doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2503149

论著·临床研究

儿童肺炎支原体肺炎反复发生塑型性支气管炎的危险因素分析

李万怡　王舒颖　王海珍　赵启君　张涛　王文媛　霍媛　王永军

（甘肃省妇幼保健院/甘肃省中心医院小儿呼吸二科，甘肃兰州　733050）

［摘要］**目的**　探讨儿童肺炎支原体肺炎（*Mycoplasma pneumoniae* pneumonia, MPP）反复发生塑型性支气管炎（plastic bronchitis, PB）的危险因素。**方法**　回顾性分析2023年7月—2025年1月甘肃省妇幼保健院收治的由MPP致PB并接受支气管镜检查患儿的临床资料。根据PB发生次数将患儿分为单次PB组和反复PB组。分析MPP患儿反复发生PB的危险因素，并评估各指标的诊断效能。**结果**　共纳入264例MPP致PB患儿，其中单次PB组188例（71.2%），反复PB组76例（28.8%）。多因素logistic回归分析显示，血清白蛋白下降、肺不张、首次支气管镜术72 h后仍发热与MPP反复发生PB密切相关（*P*<0.05）。受试者操作特征曲线分析显示，三者联合预测MPP反复发生PB的灵敏度为82.9%，特异度为61.7%，曲线下面积为0.777（95%*CI*：0.714~0.839），高于各单项指标的预测价值（*P*<0.05）。**结论**　当MPP合并PB者出现血清白蛋白下降、合并肺不张、首次支气管镜术72 h后仍发热时，应警惕反复PB的发生，需及时进行再次或多次支气管镜术治疗。

［中国当代儿科杂志，2025，27（10）：1220-1226］

［关键词］肺炎支原体肺炎；塑型性支气管炎；反复发生；危险因素；儿童

Risk factors for recurrent plastic bronchitis in children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia

LI Wan-Yi, WANG Shu-Ying, WANG Hai-Zhen, ZHAO Qi-Jun, ZHANG Tao, WANG Wen-Yuan, HUO Yuan, WANG Yong-Jun. Second Department of Pediatric Respiratory Medicine, Gansu Province Maternity and Child Health Hospital/Gansu Province Central Hospital, Lanzhou 733050, China (Wang Y-J, Email: 939826636@qq.com)

Abstract: Objective　To identify risk factors for recurrent plastic bronchitis (PB) among children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia (MPP). **Methods**　The clinical data of children with MPP complicated by PB who underwent bronchoscopy at Gansu Province Maternity and Child Health Hospital between July 2023 and January 2025 were retrospectively analyzed. Patients were grouped into a single-episode PB group and a recurrent PB group according to the number of PB episodes. Multivariable logistic regression was used to identify risk factors for recurrent PB. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was used to assess the diagnostic performance of individual and combined predictors. **Results**　A total of 264 children were included; 188 (71.2%) had a single episode of PB and 76 (28.8%) had recurrent PB. Multivariable logistic regression analysis showed that decreased serum albumin, atelectasis, and fever persisting beyond 72 hours after the initial bronchoscopy were significantly associated with recurrent PB (all *P*<0.05). The combination of these predictors yielded a sensitivity of 82.9%, specificity of 61.7%, and an area under the ROC curve of 0.777 (95%*CI*: 0.714-0.839), outperforming any single predictor (*P*<0.05). **Conclusions**　In children with MPP complicated by PB, decreased serum albumin, the presence of atelectasis, and fever persisting beyond 72 hours after the initial bronchoscopy are associated with an increased risk of PB recurrence. In such cases, early repeat or multiple bronchoscopic interventions should be considered.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2025, 27(10): 1220-1226]

［收稿日期］2025-03-24；［接受日期］2025-09-02
［基金项目］兰州市科技发展指导性计划项目（2024-9-32）；甘肃省联合科研基金项目（24JRRA93）。
［作者简介］李万怡，女，硕士研究生，主治医师。
［通信作者］王永军，男，主任医师。Email：939826636@qq.com。

Key words: *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia; Plastic bronchitis; Recurrence; Risk factor; Child

肺炎支原体肺炎（*Mycoplasma pneumoniae* pneumonia, MPP）是儿童社区获得性肺炎的常见分型，可占儿童社区获得性肺炎的28%~42%，学龄期儿童的发病率更高[1-2]。2023年6月，我国儿童MPP逐渐增多，同年10—11月达到高峰，且此次患儿表现为肺炎支原体对大环内酯类药物耐药率显著上升，因而病情发展迅速，难治性肺炎支原体肺炎（refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia, RMPP）及重症肺炎支原体肺炎（severe *M*ycoplasma *pneumoniae* pneumonia, SMPP）明显增多[3]。部分MPP患儿进展迅速，予以糖皮质激素抗炎后仍反复发热，且影像学病变持续进展，甚至合并肺不张及胸腔积液，这种情况需考虑有发生塑型性支气管炎（plastic bronchitis, PB）[4-5]的风险。PB是指气管或支气管内形成广泛或者局部的橡胶状塑型物，进而导致气道部分或者完全阻塞，是引起患儿遗留闭塞性支气管炎的重要原因之一。常规抗感染治疗PB效果并不理想，而通过支气管镜术清除塑型物可取得满意效果。但在临床工作中发现，部分MPP患儿在病程中可发生2次及以上PB，需再次行支气管镜术方能达到良好的诊治效果。目前国内外对MPP引起PB的危险因素有一定研究，但关于MPP反复发生PB的危险因素研究仍十分少见，仅有田小银等[6]研究显示，PB累及≥2个肺叶、首次取出塑型物后仍需有创通气、并发肺外多脏器功能损害为PB患儿塑型物反复发生的独立危险因素，但该研究未限定诱发PB发生的病原体。不同病原体导致PB的机制及严重程度可能不同，且该研究纳入样本量相对较小。本研究旨在通过回顾性分析MPP致PB患儿的临床特征，比较发生1次PB与发生1次以上PB两组患儿的临床表现、实验室检查及影像学表现等，探讨MPP反复发生PB的危险因素，以提高对MPP反复发生PB的早期识别及诊治水平。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性选取2023年7月—2025年1月于甘肃省妇幼保健院住院治疗的264例行支气管镜术的MPP致PB患儿为研究对象。本研究经我院伦理委员会批准，批准号为（2025）GSFY伦审［70］号，并豁免知情同意。纳入标准：（1）年龄1月龄至18岁；（2）符合《儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南（2023年版）》[5]中MPP的诊断标准；（3）因病情需要行支气管镜术，并在术中明确气管或者支气管内形成广泛或者局部的橡胶状塑型物并予以取出。排除标准：（1）临床资料不完整或未能在我院完成治疗者；（2）先天性心脏病及心脏病术后者；（3）淋巴管回流异常者；（4）考虑合并其他病原体感染者。

1.2 资料收集

通过电子病历系统回顾性收集患儿临床资料，包括性别、年龄、住院时长、临床症状及体征、实验室检查结果、影像学表现、支气管镜术时机、诊治经过等。

1.3 分组

根据PB发生的次数，将MPP患儿分为单次PB组和反复PB组。单次PB组：病程中仅发生1次塑型，治疗效果良好；反复PB组：首次支气管镜术中予以彻底清除塑型物后，因治疗效果不佳或影像学恢复不理想，再次进行支气管镜术时，发现新的塑型物形成[7]。

1.4 统计学分析

采用SPSS 27.0软件和R Studio软件进行统计学分析。计数资料以例数及百分率（%）表示，组间比较采用卡方检验。计量资料符合正态分布的以均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用两样本t检验；非正态分布的以中位数（四分位数间距）［M（P_{25}，P_{75}）］表示，组间比较采用Mann-Whitney U检验。选取单因素分析中P<0.05的影响指标，进行LASSO回归筛选重要影响因素，再行多因素logistic回归分析塑型物反复发生的危险因素，并采用受试者操作特征曲线（receiver operating characteristic curve, ROC曲线）分析不同指标及联合预测的诊断效能，曲线下面积（area under the curve, AUC）比较采用Delong检验。所有分析均为双侧检验，P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 总体情况

本研究纳入MPP致PB患儿264例，其中男性140例（53.0%），女性124例（47.0%）；最小年龄为1岁，最大年龄为15.7岁，平均年龄为（7.8±2.5）岁。所有患儿支气管镜术中均可见“树枝样”

塑型物，其病理检查结果提示存在炎性细胞浸润（图1）。264例MPP致PB患儿中，188例（71.2%）患儿病程中仅发生1次PB；76例（28.8%）病程中发生2次及以上PB，其中71例（26.9%）发生2次PB，5例（1.9%）发生3次PB。所有反复PB新发塑型物所在肺段均与前次一致。

2.2 单次PB组和反复PB组临床资料比较

与单次PB组相比，反复PB组患儿住院时长、热程更长，热峰更高，中性粒细胞百分比、C反应蛋白、降钙素原、肌酸激酶同工酶、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、乳酸脱氢酶（lactate dehydrogenase, LDH）和D-二聚体水平更高，肺不张比例、胸腔积液比例、实变面积≥2/3肺叶比例、首次支气管镜术72 h后仍发热比例、静脉注射免疫球蛋白比例、更换大环内酯类药物为四环素/喹诺酮类药物比例更高，血清白蛋白（albumin, ALB）更低（P<0.05）。见表1。

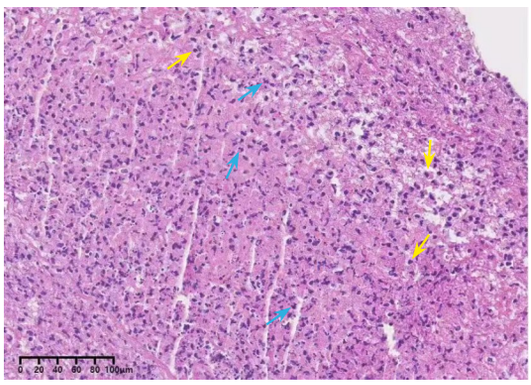


图1 塑型物病理（苏木精-伊红染色，×100） 可见以中性粒细胞及单核细胞为主的炎性改变。蓝色箭头所指为中性粒细胞，细胞核为分叶核，细胞界限不清；黄色箭头所指为单核细胞，细胞几乎呈裸核，细胞核为单个圆形，轮廓清晰。

表1 单次PB组与反复PB组临床资料比较

项目	单次PB组 (n=188)	反复PB组 (n=76)	$\chi^2/Z/t$值	P值
临床特征				
男性 [例(%)]	102(54.3)	38(50.0)	0.393	0.530
年龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, 岁]	7.92(6.58, 9.42)	7.00(6.00, 8.76)	−1.924	0.054
住院时长 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	8.5(7.0, 10.0)	11.0(9.0, 13.0)	5.542	<0.001
发热 [例(%)]	183(97.3)	76(100)	–	0.559
热峰 [$M(P_{25}, P_{75})$, ℃]	39.6(39.2, 40.0)	40.0(39.5, 40.1)	3.657	<0.001
热程 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	7(6, 9)	9(7, 10)	4.259	<0.001
咳嗽 [例(%)]	187(99.5)	76(100)	–	1.000
低氧血症 [例(%)]	17(9.0)	12(15.8)	2.520	0.112
治疗特点				
起病至首次气管镜术时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	8(6, 10)	8(7, 10)	0.151	0.880
首次气管镜术前发热时长 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	6(5, 8)	7(5, 8)	0.925	0.355
首次支气管镜术72 h后仍发热 [例(%)]	8(4.3)	16(21.1)	18.477	<0.001
呼吸机支持治疗 [例(%)]	4(2.1)	3(3.9)	0.168	0.682
输注糖皮质激素 [例(%)]	144(76.6)	66(86.8)	3.492	0.062
起病至使用糖皮质激素时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	7.00(5.00, 8.00)	7.00(5.25, 9.00)	0.973	0.330
静脉注射免疫球蛋白 [例(%)]	3(1.6)	9(11.8)	10.841	0.001
更换大环内酯类药物为四环素/喹诺酮类药物 [例(%)]	141(75.0)	71(93.4)	11.611	<0.001
起病至使用四环素/喹诺酮类药物时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	7(6, 10)	7(6, 9)	−0.724	0.469
实验室检查				
WBC计数 [$M(P_{25}, P_{75})$, $\times 10^9$/L]	7.31(5.82, 9.29)	7.83(5.96, 9.20)	0.604	0.546
淋巴细胞百分比 ($\bar{x} \pm s$, %)	26 ± 11	23 ± 11	1.920	0.056
中性粒细胞百分比 [$M(P_{25}, P_{75})$, %]	63.9(55.3, 72.1)	70.7(60.6, 70.7)	3.160	0.002

表 1（续）

项目	单次 PB 组 (n=188)	反复 PB 组 (n=76)	$\chi^2/Z/t$ 值	P 值
PLT 计数 [$M(P_{25}, P_{75})$, $\times 10^9$/L]	246(207, 316)	268(227, 324)	1.712	0.087
AST [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	31.10(24.00, 46.12)	41.80(31.53, 57.60)	4.108	<0.001
ALT [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	13.65(10.30, 21.90)	21.00(14.03, 34.57)	3.751	<0.001
LDH [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	337(260, 449)	481(381, 658)	5.657	<0.001
ALB ($\bar{x} \pm s$, g/L)	41 ± 4	37 ± 4	6.480	<0.001
CRP [$M(P_{25}, P_{75})$, mg/L]	19.90(10.79, 37.23)	32.77(14.39, 54.58)	3.185	0.001
PCT [$M(P_{25}, P_{75})$, ng/mL]	0.21(0.13, 0.31)	0.30(0.14, 0.55)	2.842	0.004
CK [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	95.00(59.25, 164.75)	104.00(60.00, 224.50)	0.969	0.332
CK-MB [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	21.10(16.00, 33.38)	25.05(19.38, 38.48)	2.641	0.008
D-二聚体 [$M(P_{25}, P_{75})$, mg/L]	0.95(0.48, 1.84)	1.96(1.06, 3.56)	4.934	<0.001
胸部影像学 [例(%)]				
胸腔积液	46(24.5)	38(50.0)	16.263	<0.001
肺不张	125(66.5)	67(88.2)	12.812	<0.001
病变累及≥2 个肺叶	25(13.3)	10(13.2)	0.001	0.976
实变面积≥2/3 肺叶	82(43.6)	52(68.4)	13.322	<0.001

注：［PB］塑型性支气管炎；［WBC］白细胞；［PLT］血小板；［AST］谷草转氨酶；［ALT］谷丙转氨酶；［LDH］乳酸脱氢酶；［ALB］血清白蛋白；［CRP］C 反应蛋白；［PCT］降钙素原；［CK］肌酸激酶；［CK-MB］肌酸激酶同工酶。

2.3 LASSO 回归分析结果

以 MPP 患儿是否反复发生 PB 为因变量，采用 LASSO 分析从单因素分析中可能的 15 个影响因素中筛选，分别为：热程、热峰、首次支气管镜术 72 h 后仍发热、中性粒细胞百分比、C 反应蛋白、降钙素原、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、LDH、肌酸激酶同工酶、ALB、D-二聚体、肺不张、胸腔积液、实变面积≥2/3 肺叶，通过十折交叉验证获取最优λ值。随着惩罚系数λ变化，λ系数逐渐被压缩（图 2A），最终选择十折交叉验证中均方误差的 1 个标准误内最佳系数λ（λ=0.08）作为最优值（图 2B）。得到 3 个重要的预测因素：ALB、首次支气管镜术 72 h 后仍发热、肺不张。

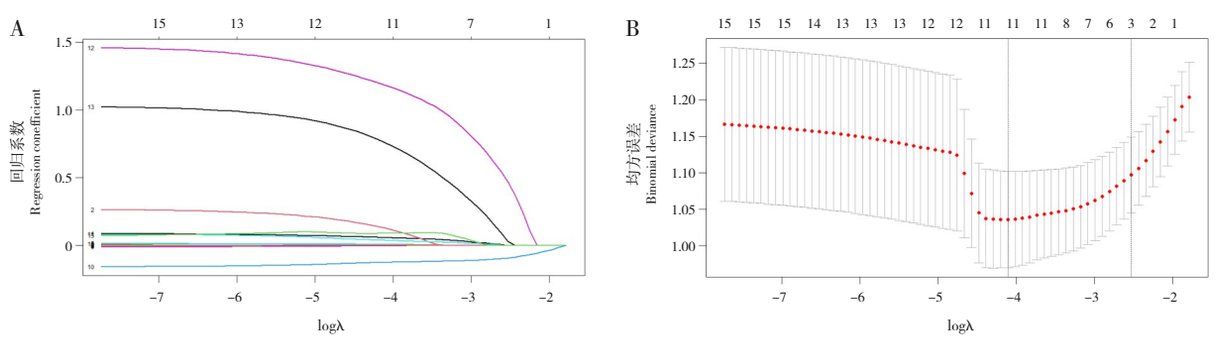


图 2　基于 LASSO 回归的变量筛选过程　A 为 logλ 变化时所有自变量回归系数的变化，随着 logλ 增大，回归系数不断收敛，最终收敛为 0。B 为十折交叉验证筛选变量的过程：X 轴是惩罚系数的对数 logλ，Y 轴是均方误差，均方误差越小，方程的拟合效果越好。最上面的数字为不同λ时方程对应的变量数，左侧虚线为均方误差最小的λ（λ_{min}），此时，模型的拟合效果最好，变量为 11 个。右侧虚线为均方误差在 1 个标准误内得到最简单模型的λ值（λ_{1se}），对应变量为 3 个，拟合效果也好，故该研究选取 λ_{1se}。结合 A 图，λ_{1se} 时保留的 3 个非零参数为 ALB、首次支气管镜术 72 h 后仍发热、肺不张。

2.4 多因素 logistic 回归分析结果

将 LASSO 回归筛选出的 3 个因素纳入多因素 logistic 回归模型，结果显示，肺不张（OR=2.900）、ALB 下降（OR=0.825）、首次气管镜 72 h 后仍发热（OR=5.180）与 MPP 患儿反复发生 PB 密切相关（P<0.05），见表 2。

表2　MPP 患儿反复发生 PB 的多因素 logistic 回归分析

指标	赋值	*B*	*SE*	Waldχ^2	*P*	*OR*(95%*CI*)
ALB (g/L)	连续型变量	−0.192	0.038	25.283	<0.001	0.825(0.766~0.890)
肺不张	是=1, 否=0	1.065	0.415	6.594	0.010	2.900(1.287~6.535)
首次支气管镜术 72 h 后仍发热	是=1, 否=0	1.645	0.504	10.632	0.001	5.180(1.927~13.922)
常量		5.595	1.530	13.378	<0.001	269.097

注：［MPP］肺炎支原体肺炎；［PB］塑型性支气管炎；［ALB］血清白蛋白。

2.5　MPP 反复发生 PB 相关危险因素的预测价值

ROC 曲线分析结果显示，肺不张、ALB、首次支气管镜术 72 h 后仍发热对 MPP 反复发生 PB 具有较高的预测价值（*P*<0.05）。当 ALB<39.45 g/L 时，其预测 PB 反复发生的灵敏度和特异度分别为 69.7% 和 68.6%，肺不张、首次支气管镜术后 72 h 仍发热预测 PB 反复发生的灵敏度分别为 88.2%、21.2%，特异度分别为 49.2%、95.7%。将 3 项指标联合进行预测时，灵敏度为 82.9%，特异度为 61.7%，AUC 为 0.777（95%*CI*：0.714~0.839），高于单项指标的预测价值（分别 $Z_{\text{ALB vs联合}}$=−2.306，*P*=0.021；$Z_{\text{肺不张vs联合}}$=−5.161，*P*<0.001；$Z_{\text{首次支气管镜术72 h后仍发热vs联合}}$=−5.606，*P*<0.001）。见表3。

表3　MPP 反复发生 PB 相关危险因素的预测价值

变量	最佳阈值	AUC	95%*CI*	*P*	灵敏度 (%)	特异度 (%)	约登指数
ALB (g/L)	39.45	0.738	0.672~0.804	<0.001	69.7	68.6	0.383
肺不张		0.608	0.537~0.780	0.006	88.2	49.2	0.374
首次支气管镜术 72 h 后仍发热		0.584	0.504~0.664	0.033	21.2	95.7	0.169
联合预测		0.777	0.714~0.839	<0.001	82.9	61.7	0.446

注：［MPP］肺炎支原体肺炎；［PB］塑型性支气管炎；［ALB］血清白蛋白。

3　讨论

PB 是一种少见的呼吸系统疾病，可能导致患儿出现呼吸衰竭甚至死亡等严重并发症[8-9]，其发病可能与某些心脏和肺部疾病有关[10-12]。依据其病理学特征，分为Ⅰ型 PB 及Ⅱ型 PB，MPP 引起的 PB 常为Ⅰ型 PB，病理涂片以炎性细胞浸润及纤维素性渗出为主要表现[13-14]。目前认为，PB 的主要病原体是肺炎支原体，其次是腺病毒和流感病毒[15-17]，这可能是因为肺炎支原体可直接导致呼吸道上皮细胞坏死，还可通过过度炎症引起纤毛功能障碍，促进塑型物形成[18-19]。

MPP 引起的 PB 通常以发热、咳嗽为主要临床表现，尤其是高热，提示机体存在强烈的炎症反应。研究发现，高热及持续发热超过 10 d 是儿童 RMPP 发生的危险因素[20-21]，发生 PB 的 RMPP 患儿的热峰较未发生 PB 者更高[22]。本研究中，反复 PB 组热程长于单次 PB 组；而首次支气管镜术 72 h 后仍发热是 PB 反复发生的重要影响因素，ROC 曲线分析显示，其 AUC 为 0.584，灵敏度为 21.2%，特异度为 95.7%。这可能是因为肺炎支原体可以作为致热原，引起机体发热并刺激身体产生大量炎症因子，同时，由于塑型物的本质是气管内炎性黏液栓，而长期高热导致呼吸道水分流失，致使黏液栓变厚不易吸收及排出，支气管镜术去除呼吸道塑型物可降低炎性渗出物蓄积对气道黏膜的刺激及损伤，若支气管镜术 72 h 后仍有发热，需警惕 PB 的再次发生。

由于剧烈的炎症反应，MPP 致 PB 患儿的生化指标代谢及凝血系统通常受到不同程度的影响。本研究中，反复 PB 组 LDH、ALB、D-二聚体水平高于单次 PB 组，其中 ALB 与 PB 反复发生具有较高的相关性。ROC 曲线分析显示，ALB 的最佳截断值为 39.45 g/L，AUC 为 0.738，灵敏度为 69.7%，特异度为 68.6%。LDH 是一种非特异性炎症生物标志物，是预测 MPP 严重程度的指标[18, 20]，高水平的 LDH 是 RMPP 的危险因素[21, 23]。本研究中，相较于发生 1 次 PB 的 MPP 患儿，反复 PB 的 MPP 患儿 LDH 更高，提示存在过度的炎症反应，导致严重气道损伤。另有研究发现，SMPP 患儿中升高的 D-二聚体可用于评估病情的严重程度，PB 组的 D-二聚体水平高于非 PB 组[24-26]，这可能是感染引起的

全身性炎症可导致血液凝固和抗凝系统失衡[18]，引起肺组织的气体交换能力降低和微循环改变，促使肺部炎症因子的积聚增加、痰液增多，并形成塑型物。肺炎支原体与气道上皮细胞相互作用引起炎症小体的过度活化，引起过度免疫炎症反应，增加毛细血管通透性并导致白蛋白渗漏，低蛋白血症则会导致液体渗漏到气管中，在气道炎症因子的影响下，促使血浆渗出液和纤维蛋白在气道内积聚、变性、坏死，最终形成塑型物[27-28]。故 ALB 降低与 MPP 反复发生 PB 密切相关。

本研究的影像学结果显示，MPP 所致 PB 的病变往往存在于单一肺叶，这与田小银等[6]研究不一致，可能是因为其研究对象为所有病原体感染引起的 PB，而本研究的研究对象仅为肺炎支原体感染引起的 PB。多项研究表明，肺不张、胸腔积液等并发症是 MPP 患儿发生 PB 的影响因素[26, 29]，其中肺不张在 MPP 所致 PB 中的发生率为 47.9%~67.9%。本研究中，MPP 发生 1 次 PB 者影像学显示肺不张的比例为 66.5%，而反复发生 PB 者则高达 88.2%；多因素 logistic 回归分析显示，肺不张与 MPP 反复发生 PB 密切相关，ROC 曲线分析显示，其 AUC 为 0.608，灵敏度为 88.2%，特异度为 49.2%。部分 MPP 所引起的塑型物较小或者疾病早期内源性异物未完全阻塞支气管，伴有肺泡渗出及引流不畅，仅表现为肺实变，但若梗阻严重，肺泡内气体被吸收，则出现受影响的段支气管塌陷，表现为肺部段或叶的大片密度增高影伴体积缩小，即肺不张，需支气管镜介入解除梗阻[30-31]。因此，肺不张的形成与梗阻的位置及严重程度相关。发生肺不张说明塑型物可能较大或阻塞主气管处，更易引起气道损伤和纤毛功能障碍，进而导致塑型物的反复发生。

综上，ALB 降低、肺不张、首次支气管镜术 72 h 后仍发热与 MPP 反复发生 PB 密切相关。当 MPP 合并 PB 者出现 ALB 下降，合并肺不张，首次支气管镜术 72 h 后仍发热时，应警惕反复 PB 的发生，需及时进行再次或多次支气管镜术治疗。本研究因样本量限制，结论尚有一定局限性，需多中心和大样本临床数据进行进一步验证。

作者贡献声明：李万怡负责数据分析及文章撰写；王舒颖、王海珍、张涛负责资料收集；王文媛、霍媛负责资料复核；赵启君负责统计学审核；王永军负责研究设计、论文审阅及修改。

利益冲突声明：所有作者声明均不存在利益冲突。

［参　考　文　献］

[1] Su M, Wang Q, Li D, et al. Prevalence and clinical characteristics of hospitalized children with community-acquired *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia during 2017/2018, Chengde, China[J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(5): e23786. PMID: 33592835. PMCID: PMC7870167. DOI: 10.1097/MD.0000000000023786.

[2] Roh EJ, Lee MH, Lee JY, et al. Analysis of national surveillance of respiratory pathogens for community-acquired pneumonia in children and adolescents[J]. BMC Infect Dis, 2022, 22(1): 330. PMID: 35379181. PMCID: PMC8977558. DOI: 10.1186/s12879-022-07263-z.

[3] 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.

[4] Xie Q, Zhang X, Cui W, et al. Construction of a nomogram for identifying refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia among macrolide-unresponsive *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children[J]. J Inflamm Res, 2022, 15: 6495-6504. PMID: 36474517. PMCID: PMC9719700. DOI: 10.2147/JIR.S387809.

[5] 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, 50(2): 79-85. DOI: 10.3760/cma.j.cn331340-20230217-00023.

[6] 田小银, 张光莉, 王崇杰, 等. 儿童塑型性支气管炎临床特征及复发危险因素分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2023, 25(6): 626-632. PMID: 37382133. PMCID: PMC10321426. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2211122.

[7] 赵顺英, 刘瀚旻, 陆权, 等. 儿童肺炎支原体肺炎诊治的专家释疑（2023 年 11 月）[J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(2): 108-113. PMID: 38228509. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20231120-00382.

[8] Soyer T, Yalcin Ş, Emiralioğlu N, et al. Use of serial rigid bronchoscopy in the treatment of plastic bronchitis in children [J]. J Pediatr Surg, 2016, 51(10): 1640-1643. PMID: 27129763. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.03.017.

[9] Yuan L, Huang JJ, Zhu QG, et al. Plastic bronchitis associated with adenovirus serotype 7 in children[J]. BMC Pediatr, 2020, 20 (1): 268. PMID: 32493254. PMCID: PMC7268262. DOI: 10.1186/s12887-020-02119-4.

[10] Pérez Ruiz E, López Castillo MC, Caro Aguilera P, et al. Management and treatment of pediatric plastic bronchitis[J]. Arch Bronconeumol, 2017, 53(8): 467-468. PMID: 28238517. DOI: 10.1016/j.arbres.2016.12.008.

[11] Kuperman T, Wexler ID, Shoseyov D, et al. Plastic bronchitis caused by neoplastic infiltrates in a child[J]. Pediatr Pulmonol, 2006, 41(9): 893-896. PMID: 16779857.

DOI: 10.1002/ppul.20370.

[12] Eberlein M, Parekh K, Hansdottir S, et al. Plastic bronchitis complicating primary graft dysfunction after lung transplantation [J]. Ann Thorac Surg, 2014, 98(5): 1849. PMID: 25441808. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2014.06.079.

[13] 索静宇, 辛丽红, 康媛洁. 儿童难治性肺炎支原体肺炎后发生塑型性支气管炎的影响因素分析[J]. 临床医学研究与实践, 2021, 6(28): 36-39. DOI: 10.19347/j.cnki.2096-1413.202128011.

[14] 舒玲莉, 钟琳, 丘力, 等. 86 例儿童塑型性支气管炎临床分析[J]. 四川大学学报（医学版）, 2021, 52(5): 855-858. PMID: 34622605. PMCID: PMC10408898.
DOI: 10.12182/20210960509.

[15] Huang F, Gu W, Diwu J, et al. Etiology and clinical features of infection-associated plastic bronchitis in children[J]. BMC Infect Dis, 2023, 23(1): 588. PMID: 37679703. PMCID: PMC10486060. DOI: 10.1186/s12879-023-08529-w.

[16] Wang L, Wang W, Sun JM, et al. Efficacy of fiberoptic bronchoscopy and bronchoalveolar lavage in childhood-onset, complicated plastic bronchitis[J]. Pediatr Pulmonol, 2020, 55 (11): 3088-3095. PMID: 32770770. DOI: 10.1002/ppul.25016.

[17] Ntiamoah P, Mukhopadhyay S, Ghosh S, et al. Recycling plastic: diagnosis and management of plastic bronchitis among adults[J]. Eur Respir Rev, 2021, 30(161): 210096. PMID: 34407979. PMCID: PMC9489172. DOI: 10.1183/16000617.0096-2021.

[18] Shen F, Dong C, Zhang T, et al. Development of a nomogram for predicting refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 813614. PMID: 35281240. PMCID: PMC8916609. DOI: 10.3389/fped.2022.813614.

[19] Zhong H, Yin R, Zhao R, et al. Analysis of clinical characteristics and risk factors of plastic bronchitis in children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. Front Pediatr, 2021, 9: 735093. PMID: 34733807. PMCID: PMC8558491. DOI: 10.3389/fped.2021.735093.

[20] Cheng S, Lin J, Zheng X, et al. Development and validation of a simple-to-use nomogram for predicting refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children[J]. Pediatr Pulmonol, 2020, 55(4): 968-974. PMID: 32040888. DOI: 10.1002/ppul.24684.

[21] Gong H, Sun B, Chen Y, et al. The risk factors of children acquiring refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia: a meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(11): e24894. PMID: 33725960. PMCID: PMC7982158.
DOI: 10.1097/MD.0000000000024894.

[22] Xu Q, Zhang L, Hao C, et al. Prediction of bronchial mucus plugs formation in patients with refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. J Trop Pediatr, 2017, 63(2): 148-154. PMID: 27686558. DOI: 10.1093/tropej/fmw064.

[23] Zhu Z, Zhang T, Guo W, et al. Clinical characteristics of refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children treated with glucocorticoid pulse therapy[J]. BMC Infect Dis, 2021, 21(1): 126. PMID: 33509121. PMCID: PMC7844890. DOI: 10.1186/s12879-021-05830-4.

[24] Ling Y, Zhang T, Guo W, et al. Identify clinical factors related to *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia with hypoxia in children [J]. BMC Infect Dis, 2020, 20(1): 534. PMID: 32698769. PMCID: PMC7374650. DOI: 10.1186/s12879-020-05270-6.

[25] Yang L, Zhang Y, Shen C, et al. Clinical features and risk factors of plastic bronchitis caused by *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children[J]. BMC Pulm Med, 2023, 23(1): 468. PMID: 37996853. PMCID: PMC10668422.
DOI: 10.1186/s12890-023-02766-0.

[26] Zhao L, Zhang T, Cui X, et al. Development and validation of a nomogram to predict plastic bronchitis in children with refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. BMC Pulm Med, 2022, 22(1): 253. PMID: 35761218. PMCID: PMC9235233. DOI: 10.1186/s12890-022-02047-2.

[27] Soeters PB, Wolfe RR, Shenkin A. Hypoalbuminemia: pathogenesis and clinical significance[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2019, 43(2): 181-193. PMID: 30288759. PMCID: PMC7379941. DOI: 10.1002/jpen.1451.

[28] 王青林, 张晗. 儿童塑型性支气管炎的研究进展[J]. 国际儿科学杂志, 2023, 50(9): 614-618.
DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4408.2023.09.009.

[29] 穆世茵, 邹映雪, 郭永盛, 等. 儿童重症肺炎支原体肺炎发生塑形性支气管炎的预测因素[J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(9): 861-866. PMID: 39192444.
DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20240417-00272.

[30] 田曼, 张晓军. 儿童塑型性支气管炎的影像学特征[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(4): 250-252.
DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20210115-00069.

[31] 中国医师协会儿童重症医师分会, 中国医师协会新生儿医师分会, 甘肃省妇幼保健院/甘肃省中心医院/甘肃省儿科临床医学研究中心, 等. 中国儿童支气管肺泡灌洗术临床实践指南（2024）[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(1): 1-13. PMID: 38269452. PMCID: PMC10817737.
DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2308072.

（本文编辑：王颖）

（版权所有©2025 中国当代儿科杂志）