

重度肺炎患儿感染后闭塞性细支气管炎列线图预测模型的构建及验证

赵艾红 唐为娟 傅俊建 徐湘

【摘要】目的 分析重度肺炎患儿感染后闭塞性细支气管炎(PIBO)的影响因素,构建列线图预测模型并验证。**方法** 收集扬州大学建湖临床医学院2022年1月至2023年12月收治的252例重度肺炎患儿病历资料。随访6个月,根据患儿是否发生PIBO分为PIBO组(192例)和非PIBO组(60例)。比较两组患儿的临床指标,筛选重度肺炎患儿发生PIBO的影响因素,进一步应用多因素Logistic回归分析筛选出发生PIBO的独立影响因素。构建列线图模型,通过受试者工作特征曲线(ROC)评估预测模型的区分度,通过决策曲线、校准曲线评估预测模型的临床实用性和校准度。**结果** 252例重度肺炎患儿中发生PIBO者共60例,PIBO发生率为23.81%。PIBO组患儿月龄低于非PIBO组[(18.87±6.72)月 vs. (28.30±9.04)月; $t=8.648$ 、 $P<0.001$],热程长于非PIBO组[(13.77±3.75)d vs. (9.92±3.05)d; $t=8.057$ 、 $P<0.001$],LDH水平高于非PIBO组[(725.78±98.72)U/L vs. (628.49±88.35)U/L; $t=7.236$ 、 $P<0.001$],机械通气时间长于非PIBO组[(7.10±2.33)d vs. (4.89±0.97)d; $t=10.541$ 、 $P<0.001$],差异均有统计学意义。多因素二元Logistic回归分析结果显示,月龄($OR=0.836$ 、95% $CI:0.773\sim0.904$)、热程($OR:1.548$ 、95% $CI:1.288\sim1.861$)、LDH($OR=1.014$ 、95% $CI:1.008\sim1.021$)和机械通气时间($OR=2.060$ 、95% $CI:1.496\sim2.836$)均为重度肺炎患儿发生PIBO的独立影响因素($P<0.001$)。列线图预测模型ROC曲线下面积(AUC)为0.960(95% $CI:0.937\sim0.984$)。预测模型校准曲线提示模型预测概率与实际概率相近,校准度良好。预测模型决策曲线DCA位于None线及All线上方,提示在该范围内模型具有临床实用性。Hosmer-Lemeshow χ^2 检验预测模型的拟合度良好。**结论** 月龄、热程、LDH和机械通气时间均为重度肺炎患儿发生PIBO的独立影响因素,根据以上独立影响因素构建的列线图预测模型可为早期识别和干预重度肺炎患儿PIBO提供实用工具。

【关键词】 重度肺炎; 感染后闭塞性细支气管炎; 儿童; 列线图

Construction and validation of a line chart prediction model for post infectious bronchiolitis obliterans in children with severe pneumonia Zhao Aihong, Tang Weijuan, Fu Junjian, Xu Xiang. Department of Pediatrics, Jianhu Clinical Medical College, Yangzhou University, Jianhu 224700, China
Corresponding author: Tang Weijuan, Email: 13485210525@163.com

【Abstract】Objective To investigate the influence factors for post infectious bronchiolitis obliterans (PIBO) in children with severe pneumonia, and construct and validate a column chart prediction model. **Methods** The medical records of 252 children with severe pneumonia treated in Jianhu Clinical Medical College of Yangzhou University from January 2022 to December 2023 were collected. The children were followed up for 6 months and divided into PIBO group (192 cases) and non-PIBO group (60 cases) according to whether PIBO occurred. The clinical indicators of the two groups were compared to screen the influence factors for PIBO in severe pneumonia children, and independent influence factors were screened by multivariate Logistic regression analysis. A nomogram model was constructed, and the differentiation of the prediction model was evaluated by receiver operating characteristic curve (ROC). The clinical practicability and calibration degree of the prediction model were evaluated by decision curve and calibration curve. **Results** Among the 252 children with severe pneumonia, a total of 60 cases occurred PIBO, with the incidence rate of 23.81% (60/252). The age of children in PIBO group [(18.87±6.72) months] was lower

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2025.02.003

基金项目: 江苏省妇幼健康科研项目 (No. F202157)

作者单位: 224700 建湖县, 扬州大学建湖临床医学院儿科

通信作者: 唐为娟, Email: 13485210525@163.com

than that of non-PIBO group [(28.30 ± 9.04) months] ($t = 8.648, P < 0.001$); the duration of fever [(13.77 ± 3.75) days] was longer than that of non-PIBO group [(9.92 ± 3.05) days] ($t = 8.057, P < 0.001$); the level of LDH [(725.78 ± 98.72) U/L] was higher than that of non-PIBO group [(628.49 ± 88.35) U/L] ($t = 7.236, P < 0.001$); the duration of mechanical ventilation [(7.10 ± 2.33) days] was longer than that of non-PIBO group [(4.89 ± 0.97) days] ($t = 10.541, P < 0.001$), all with significant differences. The results of multivariate binary Logistic regression analysis showed that age ($OR = 0.836, 95\%CI: 0.773-0.904$), duration of fever ($OR = 1.548, 95\%CI: 1.288-1.861$), LDH ($OR = 1.014, 95\%CI: 1.008-1.021$) and duration of mechanical ventilation ($OR = 2.060, 95\%CI: 1.496-2.836$) were all independent influence factors for the occurrence of PIBO in children with severe pneumonia (all $P < 0.001$). The area under the ROC curve (AUC) of the column chart prediction model was 0.960 (95%CI: 0.937-0.984). The calibration curve of the predictive model indicates that the predicted probability of the model was close to the actual probability, and the calibration degree was well. The decision curve DCA of the prediction model was located above the None and All lines, indicating that the model had clinical practicality within this range. The Hosmer Lemeshow *Chi-square* test showed well fit of the prediction model. **Conclusions** Age, duration of heat, LDH and duration of mechanical ventilation were all independent influence factors for PIBO in children with severe pneumonia. Constructing a column chart prediction model based on these independent influencing factors can provide a practical tool for early identification and intervention of PIBO in children with severe pneumonia.

【Key words】 Severe pneumonia; Post-infectious bronchiolitis obliterans; Children; Nomogram

社区获得性肺炎是在医院外发生的感染性肺炎,其主要病原体包括呼吸道病毒、细菌以及非典型微生物等。当患儿出现严重肺内外并发症或换气功能障碍时,则发展为重度肺炎。重度肺炎在儿童中病死率高,严重威胁患儿的生命安全。闭塞性细支气管炎是由于多种病因导致患儿的细支气管发生损伤,出现炎症和纤维化,引起管腔完全闭塞导致慢性气流受限综合征^[1-2]。感染后闭塞性细支气管炎(post-infectious bronchiolitis obliterans, PIBO)发生于下呼吸道感染,在腺病毒肺炎患儿中最为常见,也是儿童闭塞性细支气管炎中最常见形式^[3-5]。研究表明,因腺病毒肺炎住院的儿童中5.33%发生PIBO,而重度腺病毒肺炎儿童的PIBO发生率则达15%^[6-7]。目前,临床治疗PIBO尚无特效治疗方案,且对激素的应用亦存在争议^[8]。因此,早期识别重度肺炎PIBO发生风险能够有效降低PIBO发生率和严重程度。基于此,本研究旨在探究重度肺炎住院儿童发生PIBO的潜在影响因素,构建PIBO临床预测模型,现报道如下。

资料与方法

一、研究对象

回顾性分析2022年1月至2023年12月在扬州大学建湖临床医学院住院的重度肺炎患儿病历资料,所有重度肺炎患儿均通过门诊和电话访问进行至少

6个月的随访,随访期间无失访者,共入组252例。

纳入标准:①确诊为重度肺炎且通过直接免疫荧光检测为人腺病毒(human adenovirus, HAdV)阳性;②符合重度肺炎患儿评估标准(见诊断标准);③出生后29 d至14周岁的儿童。排除标准:①临床资料的缺失率>10%;②因重度肺炎导致死亡;③医院获得性肺炎患者;④随访6个月期间失访者;⑤免疫功能缺陷者。本研究项目遵循《赫尔辛基宣言》伦理原则且通过扬州大学建湖临床医学院医学伦理委员会审核批准(审批号:JY-LL-202404-K044)。

本研究依据重度肺炎患儿是否发生PIBO将252例患儿分为PIBO组(192例)和非PIBO组(60例)。

二、诊断标准

1. 重度肺炎诊断符合《儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019年版)》^[9]相关标准:①低氧血症:紫绀,呼吸增快,婴儿呼吸频率≥70次/min,1岁以上患儿呼吸频率≥50次/min,辅助呼吸(呻吟、鼻扇、三凹征);间歇性呼吸暂停,氧饱和度<92%;②体温>41℃,持续高热(39.1℃~41℃)>5d;③有脱水征/拒食;④一般情况差;⑤有意识障碍;⑥一侧肺≥2/3浸润、多叶肺浸润、胸腔积液、气胸、肺坏死、脓肿和肺不张;⑦有肺外并发症。出现以上任意一种均为儿童重度社区获得性肺炎。

2. PIBO诊断符合《儿童闭塞性细支气管炎的诊断和治疗专家共识(2023)》^[10]相关标准:①一

秒率 (FEV_1/FVC) 低于80%或第1秒用力呼气容积 (FEV_1) 预测值低于80%, 支气管舒张试验多为阴性; ②持续性或复发性气道阻塞; ③有严重下呼吸道感染史, 特别是肺炎支原体、腺病毒等感染; ④肺部高分辨率CT影像有支气管扩张、空气潴留、马赛克灌注征以及支气管壁增厚等; ⑤排除支气管哮喘、肺结核、弥漫性泛细支气管炎等其他慢性肺病。符合上述5条即可诊断为PIBO。

三、数据收集

研究数据来源于本院的病历系统, 包括性别、年龄、热程(入院后的发热持续时间), 入院期间是否有呼吸困难、喘息音、湿啰音、低氧血症、贫血, 入院24 h内实验室指标[包括C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、白细胞(white blood cell, WBC)计数、血小板(platelet count, PLT)计数、乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)、免疫球蛋白G(immunoglobulin G, IgG)、免疫球蛋白A(immunoglobulin A, IgA)、免疫球蛋白M(immunoglobulin M, IgM)], 是否有肺实变、胸腔积液, 机械通气时间, 治疗期间是否使用糖皮质激素、免疫球蛋白。为保证数据收集一致性, 所有研究人员经过统一培训并参与数据收集的整个过程, 做好相关记录。通过电话、门诊的方式随访患儿6个月, 统计PIBO的发生情况。

四、统计学处理

采用R统计软件(4.3.0)对数据进行统计学分析, 计量资料中月龄、热程、CRP、PCT、WBC、PC、LDH、IgG、IgA、IgM和机械通气时间呈正态分布, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用两独立样本 t 检验; 计数资料(性别、呼吸困难、喘息音、湿啰音、低氧血症、贫血、肺实变、胸腔积液、使用糖皮质激素和使用免疫球蛋白)以[例(%)]表示, 组间比较采用 χ^2 检验。将单因素分析差异有统计学意义的变量纳入多因素Logistic回归分析重度肺炎患儿发生PIBO的独立影响因素。Hosmer-Lemeshow拟合优度检验验证预测模型与实际观察结果间差异, $P > 0.05$ 表示预测模型有良好可行性。用R 4.3.0绘制列线图、校准曲线、受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线、决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)评估模型区分度和准确度。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、非PIBO组和PIBO组重度肺炎患儿的临床资料

252例重度肺炎患儿中发生PIBO的患儿共60例, PIBO发生率为23.81%。PIBO组和非PIBO组重度肺炎患儿性别、呼吸困难、有喘息音、湿啰音、低氧血症、贫血、CRP、IgG、IgA、IgM、肺实变、胸腔积液、使用糖皮质激素、使用免疫球蛋白差异均无统计学意义($P > 0.05$), 而非PIBO组患儿月龄低于PIBO组[(18.87 ± 6.72)月 vs. (28.30 ± 9.04)月: $t = 8.648$ 、 $P < 0.001$], 热程[(13.77 ± 3.75) d vs. (9.92 ± 3.05) d: $t = 8.057$ 、 $P < 0.001$]和机械通气时间[(7.10 ± 2.33) d vs. (4.89 ± 0.97) d: $t = 10.541$ 、 $P < 0.001$]均长于非PIBO组, LDH水平高于非PIBO组[(725.78 ± 98.72) U/L vs. (628.49 ± 88.35) U/L: $t = 7.236$ 、 $P < 0.001$], 差异均有统计学意义, 见表1。

二、重度肺炎患儿发生PIBO的多因素二元Logistic回归分析

为进一步明确重度肺炎患儿发生PIBO的独立影响因素, 以患儿是否发生PIBO为因变量, 自变量为表1中差异有统计学意义的指标, 包括月龄、热程、LDH和机械通气时间。变量赋值: 月龄、热程、LDH和机械通气时间均以原值输入。多因素二元Logistic回归分析结果显示, 热程($OR = 1.548$ 、95%CI: 1.288~1.861、 $P < 0.001$)、LDH($OR = 1.014$ 、95%CI: 1.008~1.021、 $P < 0.001$)和机械通气时间($OR = 2.060$ 、95%CI: 1.496~2.836、 $P < 0.001$)均为重度肺炎患儿发生PIBO的危险因素, 而月龄($OR = 0.836$ 、95%CI: 0.773~0.904、 $P < 0.001$)则为其保护因素, 见表2。

三、重度肺炎患儿PIBO列线图预测模型的构建及验证

根据重度肺炎患儿PIBO的多因素二元Logistic回归分析结果, 将差异有统计学意义的自变量通过R4.3.0 rms程序包进行列线图预测模型构建, 如图1所示。在评分横轴画一条线, 得出每个独立危险因素的分值, 得分之和即为总分, 即可得出重度肺炎患儿PIBO的发生风险概率。通过Hosmer-Lemeshow χ^2 检验, 内部验证重度肺炎患儿发生PIBO预测模型的拟合度, 结果显示: $\chi^2 = 2.712$ 、自由度 = 8、 $P = 0.951$ 。

该预测模型ROC曲线分析结果见图2A, 模型

表1 非PIBO组和PIBO组重度肺炎患儿的临床指标

指标	非PIBO组 (192例)	PIBO组 (60例)	统计量	P值
性别 [例 (%)]			$\chi^2 = 0.194$	0.659 ^a
男	122 (63.54)	40 (66.67)		
女	70 (36.46)	20 (33.33)		
月龄 ($\bar{x} \pm s$, 月)	28.30 \pm 9.04	18.87 \pm 6.72	$t = 8.648$	< 0.001
热程 ($\bar{x} \pm s$, d)	9.92 \pm 3.05	13.77 \pm 3.75	$t = 8.057$	< 0.001
呼吸困难 [例 (%)]			$\chi^2 = 3.587$	0.058 ^a
是	108 (56.25)	42 (70.00)		
否	84 (43.75)	18 (30.00)		
喘息音 [例 (%)]			$\chi^2 = 2.802$	0.094 ^a
是	125 (65.10)	46 (76.67)		
否	67 (34.90)	14 (23.33)		
湿啰音 [例 (%)]				1.000 ^b
是	191 (99.48)	60 (100.00)		
否	1 (0.52)	0 (0.00)		
低氧血症 [例 (%)]			$\chi^2 = 3.242^a$	0.072
是	134 (69.79)	49 (81.67)		
否	58 (30.21)	11 (18.33)		
贫血 [例 (%)]			$\chi^2 = 1.703^a$	0.192
是	20 (10.42)	10 (16.67)		
否	172 (89.58)	50 (83.33)		
CRP ($\bar{x} \pm s$, mg/L)	32.45 \pm 10.13	35.01 \pm 12.17	$t = 1.626$	0.105
PCT ($\bar{x} \pm s$, mg/L)	0.35 \pm 0.11	0.38 \pm 0.18	$t = 1.561$	0.120
WBC ($\bar{x} \pm s$, $\times 10^9/L$)	10.88 \pm 2.18	11.56 \pm 3.55	$t = 1.789$	0.075
PC ($\bar{x} \pm s$, $\times 10^9/L$)	295.45 \pm 60.26	310.88 \pm 100.85	$t = 1.450$	0.148
LDH ($\bar{x} \pm s$, U/L)	628.49 \pm 88.35	725.78 \pm 98.72	$t = 7.236$	< 0.001
IgG ($\bar{x} \pm s$, g/L)	710.45 \pm 102.85	735.52 \pm 121.45	$t = 1.576$	0.116
IgA ($\bar{x} \pm s$, g/L)	70.45 \pm 20.06	65.41 \pm 13.38	$t = 1.822$	0.070
IgM ($\bar{x} \pm s$, g/L)	115.45 \pm 24.48	122.06 \pm 32.19	$t = 1.686$	0.093
肺实变 [例 (%)]			$\chi^2 = 0.718$	0.397 ^a
是	92 (47.92)	25 (41.67)		
否	100 (52.08)	35 (58.33)		
胸腔积液 [例 (%)]			$\chi^2 = 1.232$	0.267 ^a
是	27 (14.06)	12 (20.00)		
否	165 (85.94)	48 (80.00)		
机械通气时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	4.89 \pm 0.97	7.10 \pm 2.33	$t = 10.541$	< 0.001
使用糖皮质激素 [例 (%)]			$\chi^2 = 1.378$	0.240 ^a
是	161 (83.85)	54 (90.00)		
否	31 (16.15)	6 (10.00)		
使用免疫球蛋白 [例 (%)]			$\chi^2 = 2.158$	0.142 ^a
是	135 (70.31)	48 (80.00)		
否	57 (29.69)	12 (20.00)		

注: CRP: C-反应蛋白; PCT: 降钙素原; WBC: 白细胞; PLT: 血小板; LDH: 乳酸脱氢酶; IgG: 免疫球蛋白 G; IgA: 免疫球蛋白 A; IgM: 免疫球蛋白 M。^a: Pearson 卡方检验; ^b: Fisher's 确切概率法

ROC曲线下面积 (area under the curve, AUC) 为 0.960、95%CI: 0.937~0.984。月龄的最佳截断值为 ≤ 24 个月, 热程最佳截断值为 > 12 d, LDH最佳截断值为 > 673.9 U/L, 机械通气时间最佳截断值为 > 6 d。采用Bootstrap法重复抽样1 000次评价模型的区分度和校准度, 重度肺炎患儿发生PIBO预

测模型校准曲线如图2B显示, 校准曲线贴近对角线, 提示该预测模型的预测概率与实际概率相近, 校准度良好。决策曲线DCA中X轴表示重度肺炎患儿PIBO的发生风险阈值, Y轴表示净获益。预测模型决策曲线DCA位于None线及All线上方, 提示在该范围内模型具有临床实用性, 如图3C所示。

表 2 重度肺炎患儿发生 PIBO 影响因素的多因素二元 Logistic 回归分析

自变量	β 值	S.E.值	Wald χ^2 值	OR值	95%CI	P值
常量	-15.609	2.966	27.690	—	—	< 0.001
月龄 (月)	-0.179	0.040	20.054	0.836	0.773~0.904	< 0.001
热程 (d)	0.437	0.094	21.660	1.548	1.288~1.861	< 0.001
LDH (U/L)	0.014	0.003	17.754	1.014	1.008~1.021	< 0.001
机械通气时间 (d)	0.723	0.163	19.626	2.060	1.496~2.836	< 0.001

注：“—”无相关数据

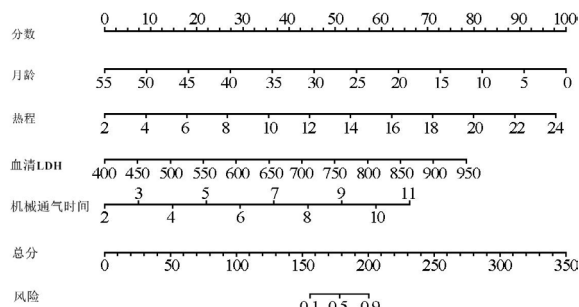
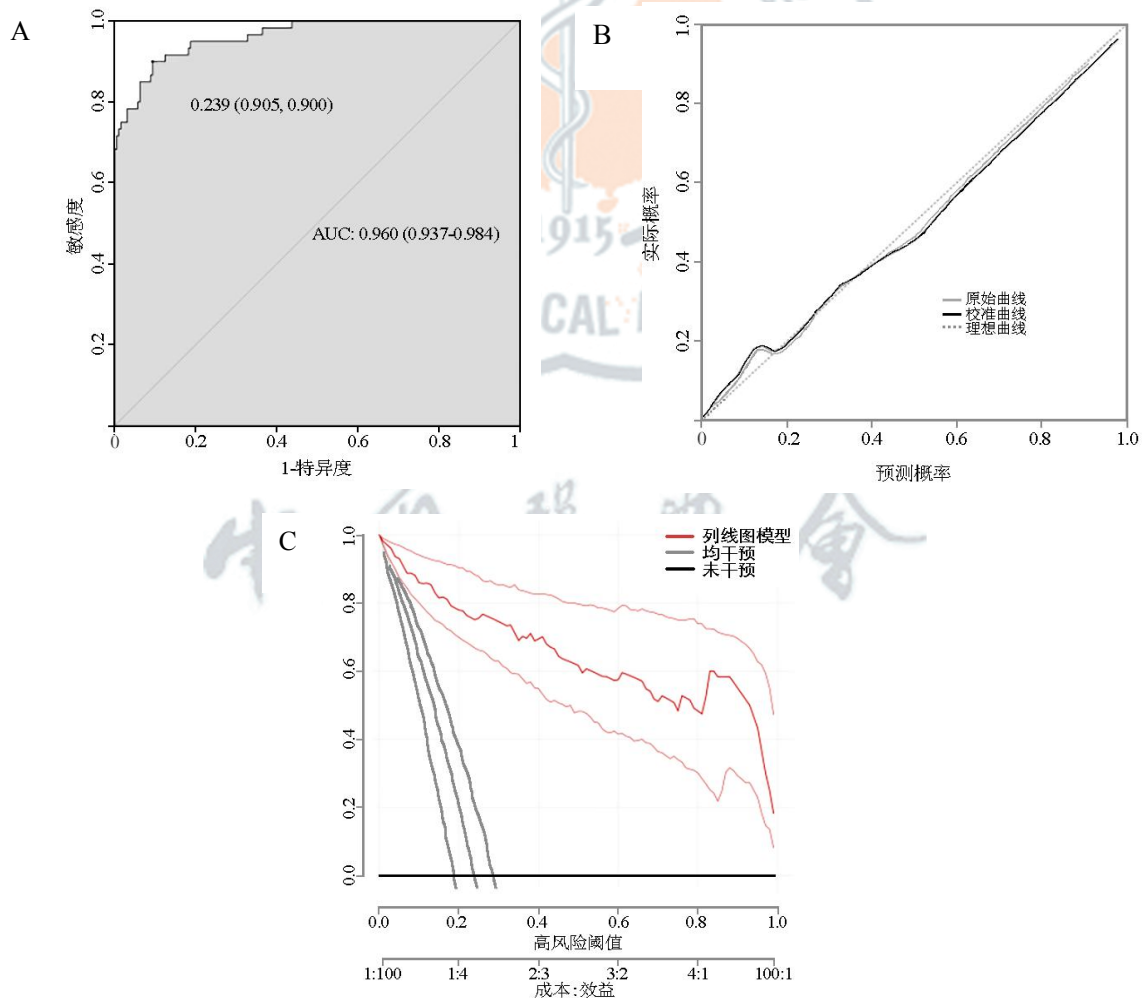


图1 重度肺炎患儿PIBO列线图预测模型



注：A：重度肺炎患儿PIBO预测模型ROC曲线；B：重度肺炎患儿PIBO预测模型的校准曲线；C：重度肺炎患儿PIBO预测模型的决策曲线DCA

图2 重度肺炎患儿PIBO列线图预测模型内部引导验证

讨 论

本研究入组252例重度肺炎患儿中发生PIBO的患儿共60例, PIBO发生率为23.81%。Wen等^[11]研究结果显示, 148例患儿中36例发生PIBO, 发生率为24.32%, 与本研究结果相近。虽然肺组织活检与病理学检查是诊断PIBO的金标准, 但因具有侵袭性, 在临床中不易实施。为尽早干预、有效识别和预防PIBO的发生, 本研究对重度肺炎患儿发生PIBO的相关危险因素进行分析。

本研究结果显示, 月龄较小(≤ 24 个月)的患儿PIBO发生风险显著增高, 月龄最佳截断值为 ≤ 24 个月, 提示月龄 ≤ 24 个月的重度肺炎患儿发生PIBO风险较高。有对重度腺病毒肺炎住院患儿的研究发现, 超过36个月的患儿PIBO发生率最低, 6至12月龄儿童PIBO发生率最高^[12-13]。另一项重度肺炎回顾性研究发现, 2岁以下儿童出现PIBO的风险最高^[14], 与本研究结果一致。Yu等^[15]研究表明, 50%的重度肺炎患儿年龄低于2岁, 发生PIBO的中位年龄约为16.5个月, 与本研究结果相近, 但存在一定差异; 低龄患儿免疫系统及肺组织发育尚未成熟, 可能更易因感染引发持续炎症反应, 导致细支气管损伤, 增加PIBO发生风险, 提示临床需对低龄重度肺炎患儿加强随访监测。

本研究中热程为重度肺炎患儿发生PIBO的独立危险因素。有研究报道^[16], 腺病毒肺炎后PIBO患儿较非PIBO患儿的热程更长, 较长的病程可能与闭塞性细支气管炎的发生有关。Zhong等^[17]研究表明发热时间与PIBO发生密切相关, 是其相关危险因素。发热时长可能间接提示病原体载量或宿主免疫应答强度, 从而导致组织修复进程延长, 增加纤维化风险^[18]。因此, 对热程超过12 d的患儿应警惕PIBO发生并及时干预。

本研究结果显示, LDH为重度肺炎患儿发生PIBO的独立危险因素, 血清LDH水平越高, 重度肺炎患儿发生PIBO的风险越高, 与顾明宏等^[19]研究结果一致。LDH在细胞损伤后释放, 其水平升高提示肺组织破坏, 是评估病情严重程度及预后的重要指标。研究显示, 在小儿肺炎患者中, 血清LDH、SAA、CRP水平与疾病严重程度呈正相关, 而在重度肺炎患儿中, LDH水平升高与病情严重程度密切相关^[20-21], 故动态监测LDH有助于早期识别高危患儿。

多项研究表明, 机械通气时间为重度肺炎患儿发生PIBO的影响因素^[22-23]。本研究结果显示, 机械通气时间为重度肺炎患儿发生PIBO的独立危险因素, 机械通气时间越长, 重度肺炎患儿发生PIBO的风险越高。Liu等^[24]Meta分析结果显示, 机械通气是儿童PIBO的主要危险因素之一, 且PIBO病情严重程度与机械通气有关, 与本研究结果一致。机械通气虽可改善氧合, 但长期应用可能加重气道压力损伤和继发感染, 促进纤维化进程。故临床需权衡通气支持的必要性与潜在风险, 尽量缩短通气时长。

列线图预测模型是一种根据患者某些特征变量预测结局事件发生风险的量化评估工具, 具有多变量整合、直观可视化等特点。本研究基于Logistic回归分析结果构建重度肺炎患儿PIBO列线图预测模型, 经验证发现该模型AUC值 > 0.7 , 提示该模型能够对重度肺炎患儿是否发生PIBO进行有效区分及精准预测, 且DCA曲线显示该模型具有较高的临床效用。然而, 本研究也存在一定局限性: ①列线图预测模型缺乏外部验证; ②样本来源单一, 在选择个体方面存在一定偏差, 可能对研究结果造成一定影响。因此, 尚需通过开展大样本多中心研究, 加以外部验证, 进一步提高预测模型的广泛适用性。

综上, 对于月龄较小, 热程、LDH、机械通气时间较长的患儿, 建议加强监测和干预, 亦可通过构建预测模型进行早期评估, 以降低重度肺炎患儿PIBO发生风险。

参 考 文 献

- [1] Kavaliunaite E, Aurora P. Diagnosing and managing bronchiolitis obliterans in children[J]. *Expert Rev Respir Med*,2019,13(5):481-488.
- [2] 樊慧峰, 卢根, 陶建平. 腺病毒肺炎合并闭塞性细支气管炎的早期识别与治疗[J]. *中国小儿急救医学*,2019,26(10):742-745.
- [3] 赵顺英, 温潇慧. 重症感染后闭塞性细支气管炎的早期识别和处理[J]. *中国小儿急救医学*,2017,24(12):881-882, 887.
- [4] 杨梅, 周春, 赵艾红, 等. 儿童难治性肺炎支原体肺炎所致塑型性支气管炎风险列线图模型的构建[J/CD]. *中华实验和临床感染病杂志(电子版)*,2023,17(4):274-281.
- [5] Peng L, Liu S, Xie T, et al. Construction and analysis of a nomogram prediction model for post-infectious bronchiolitis obliterans in children with adenovirus pneumonia after invasive mechanical ventilation[J]. *BMC Pediatr*,2023,23(1):81-91.
- [6] Wang X, Tan X, Li Q. The difference in clinical features and prognosis of severe adenoviral pneumonia in children of different ages[J]. *J Med Virol*,2022,94(7):3303-3311.
- [7] 郑浩琪, 尹嘉宁, 林雯颖, 等. 儿童感染后闭塞性细支气管炎治疗方

- 法的研究进展[J]. 吉林大学学报(医学版),2022,48(2):533-539.
- [8] Shrestha B, Dunn L. The declaration of Helsinki on medical research involving human subjects: A review of seventh revision[J]. *J Nepal Health Res Counc*,2020,17(4):548-552.
- [9] 中华人民共和国国家健康委员会, 国家中医药局. 儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019年版)[J]. *中华临床感染病杂志*,2019,12(1):6-13.
- [10] 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 中国医师协会呼吸医师分会儿科呼吸工作委员会, 中国医药教育协会儿科专业委员会, 等. 儿童闭塞性细支气管炎的诊断和治疗专家共识(2023)[J]. *中华儿科杂志*,2023,61(9):786-793.
- [11] Wen S, Xu M, Jin W, et al. Risk factors and prediction models for bronchiolitis obliterans after severe adenoviral pneumonia[J]. *Eur J Pediatr*,2024,183(3):1315-1323.
- [12] Zhong L, Lin J, Dai J. Risk factors for the development of bronchiolitis obliterans in children with severe adenovirus pneumonia: A retrospective study with dose-response analysis[J]. *J Med Virol*,2020,92(12):3093-3099.
- [13] Li L, Woo YY, de Bruyne JA, et al. Epidemiology, clinical presentation and respiratory sequelae of adenovirus pneumonia in children in Kuala Lumpur, Malaysia[J]. *PLoS One*,2018,13(10):e0205795.
- [14] 戴鸽, 王婷, 蒋吴君, 等. 腺病毒肺炎后闭塞性细支气管炎37例临床分析[J]. *中华实用儿科临床杂志*,2020,35(16):1235-1238.
- [15] Yu X, Ma Y, Gao Y, et al. Epidemiology of adenovirus pneumonia and risk factors for bronchiolitis obliterans in children during an outbreak in Jilin, China[J]. *Front Pediatr*,2021,9:722885.
- [16] 吴记梅, 吴记红, 杨图宏, 等. 儿童腺病毒肺炎后并发闭塞性细支气管炎危险因素Meta分析[J]. *齐齐哈尔医学院学报*,2023,44(12):1155-1160.
- [17] Zhong L, Lin J, Dai J. Risk factors for the development of bronchiolitis obliterans in children with severe adenovirus pneumonia: A retrospective study with dose-response analysis[J]. *J Med Virol*,2020,92(12):3093-3099.
- [18] 周丽芳, 欧阳珍荣, 郝崇伟, 等. 儿童重症腺病毒肺炎合并细菌感染的临床特征[J]. *中国小儿急救医学*,2022,29(6):446-450.
- [19] 顾明宏. 儿童腺病毒肺炎后闭塞性细支气管炎发生的列线图预测模型构建[J]. *中国妇幼保健*,2023,38(2):273-276.
- [20] 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.
- [21] 吴昱熠, 杨超. 外周血PCT, LDH, NLR在重症肺炎早期诊断及预后评估中的价值[J]. *标记免疫分析与临床*,2023,30(7):1118-1121, 1153.
- [22] Lee E, Park S, Kim K, et al. Risk factors for the development of post-infectious bronchiolitis obliterans in children: A systematic review and Meta-analysis[J]. *Pathogens*,2022,11(11):1268.
- [23] Yan S, Sun C, Jiang K. A diagnostic nomogram for early prediction of post-infectious bronchiolitis obliterans in severe pneumonia[J]. *J Inflamm Res*,2023,16:2041-2050.
- [24] Liu D, Liu J, Zhang L, et al. Risk factors for post-infectious bronchiolitis obliterans in children: A systematic review and Meta-analysis[J]. *Front Pediatr*,2022,10:881908.

(收稿日期: 2024-08-14)
(本文编辑: 孙荣华)

赵艾红, 唐为娟, 傅俊建, 等. 重度肺炎患儿感染后闭塞性细支气管炎列线图预测模型的构建及验证 [J/CD]. *中华实验和临床感染病杂志(电子版)*, 2025,19(2):77-83.

中华医学会儿科学分会
CHINESE PEDIATRIC MEDICAL ASSOCIATION