

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2502072

论著·临床研究

5 岁以下儿童重症肺炎支原体肺炎预测模型的构建

李雅婷^{1,2} 龙新月^{1,2} 周俊¹ 张海燕¹

(1. 武汉科技大学附属孝感医院儿科, 湖北孝感 432100; 2. 武汉科技大学医学部医学院, 湖北武汉 430070)

[摘要] **目的** 建立 5 岁以下儿童重症肺炎支原体肺炎 (severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia, SMPP) 的预测模型。**方法** 回顾性分析 2023 年 1—12 月武汉科技大学附属孝感医院收治的 < 5 岁的 504 例肺炎支原体肺炎患儿的临床资料, 根据出院诊断分为非 SMPP 组 ($n=345$) 和 SMPP 组 ($n=159$)。采用单因素分析、LASSO 回归筛选 SMPP 的预测因子, 然后纳入多因素 logistic 回归分析构建预测模型并评价其效能。**结果** 多因素 logistic 回归分析显示, 肺部影像学表现 (实变影比例)、发热时长、超敏 C 反应蛋白、乳酸脱氢酶、肌酸激酶、淋巴细胞/中性粒细胞计数比值是 SMPP 的预测因子 ($P<0.05$)。基于这 6 个指标构建的 SMPP 预测模型的受试者操作特征曲线下面积为 0.862 (95%CI: 0.824~0.900), 灵敏度为 85.8%, 特异度为 77.4%。校准曲线与理想曲线接近, 且 Spiegelhalter 的 Z 检验显示模型校准度良好 ($P=0.313$)。决策曲线显示净获益阈值概率范围为 0.75%~100%, 说明模型临床适用性高。**结论** 基于肺部影像学表现 (实变影比例)、发热时长、超敏 C 反应蛋白、乳酸脱氢酶、肌酸激酶和淋巴细胞/中性粒细胞计数比值构建的 5 岁以下儿童 SMPP 预测模型的效能良好。

[中国当代儿科杂志, 2026, 28 (1): 63-69]

[关键词] 重症肺炎支原体肺炎; 预测模型; 列线图; 儿童

Development of a predictive model for severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children younger than 5 years

LI Ya-Ting, LONG Xin-Yue, ZHOU Jun, ZHANG Hai-Yan. Department of Pediatrics, Xiaogan Hospital Affiliated to Wuhan University of Science and Technology, Xiaogan, Hubei 432100, China (Zhou J, Email: huyi9810@qq.com)

Abstract: Objective To establish a predictive model for severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia (SMPP) in children younger than 5 years. **Methods** Clinical data of 504 children younger than 5 years with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia admitted to Xiaogan Hospital of Wuhan University of Science and Technology from January to December 2023 were retrospectively analyzed. Based on discharge diagnosis, patients were classified into a non-SMPP group ($n=345$) and an SMPP group ($n=159$). Univariate analysis and LASSO regression were used to screen predictors of SMPP. The selected variables were then entered into a multivariable logistic regression to construct the prediction model, and its performance was evaluated. **Results** Multivariable logistic regression identified lung imaging findings (proportion with consolidation), duration of fever, high-sensitivity C-reactive protein, lactate dehydrogenase, creatine kinase, and lymphocyte-to-neutrophil ratio as predictors of SMPP ($P<0.05$). The model based on these six indicators achieved an area under the receiver operating characteristic curve of 0.862 (95%CI: 0.824-0.900), with a sensitivity of 85.8% and a specificity of 77.4%. The calibration curve was close to the ideal curve, and Spiegelhalter's Z test indicated good calibration ($P=0.313$). Decision curve analysis showed a net benefit across a threshold probability range of 0.75%-100%, indicating high clinical applicability. **Conclusions** The predictive model based on lung imaging findings (proportion with consolidation), duration of fever, high-sensitivity C-reactive protein, lactate dehydrogenase, creatine kinase, and lymphocyte-to-neutrophil ratio shows good performance for predicting SMPP in children younger than 5 years.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(1): 63-69]

Key words: Severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia; Predictive model; Nomogram; Child

[收稿日期] 2025-02-19; [接受日期] 2025-05-27

[作者简介] 李雅婷, 女, 硕士研究生。

[通信作者] 周俊, 男, 副主任医师。Email: huyi9810@qq.com。

既往认为儿童肺炎支原体 (*Mycoplasma pneumoniae*, MP) 感染多见于5岁以上儿童^[1], 而随着新型冠状病毒感染疫情的缓解, 非药物性干预措施在各国先后解除, 呼吸道合胞病毒、流感病毒、MP、腺病毒、百日咳等感染在全球多地出现上升^[2-3]。5岁以下儿童, 尤其是婴幼儿感染的病例明显增多, 显示出肺炎支原体肺炎 (*Mycoplasma pneumoniae pneumonia*, MPP) 有低龄化趋势^[4-6], 且其中重症肺炎支原体肺炎 (severe *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*, SMPP) 的比例也显著升高。此外, 5岁以下儿童MPP的呼吸系统症状常不典型, 但发生心肌炎、肝功能受损等并发症的概率却更高^[7]。因此, 早期识别5岁以下SMPP儿童, 优化治疗策略具有重要的临床意义。虽然我国制定了《儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023年版)》^[8], 但主要基于新型冠状病毒感染疫情前的研究证据, 其中针对SMPP的部分早期预警指标, 如C反应蛋白、乳酸脱氢酶 (lactate dehydrogenase, LDH) 等没有给出具体的阈值, 不能充分指导临床决策。近3年已有研究者发布了有关SMPP预测模型, 但纳入的研究对象为全年龄段儿童, 部分模型选用的指标, 如细胞因子、T淋巴细胞亚群细胞计数、血管紧张素转换酶等的预测作用尚未达成广泛共识^[9-12], 且在基层医院难以开展。本研究收集了2023年武汉科技大学附属孝感医院收治的5岁以下MPP患儿的临床资料, 分析并构建SMPP预测模型, 以期帮助临床医生更好地识别重症高风险患儿。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2023年1—12月在武汉科技大学附属孝感医院住院治疗的MPP患儿的临床资料。为构建SMPP的预测模型, 采用公式法计算样本量^[13], 并通过文献回顾^[7, 9-10, 12]确定预期C指数为0.8, 预期纳入的预测因子个数为10个, 预期结局发生率为0.2, 代入R软件pmsampsize包计算得到所需最小样本量为444例。

纳入标准: (1) 28 d < 年龄 < 5岁; (2) MPP的诊断符合《儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识(2015年版)》^[14]; (3) 临床资料完整。排除标准: (1) 合并基础疾病, 如先天性支气管肺发育不良、先天性心脏病、原发性免疫缺陷病、肝病、肾病

等; (2) 有血栓病史; (3) 正接受免疫抑制剂治疗; (4) 入院时已确诊为SMPP; (5) 入院时患儿病情已进入恢复期 (体温正常 ≥ 3 d, 胸部影像学表现有好转)。最终共504例患儿纳入研究。

根据出院诊断分为SMPP组和非SMPP组。SMPP的诊断需符合MPP诊断标准, 且根据《儿童社区获得性肺炎管理指南(2013修订)(下)》^[15], 出现以下任何一种情况: (1) 一般情况差; (2) 拒食或脱水; (3) 意识障碍; (4) 呼吸增快 (婴儿 ≥ 70 次/min, 年长儿 ≥ 50 次/min); (5) 发绀; (6) 呼吸困难 (呻吟、鼻翼扇动及三凹征); (7) 肺浸润范围为多肺叶受累或 $\geq 2/3$ 肺浸润; (8) 胸腔积液; (9) 血氧饱和度 $\leq 92\%$; (10) 合并肺外并发症。

本研究获得武汉科技大学附属孝感医院医学伦理委员会批准 (KY-2024091405)。

1.2 资料收集

双人检索医院信息系统以收集患儿资料。(1) 临床基线资料: 年龄、性别、发热时长、咳嗽时长及性质、有无并发症 (皮疹、消化道症状)、有无喘息、混合感染及过敏体质表现病史。(2) 实验室检查指标 (入院8 h内空腹外周静脉血): 白细胞、淋巴细胞、中性粒细胞及血小板计数、超敏C反应蛋白 (high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、降钙素原、LDH、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、肌酸激酶 (creatinine kinase, CK)、肌酸激酶同工酶、免疫球蛋白G、免疫球蛋白A、免疫球蛋白M、淋巴细胞/中性粒细胞计数比值 (lymphocyte to neutrophil ratio, LNR)。(3) 肺部影像学表现: 入院24 h内胸部X线或CT检查结果, 重点观察有无肺实变及肺部炎症浸润范围。其中实变影定义为: 经影像科2位高年资医师共同判读存在直径 ≥ 3 cm局灶性均匀致密影, 但小于 $2/3$ 一侧肺浸润且没有多肺叶浸润。(4) 病原学检查结果: 下呼吸道病原核酸检测和/或细菌培养结果。

1.3 统计学分析

采用R软件 (版本4.4.2) 进行统计学分析。非正态分布的计量资料以中位数 (四分位数间距) [$M (P_{25}, P_{75})$] 表示, 组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数和百分率 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。将单因素分析显示的潜在预测因子 ($P < 0.2$) 纳入LASSO回归, 并进行10折交叉验证做进一步筛选, 以 λ_{1se} 为界, 将筛选后的因子纳入多因素logistic

回归分析（向后法），确定最终入选的预测因子（ $P < 0.05$ ），以建立 SMPP 预测模型，并以列线图展示。对模型效能评估，采用 Bootstrap 法（自助抽样 1 000 次）内部验证，绘制受试者操作特征曲线（receiver operating characteristic curve, ROC 曲线），并计算曲线下面积（area under the curve, AUC）确定区分度。采用校准曲线及 Spiegelhalter Z 检验评估校准度，采用决策曲线分析评估实用性。 $P < 0.05$ 被认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 非 SMPP 组与 SMPP 组比较的单因素分析

共纳入 504 例 MPP 患儿，其中非 SMPP 组 345 例，SMPP 组 159 例。两组年龄、咳嗽时长、性别、咳嗽性质、喘息、皮疹、消化道症状、过敏体质表现病史、白细胞计数、中性粒细胞计数、血小板计数、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、肌酸激酶同工酶、免疫球蛋白 M、混合感染等指标的比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）；而两组发热时长、淋巴细胞计数、LNR、hs-CRP、降钙素原、CK、LDH、免疫球蛋白 G、免疫球蛋白 A、肺部影像学表现（实变影比例）等指标的比较，差异有统计

学意义（ $P < 0.05$ ），见表 1~2。

表 1 非 SMPP 组与 SMPP 组临床特征的比较

因素	非 SMPP 组 (n=345)	SMPP 组 (n=159)	Z/ χ^2 值	P 值
年龄 [M(P_{25} , P_{75}), 月]	40.0 (26.0, 49.0)	41.0 (26.5, 49.0)	-0.353	0.724
发热时长 [M(P_{25} , P_{75}), d]	4.0 (2.0, 5.0)	7.0 (4.5, 8.0)	-11.318	<0.001
咳嗽时长 [M(P_{25} , P_{75}), d]	13.0 (10.0, 16.0)	13.0 (11.5, 16.0)	-1.477	0.140
性别 [n(%)]				
男	218(63.2)	97(61.0)	0.221	0.638
女	127(36.8)	62(39.0)		
咳嗽性质 [n(%)]				
干咳	77(22.3)	35(22.0)		
湿咳	263(76.2)	123(77.4)	-	0.856 [#]
无咳	5(1.4)	1(0.6)		
喘息 [n(%)]	68(19.7)	32(20.1)	0.012	0.913
消化道症状 [n(%)]	35(10.1)	11(6.9)	1.366	0.242
皮疹 [n(%)]	14(4.1)	12(7.5)	2.708	0.100
过敏体质表现病史 [n(%)]	13(3.8)	3(1.9)	1.253	0.263

注：[#]Fisher 确切概率法。

表 2 非 SMPP 组与 SMPP 组实验室检查等结果的比较

指标	非 SMPP 组 (n=345)	SMPP 组 (n=159)	Z/ χ^2 值	P 值
白细胞计数 [M(P_{25} , P_{75}), $\times 10^9/L$]	8.2(6.0, 11.0)	8.0(6.0, 10.5)	-0.316	0.752
淋巴细胞计数 [M(P_{25} , P_{75}), $\times 10^9/L$]	2.8(2.1, 3.7)	2.4(1.7, 3.4)	-3.097	0.002
中性粒细胞计数 [M(P_{25} , P_{75}), $\times 10^9/L$]	4.1(2.7, 6.3)	4.6(3.0, 6.2)	-1.277	0.202
LNR [M(P_{25} , P_{75})]	1.5(0.9, 2.4)	1.8(1.3, 2.8)	-3.178	0.001
血小板计数 [M(P_{25} , P_{75}), $\times 10^9/L$]	281.0(231.0, 351.0)	300.0(244.0, 369.5)	-0.986	0.324
hs-CRP [M(P_{25} , P_{75}), mg/L]	6.6(2.7, 15.6)	10.3(5.0, 22.1)	-4.603	<0.001
降钙素原 [M(P_{25} , P_{75}), mg/L]	0.12(0.10, 0.17)	0.14(0.10, 0.23)	-2.123	0.034
谷丙转氨酶 [M(P_{25} , P_{75}), U/L]	11.0(9.0, 15.0)	11.0(8.5, 15.5)	-0.054	0.957
谷草转氨酶 [M(P_{25} , P_{75}), U/L]	33.0(28.0, 39.0)	32.0(28.0, 40.0)	-0.125	0.901
肌酸激酶同工酶 [M(P_{25} , P_{75}), U/L]	22.7(18.4, 27.8)	21.9(17.0, 28.0)	-1.435	0.151
CK [M(P_{25} , P_{75}), U/L]	90.0(68.0, 119.0)	77.0(57.0, 114.0)	-2.306	0.021
LDH [M(P_{25} , P_{75}), U/L]	282.0(257.0, 318.0)	300.0(270.0, 344.0)	-3.137	0.002
免疫球蛋白 G [M(P_{25} , P_{75}), g/L]	7.2(6.2, 8.7)	7.8(6.4, 9.2)	-2.489	0.013
免疫球蛋白 A [M(P_{25} , P_{75}), g/L]	0.6(0.3, 0.9)	0.8(0.4, 1.0)	-2.634	0.008
免疫球蛋白 M [M(P_{25} , P_{75}), g/L]	1.5(1.1, 1.9)	1.6(1.3, 1.9)	-1.434	0.152
肺部影像学 [n(%)]				
点片影	328(95.1)	132(83.0)	19.846	<0.001
实变影	17(4.9)	27(17.0)		
混合感染 [n(%)]	142(41.2)	68(42.8)	0.116	0.734

注：[LNR] 淋巴细胞/中性粒细胞计数比值；[hs-CRP] 超敏 C 反应蛋白；[CK] 肌酸激酶；[LDH] 乳酸脱氢酶。

2.2 LASSO 回归筛选 SMPP 潜在预测因子和 SMPP 多因素 logistic 回归分析

选取单因素分析中 14 个因素 ($P < 0.2$) 为自变量, 以是否为 SMPP 作为因变量, 进行 LASSO 回归分析。通过 10 折交叉验证获取最优 λ 值, 随着 λ 值的增大, 回归系数逐渐收缩, 自变量个数减少。交叉验证

曲线显示均方误差最小时 ($\lambda. \min = 0.008$), 均方误差一个标准误内最佳 $\lambda. 1se = 0.035$ 。最终以 $\lambda. 1se$ 为界, 筛选出肺部影像学表现 (实变影比例)、发热时长、hs-CRP、LDH、CK、LNR, 共 6 个变量。将其纳入多因素 logistic 回归分析, 结果显示这 6 个变量均是 SMPP 的预测因子 ($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 SMPP 的多因素 logistic 回归分析结果

因素	赋值	B	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
常量		-6.054	0.703	74.134	<0.001	0.002	
肺部影像学表现	点片影=0, 实变影=1	1.606	0.410	15.331	<0.001	4.981	2.230~11.126
发热时长 (d)	连续变量	0.601	0.064	87.787	<0.001	1.824	1.609~2.069
hs-CRP (mg/L)	连续变量	0.022	0.006	13.861	<0.001	1.022	1.011~1.034
LDH (U/L)	连续变量	0.004	0.002	4.200	0.040	1.004	1.001~1.007
CK (U/L)	连续变量	0.005	0.002	5.803	0.016	1.005	1.001~1.009
LNR	连续变量	0.117	0.053	4.983	0.026	1.124	1.014~1.246

注: [hs-CRP] 超敏 C 反应蛋白; [LDH] 乳酸脱氢酶; [CK] 肌酸激酶; [LNR] 淋巴细胞/中性粒细胞计数比值。

2.3 SMPP 预测模型的构建

以上述 6 个预测因子构建模型并绘制列线图, 见图 1。列线图使用举例: 如 MPP 患儿肺部影像学呈实变影, 发热 6 d, hs-CRP 为 15 mg/L, LDH 为

303 U/L, CK 为 102 U/L 及 LNR 为 2, 则各项预测因子对应的得分依次为 15 分、33 分、3 分、6 分、4 分和 2 分。该患儿总得分为 63 分, 对应预测 SMPP 发生的概率为 0.786。

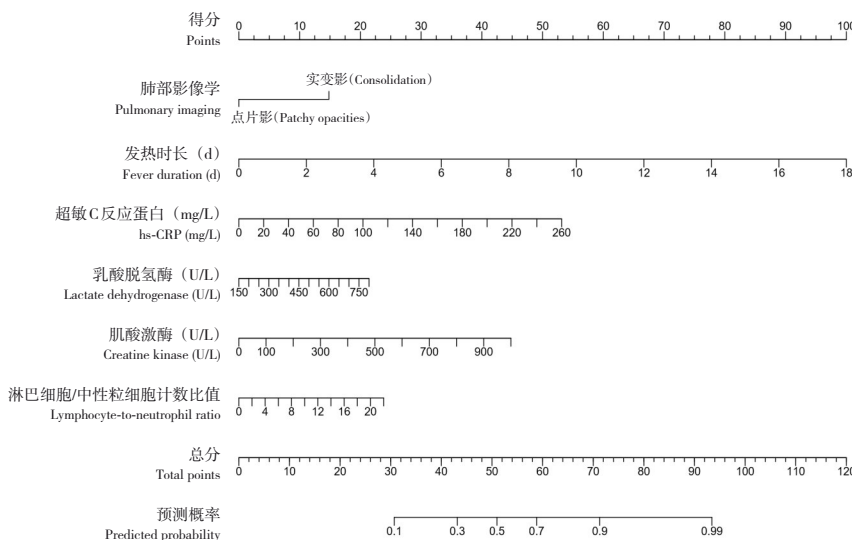


图 1 预测 5 岁以下儿童 SMPP 的列线图 根据模型查每个预测因子与顶端的得分标尺上垂直对应的得分, 相加后计算总分, 总分对应的预测概率即为 SMPP 的发生概率。

2.4 预测模型效能评价

ROC 曲线分析显示, 本研究建立的 SMPP 预测模型的 AUC 为 0.862 (95%CI: 0.824~0.900), 灵敏度为 85.8%, 特异度为 77.4%。Bootstrap 法验证显示 AUC 为 0.862 (95%CI: 0.825~0.899), 说明模型稳定性良好 (图 2)。校准曲线分析显示, 该模型

预测结果与实际结果之间一致性较好 (图 3); Spiegelhalter Z 检验提示预测结果准确性良好 ($Z = -1.009, P = 0.313$)。决策曲线分析显示, 模型在阈值概率为 0.75%~100% 的范围内预测 SMPP 的净获益率较高 (图 4)。

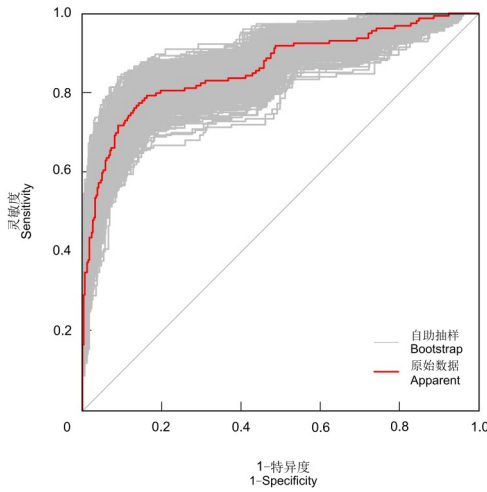


图 2 预测模型的 ROC 曲线图

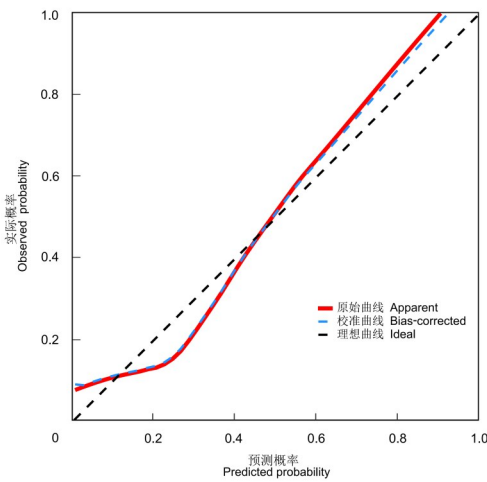


图 3 预测模型的校准曲线 校准曲线与理想线拟合度较高，表明预测模型的准确性较高。

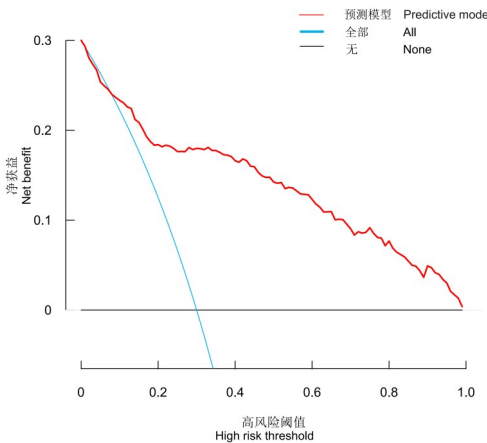


图 4 预测模型的决策曲线分析 黑色横线表示所有患儿均不接受干预措施时，净获益为零；蓝色斜线表示假设所有患儿接受干预时，对应不同阈值下的净获益；红色曲线为模型在不同风险阈值下的净获益。本模型在阈值概率为 0.75%~100% 的范围内预测重症肺炎支原体肺炎的净获益率较高。

3 讨论

在过去 30 年中，全球肺炎病例显著减少，然而该疾病仍持续位居 5 岁以下儿童死因前列^[16]。重症肺炎病例不仅显著增加医疗资源负荷，更与肺功能进行性损伤、支气管扩张等远期后遗症存在明确相关性，这一临床特征使其始终成为呼吸病学研究重点。MPP 作为我国儿童社区获得性肺炎的主要类型，其早期诊断面临双重困境：临床表现方面，特征性发热模式及咳嗽症状与其他呼吸道病原体感染存在显著重叠性；实验室诊断层面，受 5 岁以下儿童免疫应答延迟特性影响，病程初期 MP-免疫球蛋白 M 抗体检测存在较高的假阴性率。值得注意的是，具有鉴别诊断价值的胸腔积液等影像学征象，通常在病程进展至中后期方能显现，这严重制约着 SMPP 的早期识别效能。尽管目前临床实践中已整合多种生物标志物评估量表及分子检测技术用于重症肺炎的早期预警，但现有体系在人群普适性和多场景应用方面仍存在局限性，亟需通过循证医学研究进行系统性优化^[17]。基于上述临床挑战，建立 5 岁以下 MPP 患儿多维数据（包括临床表征、血液生化指标及影像学特征谱等）的预测模型具有重要的临床价值。

本研究单因素分析显示，在 5 岁以下 MPP 儿童中，非 SMPP 组和 SMPP 组肺部影像学表现（实变影比例）、发热时长、hs-CRP、LDH、CK 及 LNR 等指标的比较存在显著差异，多因素 logistic 回归分析亦显示，这些因素为 SMPP 发生的影响因素。hs-CRP 在感染后 4~6 h 内迅速升高，能有效反映机体炎症反应强度；LDH 作为广泛存在于各组织器官的胞质酶，其血清浓度升高可早期提示肺实质损伤。从病理生理学角度分析，发热时程延长反映过度激活的炎症反应持续存在，而 MP 感染引发的肺泡腔渗出及间质性浸润，通过胸部影像学检查多可在听诊异常前即发现特征性高密度影。既往研究也显示这 4 项指标对 SMPP 有良好的预测价值^[18-21]，本研究结论与之一致。值得注意的是，CK 作为组织损伤标志物在儿童 SMPP 预测中的效能存在争议^[22-24]，可能与研究设计中的样本异质性、病程阶段差异及检测方法不同有关。LNR 是反映免疫-炎症反应失衡程度的指标，在本研究中其预测方向与前期文献报道^[25]相悖。这可能与纳入儿童的年龄段分布不同有关。前期研究纳入的多是 5 岁以上儿童，其免疫反应能力更强，中性

粒细胞增殖发挥局部浸润、杀伤及吞噬 MP 作用，而淋巴细胞因 MP 的免疫黏附和代谢产物损伤引起表达抑制、活性下降致快速凋亡，重症者表现为淋巴细胞减少^[26]，导致 LNR 降低。而 5 岁以下儿童免疫反应能力较弱，重症感染可能通过造血抑制、粒细胞消耗增加及病毒共感染引起的粒细胞再分布等机制^[27-28]，使得中性粒细胞绝对值下降，导致 LNR 升高。该现象亟待更大样本的多中心研究验证。总之，本研究基于上述因素建立的预测模型具有一定的理论基础。本研究入选的预测因子相对简单，且涉及炎症反应、组织损伤、免疫应答及病程进展等多个维度，以此构建的模型较传统单一指标预测更全面。本模型以列线图展示，比传统的评分表更加直观。此外，模型的 AUC >0.8，灵敏度为 85.8%，特异度为 77.4%，表明其区分 SMPP 的能力良好。校准曲线与理想线接近，提示模型预测的 SMPP 概率与实际发生率具有良好的一致性。进一步的决策曲线分析表明，模型在较宽的阈值概率范围内均能提供良好的净获益。总之，模型整体预测效能较好。

本研究建立的预测模型的 AUC 为 0.862，与国内同类模型^[29-30]相当，且在临床实用性方面显示了四大优势。(1) 指标可及性：所选指标均为基层医疗机构常规检测项目，规避流式细胞学等特殊检测需求；(2) 年龄特异性：严格限定 5 岁以下人群，消除混合年龄建模的混杂偏倚；(3) 多维度整合：纳入影像学参数实现结构-功能联合评估；(4) 操作便捷性：指标数量不多，可提升临床决策效率。

本研究存在以下局限性：首先，单中心回顾性设计可能导致选择偏倚，样本量较小且缺乏外部验证，影响结论外推性；其次，未纳入痉咳频率、气促程度及 D-二聚体等潜在预测变量。需要后续开展前瞻性、多中心、大样本研究，结合机器学习算法整合多维度参数，优化模型预测精度，提高临床应用价值。

综上所述，研究表明，基于肺部影像学表现（实变影比例）、发热时长、hs-CRP、LDH、CK 及 LNR 6 项预测因子构建的模型可以有效用于 5 岁以下儿童 SMPP 的早期预测。

作者贡献声明：李雅婷负责数据收集、分析、论文撰写；龙新月负责数据收集、整理；周俊、张海燕负责研究指导、论文修改。

利益冲突声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 曾玫. 重视秋冬季儿童肺炎支原体感染防治[J]. 中华医学杂志, 2025, 105(2): 109-112. PMID: 39806887. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240805-01798.
- [2] Xing FF, Chiu KH, Deng CW, et al. Post-COVID-19 pandemic rebound of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infection: a descriptive study[J]. Antibiotics (Basel), 2024, 13(3): 262. PMID: 38534697. PMCID: PMC10967482. DOI: 10.3390/antibiotics13030262.
- [3] Yang MC, Su YT, Chen PH, et al. Changing patterns of infectious diseases in children during the COVID-19 pandemic [J]. Front Cell Infect Microbiol, 2023, 13: 1200617. PMID: 37457965. PMCID: PMC10339349. DOI: 10.3389/fcimb.2023.1200617.
- [4] 殷勇, 陈健德. 儿童大环内酯类耐药肺炎支原体肺炎诊疗理念与实践[J]. 临床儿科杂志, 2024, 42(3): 177-181. DOI: 10.12372/jcp.2024.24e0003.
- [5] Yan C, Xue GH, Zhao HQ, et al. Current status of *Mycoplasma pneumoniae* infection in China[J]. World J Pediatr, 2024, 20(1): 1-4. PMID: 38185707. PMCID: PMC10827902. DOI: 10.1007/s12519-023-00783-x.
- [6] 刘凯, 付红敏, 陆权. 儿童肺炎支原体肺炎的流行病学新进展 [J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(7): 696-699. PMID: 38955692. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20240407-00247.
- [7] 王颖雯, 王凤, 王立波, 等. 2019—2023 年上海市市级医院肺炎支原体肺炎住院儿童患病特征及住院费用的回顾性研究[J]. 复旦学报 (医学版), 2024, 51(4): 515-521. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8467.2024.04.008.
- [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]. 新发传染病电子杂志, 2024, 9(1): 73-79. DOI: 10.19871/j.cnki.xferbzz.2024.01.015.
- [9] Zhang YX, Li Y, Wang Y, et al. Prospective cohort study on the clinical significance of interferon- γ , D-dimer, LDH, and CRP tests in children with severe *Mycoplasma pneumoniae* [J]. Medicine (Baltimore), 2024, 103(41): e39665. PMID: 39465799. PMCID: PMC11479529. DOI: 10.1097/MD.00000000000039665.
- [10] Liu F, Chen L, Wang MY, et al. Exploring high-risk factors for the prediction of severe *Mycoplasma pneumoniae* in children[J]. Transl Pediatr, 2024, 13(11): 2003-2011. PMID: 39649650. PMCID: PMC11621895. DOI: 10.21037/tp-24-293.
- [11] 苏杭, 毛丽, 张小峰, 等. ACE 与 ACE2 在儿童重症肺炎支原体肺炎中的水平变化及预测价值[J]. 新医学, 2024, 55(7): 541-548. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2024.07.008.
- [12] 康娅楠, 李秀辉, 弓培慧, 等. 儿童支原体肺炎重症肺炎影响因素分析及列线图模型构建[J]. 医学研究杂志, 2023, 52(11): 69-73. DOI: 10.11969/j.issn.1673-548X.2023.11.014.
- [13] Riley RD, Ensor J, Snell KIE, et al. Calculating the sample size required for developing a clinical prediction model[J]. BMJ,

- 2020, 368: m441. PMID: 32188600. DOI: 10.1136/bmj.m441.
- [14] 中华医学会儿科学分会呼吸学组,《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2015.17.006.
- [15] 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. 儿童社区获得性肺炎管理指南(2013修订)(下)[J]. 中华儿科杂志, 2013, 51(11): 856-862. PMID: 24484563. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2013.11.012.
- [16] Kok HC, Chang AB, Fong SM, et al. Antibiotics for paediatric community-acquired pneumonia: what is the optimal course duration? [J]. Paediatr Drugs, 2025, 27(3): 261-272. PMID: 39847251. PMCID: PMC12031807. DOI: 10.1007/s40272-024-00680-4.
- [17] 中国妇幼保健协会儿童变态反应专业委员会,《中国实用儿科杂志》编辑委员会. 儿童重症肺炎临床预警及早期决策专家共识[J]. 中国实用儿科杂志, 2023, 38(3): 177-182. DOI: 10.19538/j.ek2023030603.
- [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的 Meta 分析[J]. 中国全科医学, 2024, 27(14): 1750-1760. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0737.
- [19] 喻文清. 儿童重症肺炎支原体肺炎的临床及影像特点分析[D]. 重庆: 重庆医科大学, 2023.
- [20] 胡楠, 屈福祥, 程旺, 等. 儿童重症支原体肺炎风险因素阈值与预测价值[J]. 西南医科大学学报, 2024, 47(3): 226-230. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3351.2024.03.009.
- [21] Choi YJ, Jeon JH, Oh JW. Critical combination of initial markers for predicting refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: a case control study[J]. Respir Res, 2019, 20(1): 193. PMID: 31443650. PMCID: PMC6706904. DOI: 10.1186/s12931-019-1152-5.
- [22] 李方. 基于多种检验指标对肺炎支原体肺炎重症的预测研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2024.
- [23] 俞怡雪, 吕彬王, 杨敏玲, 等. 儿童重症肺炎支原体肺炎实验室检查及免疫分析[J]. 江苏医药, 2024, 50(7): 711-715. DOI: 10.19460/j.cnki.0253-3685.2024.07.015.
- [24] 赵健. 重症肺炎支原体肺炎合并肺外并发症的临床特征及高危因素分析[D]. 天津: 天津医科大学, 2020.
- [25] 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. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20201013-01612.
- [26] 彭力, 钟礼立, 黄振, 等. 儿童肺炎支原体肺炎合并外周血淋巴细胞计数减少的临床分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2021, 23(1): 74-77. PMID: 33476541. PMCID: PMC7818155. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2009012.
- [27] 余星南, 江咏梅. 167 例婴儿感染相关性中性粒细胞减少症临床特征分析[J]. 四川医学, 2020, 41(4): 384-388. DOI: 10.16252/j.cnki.issn1004-0501-2020.04.012.
- [28] 王帅, 刘广燕, 姜忠信, 等. 儿童外周血中性粒细胞减少的临床特征[J]. 青岛大学学报(医学版), 2021, 57(5): 717-720. DOI: 10.11712/jms.2096-5532.2021.57.140.
- [29] Jiang C, Bao S, Shen W, et al. Predictive value of immune-related parameters in severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children[J]. Transl Pediatr, 2024, 13(9): 1521-1528. PMID: 39399713. PMCID: PMC11467233. DOI: 10.21037/tp-24-172.
- [30] Li L, Guo R, Zou Y, et al. Construction and validation of a nomogram model to predict the severity of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children[J]. J Inflamm Res, 2024, 17: 1183-1191. PMID: 38410419. PMCID: PMC10895981. DOI: 10.2147/JIR.S447569.

(本文编辑: 邓芳明)

(©《中国当代儿科杂志》编辑部, 开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议)
(© Editorial Office of Chinese Journal of Contemporary Pediatrics. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license)