

儿童哮喘合并重症社区获得性肺炎不良预后的危险因素与预测模型构建



王凡荣^{1,2}, 赵敏², 李小伟², 闫华³, 刘秀琴⁴

1. 山东第二医科大学临床医学院 (山东潍坊 261053)

2. 青岛市胶州中心医院儿科 (山东胶州 266300)

3. 临沂市中心医院妇科 (山东临沂 276401)

4. 青岛市市立医院儿科 (山东青岛 266071)

【摘要】目的 分析哮喘合并重症社区获得性肺炎 (asthma combined with severe community-acquired pneumonia, As-SCAP) 患儿发生不良预后 (poor outcome, PO) 的危险因素并构建列线图预测模型, 为临床个性化治疗提供参考。方法 回顾性收集 2019 年 9 月至 2023 年 9 月青岛市市立医院儿科确诊的 109 例 As-SCAP 患儿, 根据住院期间是否发生 PO 分为 PO 组和非 PO 组。运用 Logistic 回归分析确定 PO 的独立危险因素, 根据回归系数构建列线图预测模型。采用受试者工作特征曲线 (ROC)、校准曲线和决策曲线评估列线图模型的预测能力、校准能力和临床净获益。结果 PO 发生率为 27.52%, 近 3 个月哮喘发作、意识状态改变、脓毒症休克、血红蛋白 (Hb) $< 90 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、血清白蛋白 (ALB) $< 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 以及中性粒细胞与淋巴细胞比值 (NLR) ≥ 3.5 是 PO 发生的独立危险因素。ROC 分析表明列线图模型区分度良好 [AUC=0.912, 95%CI(0.856, 0.967)], 校准曲线显示该模型拟合优度较好, 决策曲线提示该模型净获益良好。结论 当 As-SCAP 患儿近 3 个月出现哮喘发作、意识状态改变、脓毒症休克、Hb $< 90 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、ALB $< 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 以及 NLR ≥ 3.5 等危险因素时提示可能预后不良。本研究构建的 As-SCAP 患儿 PO 风险的列线图预测模型可辅助临床识别高危患者, 及时采取干预措施改善预后。

【关键词】社区获得性肺炎; 哮喘; 哮喘合并重症社区获得性肺炎; 不良预后; 列线图

Risk factors and prediction model construction for poor outcome in asthma combined with severe community-acquired pneumonia in children

WANG Fanrong^{1,2}, ZHAO Min², LI Xiaowei², YAN Hua³, LIU Xiuqin⁴

1. Clinical Medicine School, Shandong Second Medical University, Weifang 261053, Shandong Province, China

2. Department of Pediatrics, Jiaozhou Central Hospital of Qingdao, Jiaozhou 266300, Shandong Province, China

3. Department of Gynecology, Linyi Central Hospital, Linyi 276401, Shandong Province, China

4. Department of Pediatrics, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao 266071, Shandong Province, China

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202312139

基金项目: 山东省中医药科技项目 (M-2022107)

通信作者: 刘秀琴, 博士, 主任医师, Email: liuxiuqindr@126.com

Corresponding author: LIU Xiuqin, Email: liuxiuqindr@126.com

【Abstract】Objective To establish a nomogram prediction model and analysis the risk factors for poor outcome (PO) in children with asthma combined with severe community-acquired pneumonia (As-SCAP) to provide personalized treatment references for clinics. **Methods** A total of 109 As-SCAP children diagnosed from September 2019 to September 2023 in the department of pediatrics of Qingdao Municipal Hospital were retrospectively collected and divided into PO and non-PO groups according to whether PO occurred during hospitalization. Use Logistic regression analysis to determine the independent risk factors for PO, and construct a nomogram predictive model based on the regression coefficients. Receiver operating characteristic curve (ROC), calibration curve and clinical decision curve were used to evaluate the predictive ability, calibration ability and clinical net benefit of the nomogram model. **Results** The incidence of PO was 27.52%. Asthma attacks in recent 3 months, psychiatric symptoms, septic shock, and haemoglobin (Hb) $<90\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) ≥ 3.5 and serum albumin (ALB) $<30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ were independent risk factors of PO. ROC analysis showed that the nomogram model exhibits good discrimination[AUC=0.912, 95%CI(0.856, 0.967)]; The calibration curve showed that the predicted probability of the model was consistent with the actual probability, the decision curve showed that the model has a good net benefit. **Conclusion** Risk factors such as asthma exacerbation in the last 3 months, associated psychiatric symptoms, the presence of septic shock, Hb $<90\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, ALB $<30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, NLR ≥ 3.5 and anaemia in children with As-SCAP suggested a possible poor prognosis. The study constructed a nomogram model to predict the risk of PO in children with As-SCAP, which can help clinicians to identify high-risk patients and taking timely interventions to improve the prognosis.

【Keywords】 Community-acquired pneumonia; Asthma; Asthma combined with severe community-acquired pneumonia; Poor outcome; Nomogram

社区获得性肺炎 (community-acquired pneumonia, CAP) 是儿童住院常见原因之一,也是导致儿童死亡的主要原因,特别是在 5 岁以下儿童中^[1]。世界卫生组织估计每年 CAP 会造成近百万 5 岁以下儿童死亡,其中超过 90% 来自发展中国家^[2]。哮喘是儿童最常见的慢性疾病,同时也是导致儿童缺课、急诊就诊和住院的主要原因^[3-4]。近年来,儿童哮喘患病率呈上升趋势。根据全球哮喘防治倡议 (Global Initiative for Asthma, GIAN) 预测,至 2025 年患哮喘的儿童和青少年人数将达到 1 亿,成为影响儿童健康和生命的重要因素之一^[5]。呼吸道感染可致部分哮喘患儿急性发作,哮喘患者同时也是 CAP 的易感人群^[6]。既往研究表明哮喘是发生 CAP 的独立危险因素^[7-8],哮喘患儿发生肺炎导致住院的风险是非哮喘儿童的 3 倍^[9]。哮喘合并重症社区获得性肺炎 (asthma combined with severe CAP, As-SCAP) 可能与多种不良临床结局相关,包括气管插管、心脏骤停,甚至死亡^[10-12]。使用

适当的工具对 As-SCAP 患儿进行分类和预后预测可以优化疾病的管理^[13]。基于临床特征构建的预测模型可对 CAP 患儿预后进行有效分层^[14-15];儿童呼吸严重程度指数和儿童健康病因学研究评分可以被用于预测儿童肺炎的死亡率^[16-17]。在统计预测模型中,列线图可提供较高准确性的风险评估,有助于临床决策标准化。基于此,本研究旨在探讨 As-SCAP 儿童出现不良预后 (poor outcome, PO) 的危险因素并建立列线图风险预测模型,以期临床医生制定个性化的诊疗提供参考,并改善患者预后。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究回顾性收集 2019 年 9 月至 2023 年 9 月在青岛市市立医院儿科确诊的 As-SCAP 患儿。纳入标准:①符合《儿童社区获得性肺炎诊疗规范 (2019 年版)》^[18]中关于 SCAP 的诊

断标准；②符合《儿童支气管哮喘规范化诊治建议（2020年版）》^[19]中关于哮喘的诊断标准；③年龄1~14岁。排除标准：①入院48h之后发生的肺炎，即医院获得性肺炎；②非感染性肺炎如吸入性肺炎、过敏性肺炎，肺结核引起的肺部炎症等；③近3个月发生过其他感染性疾病；④存在严重免疫缺陷；⑤病历资料不完整。本研究经青岛市市立医院伦理委员会审核批准（批号：2023-067），并获家长知情同意。

根据是否发生PO，将As-SCAP患儿分为PO组和非PO组。PO定义为在住院期间发生死亡，或经治疗后患者的呼吸道体征和感染症状（如发热、呼吸急促、鼻塞、发绀、肺部啰音等）未改善需转至上级医院继续治疗。

1.2 资料收集

基于临床专业知识和对文献的广泛查阅，通过查阅病历收集与患者预后结局可能相关的潜在预测因子，包括临床特征、合并症、影像学检查以及实验室检查等数据。同时，所有患者入院时均进行了微生物学检测，包括细菌培养血液、痰液、支气管肺泡灌洗液、胸水细菌培养以及常见的呼吸道病原体检测，包括新型冠状病毒、肺炎支原体、嗜肺军团菌、甲型流感病毒、乙型流感病毒、副流感病毒、呼吸道合胞病毒、腺病毒和立克次体等。

1.3 统计学分析

使用R软件（4.1.2版本）进行数据分析。分类变量以频数和百分比（ $n, %$ ）表示，采用卡方检验或校正卡方检验进行组间比较；符合正态分布

的连续变量以均值和标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，使用独立样本 t 检验进行组间比较。通过单因素和多因素Logistic逐步回归分析，确定影响As-SCAP患儿出现PO的独立危险因素。基于多因素Logistic回归方程中各变量的回归系数结果构建列线图预测模型，为模型中的预测因素设置相应得分，并使用各影响因素的得分之和计算总分。列线图预测模型的预测性能通过受试者工作特征曲线下面积（area under the ROC curve, AUC）表示，通过校准曲线评估预测和观察到的结果频率（校准）之间的一致性。最后，采用决策曲线分析（decision curve analysis, DCA）评估预测模型的临床有效性。双侧 P 值 < 0.05 被认为有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共调查141名As-SCAP患儿，根据纳排标准，32名患儿予以排除，包括医院获得性肺炎22例、肺结核7例、免疫缺陷3例，最终109例患儿纳入研究。30例患儿经主治医师评定为PO，其中死亡6例，转入上级医院继续治疗24例，PO发生率为27.52%。患儿平均年龄（ 42.9 ± 15.33 ）个月，其中男孩67名（61.47%），48名患儿（44.04%）近3个月有哮喘发作病史。两组在年龄、近3个月哮喘发作史、意识状态改变、并发脓毒症休克以及部分实验室检查指标（包括ALB、CRP、Hb、NLR）等方面差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ），详见表1。

表1 研究对象基本特征比较（ $n, %$ ）

Table 1. Comparison of basic characteristics of the study population ($n, %$)

变量	总样本（ $n=109$ ）	非PO组（ $n=79$ ）	PO组（ $n=30$ ）	t/χ^2 值	P 值
年龄（月） [#]	42.90 ± 15.33	39.96 ± 15.01	50.63 ± 13.53	-3.402	<0.001
男性	67（61.47）	47（59.49）	20（66.67）	0.472	0.492
近3个月有哮喘发作病史	48（44.04）	25（31.65）	23（76.67）	17.883	<0.001
症状体征					
发绀	51（46.79）	33（41.77）	18（60.00）	2.902	0.088
呼吸 >30 次 $\cdot \text{min}^{-1}$	29（26.61）	19（24.05）	10（33.33）	0.959	0.327
鼻翼扇动	25（22.94）	16（20.25）	9（30.00）	1.173	0.280
体温 >38.5 ℃	40（36.70）	31（39.24）	9（30.00）	0.799	0.371
意识状态改变	43（39.45）	22（27.85）	21（70.00）	16.173	<0.001
影像学特征					
胸膜牵拉	38（34.86）	26（32.91）	12（40.00）	0.481	0.488
胸腔积液	23（21.10）	14（17.72）	9（30.00）	1.969	0.161
累及双肺	42（38.53）	25（31.65）	17（56.67）	5.747	0.017

续表1

变量	总样本 (n=109)	非PO组 (n=79)	PO组 (n=30)	t/χ ² 值	P值
实验室指标					
WBC<4或>10×10 ⁹ ·L ⁻¹	77 (70.64)	53 (67.09)	24 (80.00)	1.748	0.186
ALT>40 U·L ⁻¹	18 (16.51)	11 (13.92)	7 (23.33)	0.797	0.372
PCT>0.3 ng·mL ⁻¹	41 (37.61)	31 (39.24)	10 (33.33)	0.323	0.570
ALB<30 g·L ⁻¹	50 (45.87)	30 (37.97)	20 (66.67)	7.209	0.007
CRP>20 mg·L ⁻¹	47 (43.12)	25 (31.65)	22 (73.33)	15.406	<0.001
Hb<90 g·L ⁻¹	38 (34.86)	22 (27.85)	16 (53.33)	6.219	0.013
NLR≥3.5	41 (37.61)	22 (27.85)	19 (63.33)	11.667	<0.001
合并症					
呼吸衰竭	15 (13.76)	10 (12.66)	5 (16.67)	0.054*	0.817
脓毒症休克	13 (11.93)	3 (3.80)	10 (33.33)	15.355*	<0.001
气管插管	4 (3.67)	3 (3.80)	1 (3.33)	0.000*	1.000
病毒					
呼吸道合胞病毒	10 (9.17)	7 (8.86)	3 (10.00)	0.000*	1.000
流感病毒	7 (6.42)	5 (6.33)	2 (6.67)	0.000*	1.000
支原体					
肺炎支原体	10 (9.17)	6 (7.59)	4 (13.33)	0.309*	0.579
细菌					
肺炎链球菌	14 (12.84)	8 (10.13)	6 (20.00)	1.114*	0.291
金黄色葡萄球菌	5 (4.59)	2 (2.53)	3 (10.00)	1.327*	0.249
流感嗜血杆菌	3 (2.75)	3 (3.80)	0 (0.00)	-*	0.056
其他细菌	9 (8.26)	7 (8.86)	2 (6.67)	0.000*	1.000

注: WBC: 白细胞; ALT: 丙氨酸转氨酶; PCT: 降钙素原; ALB: 白蛋白; CRP: C反应蛋白; Hb: 血红蛋白; NLR: 中性粒细胞与淋巴细胞比值; *校正卡方检验; #为连续变量, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示; -: 不适用。

2.2 病原体组成

从痰液、血液、支气管肺泡灌洗液和胸腔积液中检测出 31 株致病细菌 (28.44%), 其中肺炎链球菌 14 例、金黄色葡萄球菌 5 例、流感嗜血杆菌 3 例, 及其他不常见细菌 9 例。17 例 (15.60%) 患儿检测到病毒感染, 其中 10 例呼吸道合胞病毒感染、7 例流感病毒感染; 10 例 (9.17%) 患儿检测到肺炎支原体感染。上述常见病原体分布在两组之间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.3 As-SCAP 患儿 PO 的单因素及多因素 Logistic 分析

将组间差异比较中具有统计学意义的 9 个变量纳入单因素和多因素 Logistic 回归分析, 结果显示近 3 个月哮喘发作、意识状态改变、脓毒症休克、Hb < 90 g·L⁻¹、ALB < 30g·L⁻¹ 以及 NLR ≥ 3.5 是预测 PO 的独立危险因素, 其中脓毒症休克对 PO 影响最大 [OR=9.398, 95%CI (2.451, 46.060)], 详见表 2。

表2 As-SCAP 患儿 PO 发生的单因素和多因素 Logistic 回归分析

Table 2. Univariate and multivariate Logistic regression analysis of the occurrence of PO in children with As-SCAP

预测变量	单因素 Logistic 回归			多因素 Logistic 回归		
	β值	P值	OR (95%CI)	β值	P值	OR (95%CI)
年龄 (月)	0.051	0.002	1.052 (1.019, 1.086)	0.038	0.324	1.039 (0.963, 1.121)
近3个月哮喘发作						
否			ref.			ref.
是	1.960	<0.001	7.097 (2.691, 18.719)	2.151	<0.001	8.597 (2.531, 35.294)
意识状态改变						

续表2

预测变量	单因素Logistic回归			多因素Logistic回归		
	β 值	P值	OR (95%CI)	β 值	P值	OR (95%CI)
否			ref.			ref.
是	1.799	<0.001	6.045 (2.402, 15.214)	1.502	0.001	4.492 (1.406, 15.927)
累及双肺						
否			ref.			ref.
是	1.038	0.018	2.825 (1.191, 6.701)	0.350	0.637	1.419 (0.332, 6.073)
脓毒症休克						
否			ref.			ref.
是	1.027	0.039	2.792 (1.051, 7.413)	2.240	0.002	9.398 (2.451, 46.060)
Hb (g · L ⁻¹)						
≥90			ref.			ref.
<90	1.086	0.014	2.961 (1.241, 7.066)	2.179	0.013	8.837 (1.702, 55.851)
ALB (g · L ⁻¹)						
≥30			ref.			ref.
<30	1.184	0.009	3.267 (1.349, 7.913)	1.342	0.041	3.825 (1.108, 15.200)
CRP (g · L ⁻¹)						
<20			ref.			ref.
≥20	1.782	<0.001	5.940 (2.325, 15.174)	1.308	0.057	3.697 (0.960, 14.239)
NLR						
<3.5			ref.			ref.
≥3.5	1.499	<0.001	4.475 (1.836, 10.906)	2.066	0.002	7.896 (2.267, 33.294)

注: Hb: 血红蛋白; ALB: 白蛋白; CRP: C反应蛋白; NLR: 中性粒细胞与淋巴细胞比值。

2.4 列线图模型的构建与验证

通过多因素 Logistic 回归方程筛选影响 As-SCAP 患儿不良预后的独立危险因素, 并基于此构建列线图风险预测模型。列线图通过预测因子的

加权系数生成对应评分, 其使用如图 1 所示, 脓毒症休克变量的得分最高为 100 分, 通过计算所有变量的总分推测每个个体发生 PO 的风险概率。

列线图在预测 PO 的风险方面表现出良好

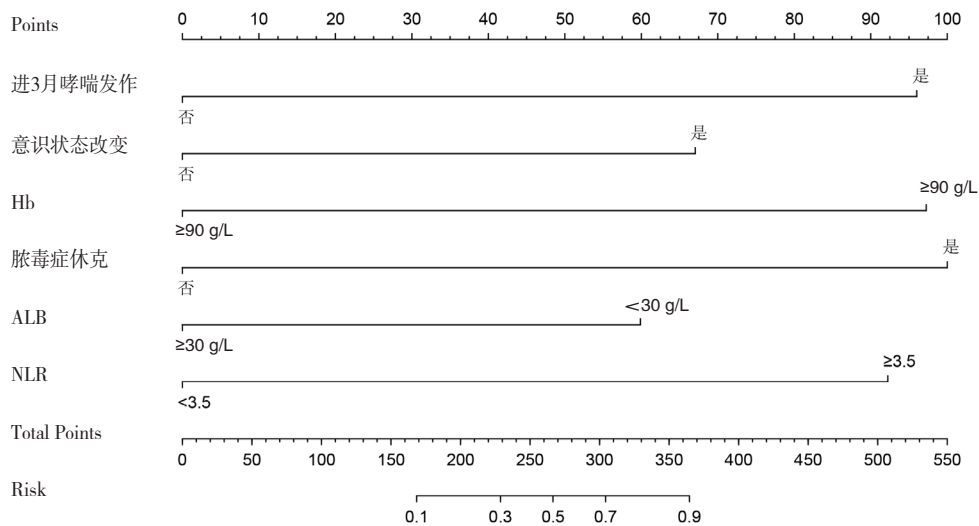


图1 预测As-SCAP患儿出现PO的列线图

Figure 1. Nomogram predicting the occurrence of PO in As-SCAP children

的性能, AUC 为 0.912 [95%CI (0.856, 0.967)] (图 2-A)。此外, 校准图显示列线图拟合程度良好, 能准确预测 As-SCAP 患儿 PO 的发生风险

(图 2-B)。临床决策曲线同样提示该列线图在 0~0.9 的概率阈值范围内应用于临床可使患者受益 (图 2-C)。

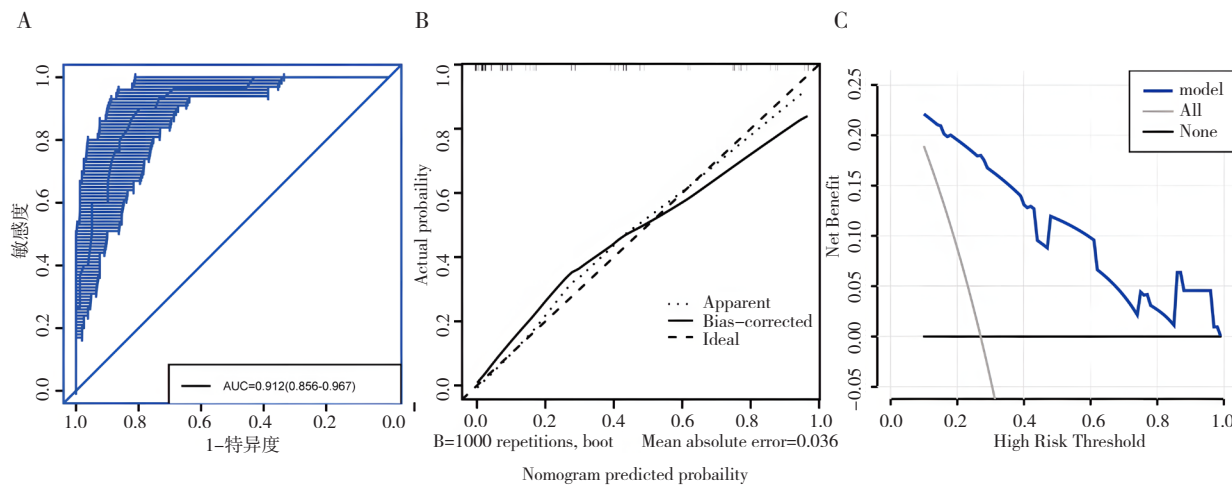


图2 列线图模型评价

Figure 2. Evaluation of nomogram model

注: A为ROC曲线; B为校准曲线; C为临床决策曲线。

3 讨论

CAP 和哮喘是儿童常见病, 哮喘亦是儿童发展为 SCAP 的高危因素。尽管流感疫苗接种和哮喘控制方法普及有助于降低患病及死亡率, 肺炎仍是 1~5 岁儿童主要死因^[20]。本研究发现, As-SCAP 主要发生在婴儿期。既往研究也指出, 婴儿期 SCAP 的死亡率较高, 推测与该年龄段脆弱且不成熟的呼吸系统有关, 增加了感染的易感性^[21-22]。既往研究表明, 病毒最常见于儿童肺炎患者, 特别是呼吸道合胞病毒^[14]。然而本研究中, 细菌是最常见的病原体, 这说明相对于病毒, 细菌可能导致哮喘患儿出现 SCAP。

患儿近 3 个月哮喘发作是发生 PO 的独立危险因素。这与 Shrestha 等研究结果一致, 提示哮喘控制不良容易导致儿童 SCAP 出现不良治疗结局^[23]。两种疾病可能有共同的致病基础和加重因素。有研究表明, 合并哮喘的肺炎患儿表现出更严重的炎症反应, 其氧化应激标志物的水平也显著高于非哮喘肺炎患者, 推测哮喘可能通过促进炎症调节剂的产生、增加支气管高反应性、刺激支气管痉挛以及增加粘蛋白分泌等机制, 使患者更易发展为 SCAP 和遭受不良结局^[23]。本研究中脓毒症休克对 PO 的影响最大, 该结论与既往研究相似^[22]。此外, 脓毒症可能会导致多重耐药菌

的出现, 加重肺炎病情并增加患者的死亡率^[24]。贫血的严重程度同样是导致肺炎患者死亡的一个独立危险因素^[25]。本研究中, 中重度贫血患儿 ($Hb < 90 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) PO 发生风险比无贫血或轻度贫血患儿高出近 9 倍。血红蛋白减少可能提示营养不良和免疫功能障碍, 是导致患者预后不佳的重要危险因素^[26]。另有研究表明, 急性感染时血清 ALB 可迅速降低^[25], 其降低与肺血管通透性的增加密切相关, 对预测肺炎的严重程度和预后具有重要的临床价值^[27]。既往研究表明, NLR 升高与哮喘或 CAP 风险加重密切相关^[28]。本研究同样指出 $NLR \geq 3.5$ 的 As-SCAP 患者发生不良结局的风险增加了近 8 倍, 这可能与 NLR 可以更好地反映患者炎症免疫状态有关^[28]。

本研究存在一定局限性。首先, 研究仅纳入了单中心的回顾性数据, 样本量有限, 其结论需通过外部数据集进行验证。其次, 由于数据遗失, 未能包含其他潜在重要预测因素, 如肺功能测试结果; 部分患者因其他原因未进行二代基因检测等病原学检测, 可能导致某些病原学信息的缺失。未来研究应运用多中心数据对模型进行验证, 以确认其精确性和推广性。

综上所述, 当 As-SCAP 患儿近 3 个月出现哮喘发作、意识状态改变、脓毒症休克、 $Hb < 90 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $ALB < 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 以及 $NLR \geq 3.5$ 等危险因素时提

示其可能预后不良, 本研究成功构建了 As-SCAP 患儿 PO 发生风险的列线图预测模型, 该模型表现出了良好的区分度、校准度和临床实用性, 可辅助临床快速准确识别高危患者, 有助于改善 As-SCAP 患儿的临床管理。

参考文献

- 1 Perin J, Mulick A, Yeung D, et al. Global, regional, and national causes of under-5 mortality in 2000-2019: an updated systematic analysis with implications for the sustainable development goals[J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2022, 6(2): 106-115. DOI: [10.1016/S2352-4642\(21\)00311-4](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00311-4).
- 2 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 Adolesc Health*, 2022, 6(8): 555-570. DOI: [10.1016/S2352-4642\(22\)00092-X](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(22)00092-X).
- 3 Asher MI, Rutter CE, Bissell K, et al. Worldwide trends in the burden of asthma symptoms in school-aged children: Global Asthma Network Phase I cross-sectional study [J]. *Lancet*, 2021, 398(10311): 1569-1580. DOI: [10.1016/S0140-6736\(21\)01450-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01450-1).
- 4 Simms-Williams N, Nagakumar P, Thayakaran R, et al. Risk factors for asthma-related hospital and intensive care admissions in children, adolescents and adults: a cohort study using primary and secondary care data [J]. *BMJ Open Respir Res*, 2024, 11(1). DOI: [10.1136/bmjresp-2023-001746](https://doi.org/10.1136/bmjresp-2023-001746).
- 5 Venkatesan P. 2023 GINA report for asthma[J]. *Lancet Respir Med*, 2023, 11(7): 589. DOI: [10.1016/S2213-2600\(23\)00230-8](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(23)00230-8).
- 6 Ramsahai JM, Hansbro PM, Wark PAB. Mechanisms and management of asthma exacerbations[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2019, 199(4): 423-432. DOI: [10.1164/rccm.201810-1931CI](https://doi.org/10.1164/rccm.201810-1931CI).
- 7 Kwon JM, Shim JW, Kim DS, et al. Prevalence of respiratory viral infection in children hospitalized for acute lower respiratory tract diseases, and association of rhinovirus and influenza virus with asthma exacerbations[J]. *Korean J of Pediatr*, 2014, 57(1): 29-34. DOI: [10.3345/kjp.2014.57.1.29](https://doi.org/10.3345/kjp.2014.57.1.29).
- 8 Teepe J, Grigoryan L, Verheij TJM. Determinants of community-acquired pneumonia in children and young adults in primary care[J]. *Eur Respir J*, 2010, 35(5): 1113-1117. DOI: [10.1183/09031936.00101509](https://doi.org/10.1183/09031936.00101509).
- 9 Adeli M, El-Shareif T, Hendaus MA. Asthma exacerbation related to viral infections: an up to date summary[J]. *J Family Med and Prim Care*, 2019, 8(9): 2753-2759. DOI: [10.4103/jfmpe.jfmpe_86_19](https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_86_19).
- 10 Hasegawa W, Yamauchi Y, Yasunaga H, et al. Prognostic nomogram for inpatients with asthma exacerbation[J]. *BMC Pulm Med*, 2017, 17(1): 108. DOI: [10.1186/s12890-017-0450-2](https://doi.org/10.1186/s12890-017-0450-2).
- 11 Althoff MD, Holguin F, Yang F, et al. Noninvasive ventilation use in critically ill patients with acute asthma exacerbations [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2020, 202(11): 1520-1530. DOI: [10.1164/rccm.201910-2021OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201910-2021OC).
- 12 Calmes D, Leake BD, Carlisle DM. Adverse asthma outcomes among children hospitalized with asthma in California[J]. *Pediatrics*, 1998, 101(5): 845-850. DOI: [10.1542/peds.101.5.845](https://doi.org/10.1542/peds.101.5.845).
- 13 Wallihan R, Ramilo O. Community-acquired pneumonia in children: current challenges and future directions[J]. *J Infect*, 2014, 69: S87-S90. DOI: [10.1016/j.jinf.2014.07.021](https://doi.org/10.1016/j.jinf.2014.07.021).
- 14 Williams DJ, Zhu Y, Grijalva CG, et al. Predicting severe pneumonia outcomes in children[J]. *Pediatrics*, 2016, 138(4): e20161019. DOI: [10.1542/peds.2016-1019](https://doi.org/10.1542/peds.2016-1019).
- 15 Florin TA, Ambroggio L, Lorenz D, et al. Development and internal validation of a prediction model to risk stratify children with suspected community-acquired pneumonia[J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 73(9): e2713-e2721. DOI: [10.1093/cid/ciaa1690](https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1690).
- 16 Gallagher KE, Knoll MD, Prosperi C, et al. The predictive performance of a pneumonia severity score in human immunodeficiency virus-negative children presenting to hospital in 7 low- and middle-income countries[J]. *Clin Infect Dis*, 2020, 70(6): 1050-1057. DOI: [10.1093/cid/ciz350](https://doi.org/10.1093/cid/ciz350).
- 17 Reed C, Madhi SA, Klugman KP, et al. Development of the Respiratory Index of Severity in Children (RISC) score among young children with respiratory infections in South Africa[J]. *PLoS One*, 2012, 7(1): e27793. DOI: [10.1371/journal.pone.0027793](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027793).
- 18 儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019年版)编写审定

- 专家组. 儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019年版)[J]. 全科医学临床与教育, 2019, 17(9): 771-777. [Expert Group for the Preparation and Validation of Community-acquired Pneumonia Diagnostic and Treatment Protocols for Children (2019 edition). Community-acquired pneumonia in children (2019 edition)[J]. Clinical and Education in Family Medicine, 2019, 17(9): 771-777.] DOI: [10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2019.09.002](https://doi.org/10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2019.09.002).
- 19 中华医学会儿科学分会呼吸学组. 儿童支气管哮喘规范化诊治建议(2020年版)[J]. 中华儿科杂志, 2020, 58(9): 708-717. [Respiratory Group of the Paediatrics Branch of the Chinese Medical Association. Recommendations for standardised diagnosis and treatment of childhood bronchial asthma (2020 edition)[J]. Chinese Journal of Paediatrics, 2020, 58(9): 708-717.] DOI: [10.3760/cma.j.cn112140-20200604-00578](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112140-20200604-00578).
- 20 Leung DT, Chisti MJ, Pavia AT. Prevention and control of childhood pneumonia and diarrhea[J]. *Pediatr Clin North Am*, 2016, 63(1): 67-79. DOI: [10.1016/j.pcl.2015.08.003](https://doi.org/10.1016/j.pcl.2015.08.003).
- 21 Duan Y, Nafeisa D, Lian M, et al. Development of a nomogram to estimate the risk of community-acquired pneumonia in adults with acute asthma exacerbations[J]. *Clin Respir J*, 2023, 17(11): 1169-1181. DOI: [10.1111/crj.13706](https://doi.org/10.1111/crj.13706).
- 22 Xu C, Tao X, Zhu J, et al. Clinical features and risk factors analysis for poor outcomes of severe community-acquired pneumonia in children: a nomogram prediction model[J]. *Front In Pediatr*, 2023, 11: 1194186. DOI: [10.3389/fped.2023.1194186](https://doi.org/10.3389/fped.2023.1194186).
- 23 Shrestha P, Wi CI, Liu H, et al. Risk of pneumonia in asthmatic children using inhaled corticosteroids: a nested case-control study in a birth cohort[J]. *BMJ Open*, 2022, 12(3): e051926. DOI: [10.1136/bmjopen-2021-051926](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-051926).
- 24 Li G, Cook DJ, Thabane L, et al. Risk factors for mortality in patients admitted to intensive care units with pneumonia[J]. *Respir Res*, 2016, 17(1): 80. DOI: [10.1186/s12931-016-0397-5](https://doi.org/10.1186/s12931-016-0397-5).
- 25 Miyazaki H, Nagata N, Akagi T, et al. Comprehensive analysis of prognostic factors in hospitalized patients with pneumonia occurring outside hospital: serum albumin is not less important than pneumonia severity assessment scale[J]. *J Infect Chemother*, 2018, 24(8): 602-609. DOI: [10.1016/j.jiac.2018.03.006](https://doi.org/10.1016/j.jiac.2018.03.006).
- 26 Certan M, Garcia Garrido HM, Wong G, et al. Incidence and predictors of community-acquired pneumonia in patients with hematological cancers between 2016 and 2019[J]. *Clin Infect Dis*, 2022, 75(6): 1046-1053. DOI: [10.1093/cid/ciac005](https://doi.org/10.1093/cid/ciac005).
- 27 Huang W, Li C, Wang Z, et al. Decreased serum albumin level indicates poor prognosis of COVID-19 patients: hepatic injury analysis from 2,623 hospitalized cases[J]. *Sci China Life Sci*, 2020, 63(11): 1678-1687. DOI: [10.1007/s11427-020-1733-4](https://doi.org/10.1007/s11427-020-1733-4).
- 28 Xu M, Zhou L, Zhang J, et al. Neutrophil to lymphocyte ratio in pediatric patients with asthmatic exacerbation and community-acquired pneumonia[J]. *BMC Pediatr*, 2023, 23(1): 640. DOI: [10.1186/s12887-023-04456-6](https://doi.org/10.1186/s12887-023-04456-6).

收稿日期: 2023 年 12 月 27 日 修回日期: 2024 年 01 月 31 日
本文编辑: 桂裕亮 曹越

引用本文: 王凡荣, 赵敏, 李小伟, 等. 儿童哮喘合并重症社区获得性肺炎不良预后的危险因素与预测模型构建[J]. 医学新知, 2024, 34(5): 508-515. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202312139](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202312139)
Wang FR, Zhao M, Li XW, et al. Risk factors and prediction model construction for poor outcome in asthma combined with severe community-acquired pneumonia in children[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2024, 34(5): 508-515. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202312139](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202312139)