敏,宋晨,等. X线联合CT在小儿支原体肺炎诊断中的应用及影像特点分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(10): 59-61.
- [2] 李小象,郝建华,侯红丽,等. 支原体肺炎患儿流行病学特征及难治性的危险因素分析[J]. 中国临床医生杂志, 2023, 51(9): 1111-1114.
- [3] 周玉林,俞怡雪,范玉洁,等. 学龄前儿童重症支原体肺炎实验室检查和免疫功能分析[J]. 交通医学, 2023, 37(4): 414-417, 421.
- [4] 邓文华. 重症支原体肺炎的诊治进展[J]. 医学信息, 2015(38): 424-424.

- [5] 李阳静. 儿童重症支原体肺炎的临床诊治分析[J]. 世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊), 2021, 21(5): 88-89.
- [6] 崔利丹,金志鹏,苏军,等. 血栓弹力图在儿童重症支原体肺炎凝血监测中的价值[J]. 河南医学研究, 2021, 30(21): 3861-3865.
- [7] 张玉坤,黄春华,徐心坦,等. D-D、CRP、LDH在重症支原体肺炎患儿中的变化及对病情的诊断价值[J]. 临床误诊误治, 2022, 35(5): 78-81.
- [8] 崔萌萌,贾艳芳,李丹. AIDS合并肺孢子菌肺炎不同分期的CT影像学表现差异与细胞免疫学功能分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(9): 73-75.
- [9] 雷勤明,谢娜,李尚文. 乳酸脱氢酶水平检测在糖皮质激素治疗儿童重症肺炎支原体肺炎中的应用[J]. 检验医学与临床, 2020, 17(22): 3289-3291.
- [10] Jain S, Self WH, Wunderink RG, et al. Community-acquired pneumonia requiring hospitalization among US children[J]. N Engl J Med, 2015, 372(2): 835-845.
- [11] Waites KB, Talkington DF. Mycoplasma pneumoniae and its role as a human pathogen[J]. Clin Microbiol Rev, 2004, 17(1): 697-728.
- [12] Izumikawa K, Izumikawa K, Takazono T, et al. Clinical features, risk factors and treatment of fulminant Mycoplasma pneumoniae pneumonia: a review of the Japanese literature[J]. J Infect Chemother, 2014, 20(2): 181-185.
- [13] Cacciotta C, Cubeddu T, Addis MF, et al. Mycoplasma lipoproteins are major determinants of neutrophil extracellular trap formation[J]. Cell Microbiol, 2016, 18(2): 1751-1762.
- [14] 陈雷,张俐,王丽娜,等. 儿童重症支原体肺炎在支气管镜下表现的特征分析[J]. 中国实验诊断学, 2014, 18(3): 479-480.
- [15] 鲁伟,张微,郑祝龄. 支气管肺泡灌洗术联合免疫球蛋白对重症支原体肺炎患儿预后及影像学表现的影响分析[J]. 河北医学, 2023, 29(7): 1222-1226.
- [16] 张芙蓉,周卫芳,李玉琴,等. 中性粒细胞与淋巴细胞比值、血小板与淋巴细胞比值在重症肺炎支原体肺炎中的诊断价值[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(4): 260-264.
- [17] 李群. 血可溶性P选择素、D-二聚体、血小板水平与重症肺炎支原体肺炎患儿PICS关联性及其动态监测临床意义[J]. 临床研究, 2020, 28(8): 128-129.
- [18] 李丽,张淑霞,韩文宁,等. 白细胞介素2、8检测在婴幼儿重症支原体肺炎中的临床价值[J]. 中国生育健康杂志, 2010, 21(2): 101-103.
- [19] 唐家朋,郭绪娜. 低分子肝素联合甲泼尼龙治疗对D二聚体升高的儿童重症支原体肺炎临床疗效[J]. 糖尿病天地, 2021, 18(2): 97.

(收稿日期: 2024-06-06)

(校对编辑: 翁佳鸿)