doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2511006

论著·临床研究

肝素结合蛋白等临床指标与肺炎支原体肺炎镜下严重程度的相关性研究

李玉荣　张翠铃　武怡　刘茹　孟令建

（徐州医科大学附属医院儿科，江苏徐州　221000）

［摘要］**目的**　探讨肺炎支原体肺炎（*Mycoplasmal pneumoniae* pneumonia, MPP）患儿血清中肝素结合蛋白（heparin-binding protein, HBP）及其他临床指标与支气管镜下病变严重程度的关系，以了解它们在指导临床诊疗中的潜在价值。**方法**　回顾性分析2023年12月—2025年9月徐州医科大学附属医院儿科收治的248例MPP急性期患儿的病历资料，根据支气管镜下病变严重程度分为重度镜下组（96例）和轻度镜下组（152例）。收集两组患儿的临床资料，进行统计学分析，将有统计学意义的临床指标与HBP水平进行相关性分析，并采用受试者操作特征曲线分析HBP对MPP支气管镜下病变严重程度的预测价值。**结果**　重度镜下组的HBP水平高于轻度镜下组（中位数：36.2 ng/mL vs 22.8 ng/mL，P<0.001）。与轻度镜下组相比，重度镜下组热峰更高，发热持续时间更长，C反应蛋白（C-reactive protein, CRP）、D-二聚体（D-dimer, DD）、乳酸脱氢酶（lactate dehydrogenase, LDH）等炎症指标也更高（均P<0.05）。HBP水平与发热持续时间及炎症指标CRP、DD、LDH、中性粒细胞比例（neutrophil percentage, N%）均呈正相关（r_s分别为0.256、0.302、0.635、0.327、0.140，均P<0.05）。HBP、发热持续时间、CRP、DD、LDH、N%预测支气管镜下病变严重程度的曲线下面积分别为0.850、0.681、0.784、0.832、0.780、0.642。当HBP水平的截断值为28.9 ng/mL时，HBP对支气管镜下病变严重程度预测的灵敏度和特异度分别为80.2%、79.6%。**结论**　HBP及CRP、DD、LDH等临床指标与MPP患儿镜下严重程度显著相关，HBP对支气管镜下病变严重程度的预测效能较好。　［中国当代儿科杂志，2026，28（6）：708-714］

［关键词］肺炎支原体肺炎；肝素结合蛋白；炎症指标；支气管镜；严重程度；儿童

Association between heparin-binding protein and other clinical indicators with the microscopic severity of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia

LI Yu-Rong, Zhang Cui-Ling, WU Yi, LIU Ru, MENG Ling-Jian. Department of Pediatrics, The Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221000, China (Meng L-J, Email: 187363307@qq.com)

Abstract: Objective　To investigate the correlation between serum heparin-binding protein (HBP) and other clinical indicators with the bronchoscopic lesion severity in children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia (MPP), in order to understand their potential value in guiding diagnosis and treatment. **Methods**　A retrospective analysis was conducted on 248 children with acute MPP admitted to the Department of Pediatrics, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University from December 2023 to September 2025. Patients were divided into severe lesion group (n=96) and mild lesion group (n=152) based on bronchoscopic findings. Clinical data including fever peak and duration, serum levels of HBP, C-reactive protein (CRP), D-dimer (DD), lactate dehydrogenase (LDH), and neutrophil percentage (N%) were collected. Statistical analyses were performed between groups, followed by correlation analysis between HBP levels and significant clinical indicators. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was used to evaluate the predictive value of HBP and other indicators for bronchoscopic lesion severity. **Results**　HBP levels in the severe lesion group were significantly higher than those in the mild lesion group (median: 36.2 ng/mL vs 22.8 ng/mL, P<0.001). The severe lesion group also exhibited higher peak fever, longer fever duration, and elevated CRP, DD, and LDH levels (all P<0.05). HBP showed positive correlations with fever duration, CRP, DD, LDH, and N% (r_s=0.256, 0.302, 0.635, 0.327,

［收稿日期］2025-11-02；［接受日期］2026-05-09

［作者简介］李玉荣，女，硕士，住院医师。

［通信作者］孟令建，男，副主任医师。Email：187363307@qq.com。

0.140, respectively; all P<0.05). ROC analysis demonstrated that HBP had the highest area under the curve (AUC=0.850) for predicting bronchoscopic lesion severity, followed by DD (AUC=0.832), CRP (AUC=0.784), LDH (AUC=0.780), fever duration (AUC=0.681), and N% (AUC=0.642). At a cut-off value of 28.9 ng/mL, HBP predicted severe lesions with 80.2% sensitivity and 79.6% specificity. **Conclusions** Serum HBP, CRP, DD, and LDH are significantly associated with the microscopic severity of bronchoscopic lesions in children with MPP. HBP shows superior predictive performance and may provide valuable clinical guidance for assessing lesion severity.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(6): 708-714]

Key words: *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia; Heparin-binding protein; Inflammatory marker; Bronchoscopy; Severity; Child

肺炎支原体（*Mycoplasmal pneumoniae*, MP）是社区获得性肺炎导致住院常见的呼吸道病原体[1]，常引起5岁以上儿童肺部感染。近年来肺炎支原体肺炎（*Mycoplasmal pneumoniae* pneumonia, MPP）逐渐趋于低龄化，1~3岁幼儿亦不少见[2]。流行特点为全年散发，每3~7年可有大面积暴发[3]。MPP可并发胸腔积液、肺坏死、肺栓塞等严重并发症，严重患者易出现闭塞性支气管炎或支气管扩张等后遗症[4]。肝素结合蛋白（heparin-binding protein, HBP）是中性粒细胞来源的颗粒蛋白，除具有抗菌活性及增加抗炎反应外，还能作用于血管内皮细胞，增加通透性，诱发血管渗漏和组织水肿。目前HBP在细菌感染性疾病的诊断及预后评估中研究广泛[5]。但现阶段，血清HBP水平在MPP患儿中的表达作用研究报道甚少。支气管肺泡灌洗（bronchoalveolar lavage, BAL）作为MPP患儿治疗的重要手段时，相关影像学表现、病史等评估BAL治疗时机研究广泛，但实验室指标的研究甚少。因此，本研究通过分析血清HBP水平与发热持续时间、C-反应蛋白（C-reactive protein, CRP）、D-二聚体（D-dimer, DD）、乳酸脱氢酶（lactate dehydrogenase, LDH）、白细胞计数（white blood cell count, WBC）、中性粒细胞比例（neutrophil percentage, N%）的相关性，进一步探索HBP对MPP患儿支气管镜下病变严重程度的预测价值，旨在评估血清HBP及相关临床指标与MPP患儿支气管镜下病变严重程度的关系，并探索其在指导BAL治疗时机中的潜在价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集2023年12月—2025年9月徐州医科大学附属医院儿科病房连续入组的248例MPP急性期患儿的病历资料。纳入标准：（1）所有患儿均根据临床表现、病史、胸部X线片检查或其他影像学检查和实验室检查结果确认诊断，均符合《儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南（2023年版）》[6]中所述的MPP诊断标准；（2）年龄≥3岁且<14岁；（3）入院24 h内抽取静脉血作为检验标本，住院期间行BAL治疗的患儿。排除标准：（1）合并其他细菌或病毒感染的患儿；（2）MPP恢复期入院（病程超过4周，体温平稳1周以上，影像学有吸收好转者）；（3）既往患支气管哮喘、反复呼吸道感染、肺结核等其他呼吸系统疾病，伴免疫缺陷疾病；（4）严重或慢性粒细胞缺乏或粒细胞性白血病、先天性凝血因子异常等；（5）病例资料不完整者。本研究通过我院医学伦理委员会批准（批准文号：XYFY2025-KL363-01），患儿监护人均知情同意并签署知情同意书。

1.2 分组

本研究依据指南定义［《中国儿科可弯曲支气管镜术指南（2018年版）》[7]］并结合临床进行镜下病变严重程度分组，将观察组分为以下2组：轻度镜下组（表现为黏膜充血、水肿，管腔内絮状、条絮状分泌物，亚段支气管及近端分支无明显狭窄或软化）（152例）和重度镜下组（表现为黏膜糜烂，管腔内黏液栓、塑形，亚段支气管及近端分支严重狭窄闭塞或软化）（96例）。

1.3 资料收集

两组患儿的年龄、性别、身高、体重、行支气管镜前激素累计使用量（统一换算为甲泼尼龙量）、行支气管镜前大环内酯类用药时间、BAL实施时病程、发热持续时间、热峰，以及入院24 h均抽取静脉血，进行HBP、WBC、N%、CRP、DD、LDH等指标检测。

1.4 统计学分析

应用SPSS 27.0软件进行统计学分析。采用Kolmogorov-Smirnov法对计量资料进行正态性检验，符合正态分布的数据以均值±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，采用两样本t检验；不符合正态分布的计量资料用中位数（四分位数间距）［M（P_{25}，P_{75}）］表

示，并通过 Mann-Whitney U 检验进行比较。计数资料以例数和百分率（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验。对 P<0.05 的因素筛选后进行 Spearman 相关性分析，绘制受试者操作特征曲线（receiver operating characteristic curve, ROC），确定最佳临界值。

2 结果

2.1 两组各项资料的比较

MPP 患儿支气管镜下病变为重度镜下组的 HBP 水平［36.24（21.11，55.83）］ng/mL 明显高于与轻度镜下组［22.84（20.20，28.55）］ng/mL，差异有统计学意义（Z=9.269，P<0.001），且与轻症组相比，重症组患儿热峰更高、发热持续时间更长、CRP、DD、LDH 等炎症指标也明显增高（均 P<0.05），但两组 WBC、性别、年龄、体重，身高、BAL 实施时病程、入院前大环内酯类用药的时间、糖皮质激素（以下简称激素）累计使用量差异无统计学意义（均 P>0.05），见表 1。

2.2 HBP 与发热持续时间、热峰及 CRP、DD 等其他炎症生物标志物的相关性

纳入有统计学意义的 7 个指标进行 Spearman 相关性分析，发现 HBP 与发热持续时间（r_s=0.256），CRP（r_s=0.302）、DD（r_s=0.635）、LDH（r_s=0.372）和 N%（r_s=0.140）等炎症指标呈正相关（均 P<0.05），但与热峰的相关性无统计学意义（r_s=0.008，P>0.05）。见图 1。

2.3 ROC 曲线分析

对发热持续时间、HBP、N%、CRP、DD、LDH 临床指标进行 ROC 曲线分析，评估其对 MPP 患儿支气管镜下病变严重程度的预测效能。结果显示，发热持续时间、HBP、N%、CRP、DD、LDH 对预测 MPP 支气管镜下病变严重程度的 AUC 分别为 0.681、0.850、0.642、0.784、0.832、0.780。根据约登指数法，当 HBP 截断值是 28.9 ng/mL 时，HBP 的灵敏度和特异度分别为 80.2%、79.6%（表 2 和图 2）。

表 1 镜下表现轻症组与重症组的临床特征比较

变量	轻度镜下组 (n=152)	重度镜下组 (n=96)	χ^2/Z值	P值
性别 [n(%)]				
男	79(52.0)	54(56.3)	0.433	0.511
女	73(48.0)	42(43.8)		
年龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, 岁]	6.7(5.2, 8.6)	6.3(5.1, 9.2)	−0.029	0.977
身高 [$M(P_{25}, P_{75})$, cm]	125(116, 139)	123(117, 144)	−0.877	0.381
体重 [$M(P_{25}, P_{75})$, kg]	26(21, 33)	25(21, 34)	−0.142	0.877
入院前大环内酯类用药时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	3(1, 5)	3(1, 5)	−0.605	0.545
BAL 实施时病程 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	7(5, 9)	7(5, 9)	−1.351	0.177
BAL 前激素累计使用量 [$M(P_{25}, P_{75})$, mg/kg]	0(0, 2)	0(0, 2)	−0.044	0.965
发热持续时间 [$M(P_{25}, P_{75})$, d]	4(2, 5)	5(3, 7)	−4.843	<0.001
热峰 [$M(P_{25}, P_{75})$, ℃]	39.2(38.9, 39.4)	39.5(39.0, 39.7)	−3.255	0.001
WBC 计数 [$M(P_{25}, P_{75})$, $\times 10^9$/L]	8.3(6.6, 9.7)	8.4(6.7, 10.2)	−1.630	0.103
N% [$M(P_{25}, P_{75})$, %]	65.1(61.1, 67.5)	66.9(63.5, 70.1)	−3.769	<0.001
HBP [$M(P_{25}, P_{75})$, ng/mL]	22.8(20.2, 28.6)	36.2(21.1, 55.8)	−9.926	<0.001
CRP [$M(P_{25}, P_{75})$, mg/L]	17.9(13.3, 22.1)	27.3(20.2, 36.5)	−7.534	<0.001
DD [$M(P_{25}, P_{75})$, μg/mL]	0.81(0.67, 0.97)	1.24(1.00, 1.65)	−8.793	<0.001
LDH [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	303(265, 351)	391(331, 456)	−7.438	<0.001

注：［BAL］支气管肺泡灌洗；［WBC］白细胞计数；［N%］中性粒细胞比例；［HBP］肝素结合蛋白；［CRP］C-反应蛋白；［DD］D-二聚体；［LDH］乳酸脱氢酶。

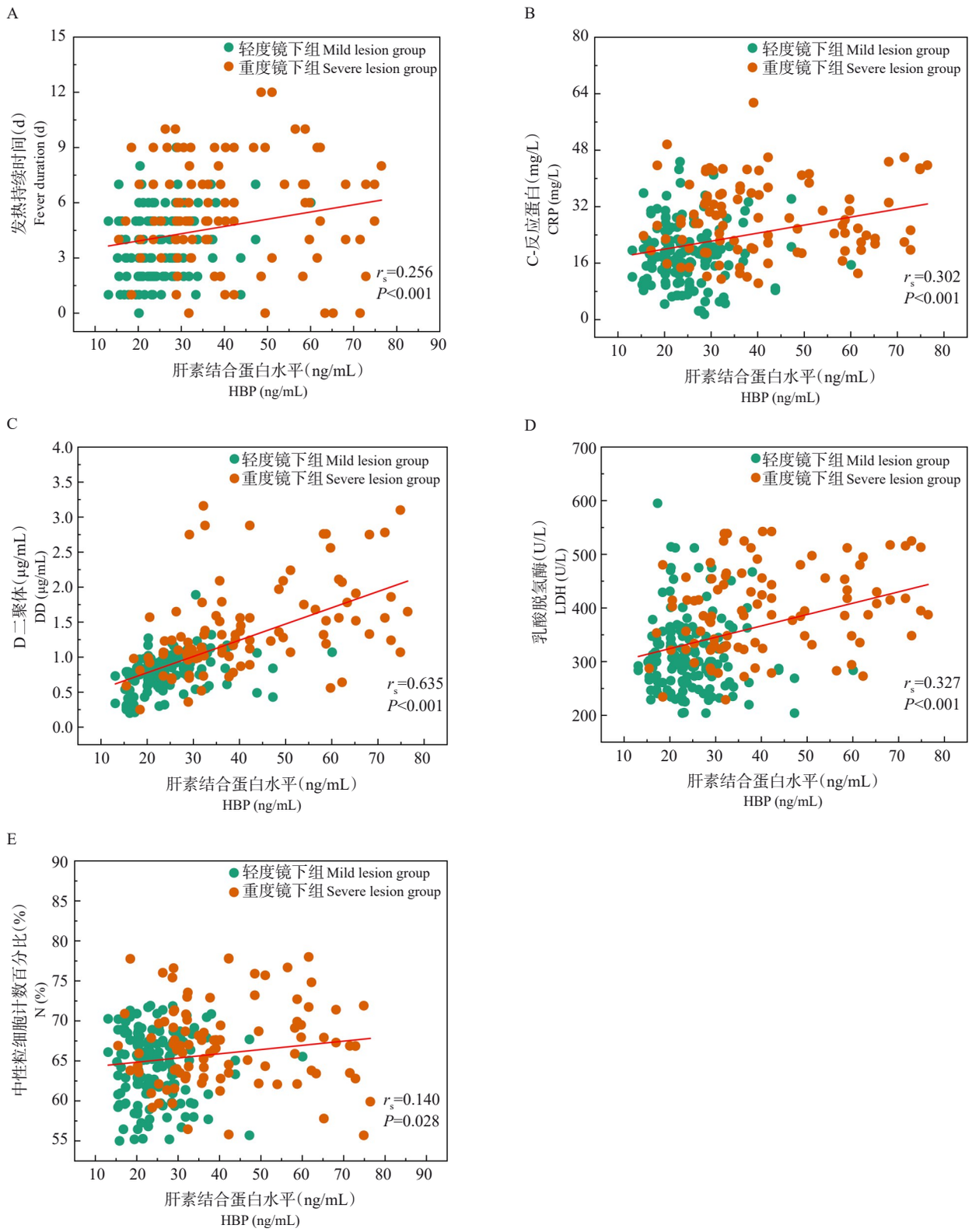


图 1　HBP 与各临床指标的相关性分析　图中绿色圆点代表轻度镜下组，橙色圆点代表重度镜下组；均采用 Spearman 相关分析。A：HBP 与发热持续时间的相关性（r_s=0.256，P<0.001）；B：HBP 与 C-反应蛋白的相关性（r_s=0.302，P<0.001）；C：HBP 与 D-二聚体的相关性（r_s=0.635，P<0.001）；D：HBP 与乳酸脱氢酶的相关性（r_s=0.327，P<0.001）；E：HBP 与中性粒细胞计数百分比的相关性（r_s=0.148，P=0.028）。

表2　MPP 患儿各项指标对支气管镜下病变严重程度预测的 ROC 曲线分析

变量	AUC (95%*CI*)	截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)	约登指数	*P*值
HBP	0.850(0.799~0.900)	28.9 ng/mL	80.2	79.6	0.598	<0.001
N%	0.642(0.571~0.713)	69.1%	32.3	89.5	0.218	<0.001
CRP	0.784(0.726~0.843)	21.7 mg/L	72.9	73.7	0.466	<0.001
DD	0.832(0.774~0.889)	0.98 μg/mL	79.2	77.0	0.562	<0.001
LDH	0.780(0.722~0.839)	371 U/L	62.5	84.9	0.474	<0.001
发热持续时间	0.681(0.608~0.754)	6.50 d	37.5	94.7	0.322	<0.001

注：［HBP］肝素结合蛋白；［N%］中性粒细胞比例；［CRP］C-反应蛋白；［DD］D-二聚体；［LDH］乳酸脱氢酶。

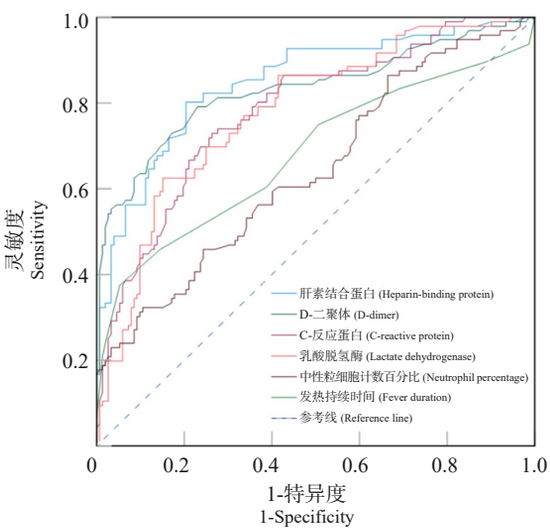


图2　MPP 患儿发热持续时间、HBP 等其他炎症指标预测支气管镜下病变严重程度的 ROC 曲线

3　讨论

HBP 又称天青杀素或 CAP37，是存储于中性粒细胞嗜天青颗粒和分泌囊泡中的一种蛋白质。作为多形核白细胞释放的关键颗粒蛋白，HBP 是一种具有多重生物学功能的促炎介质，除具有直接抗菌活性和肝素结合能力外，还能激活单核巨噬细胞、调节血管内皮功能并增强炎症反应[8]，在早期炎症反应过程中发挥重要作用。其在炎症调控中的核心地位，使其近年来在脓毒症及脓毒性休克的早期诊断及预后评估中备受关注。研究证实，HBP 不仅是脓毒症早期感染的重要标志物，对评估病情严重程度具有显著意义[9]。此外，其在细菌性脑膜炎[10]、泌尿系统感染、肺移植后相关感染的预测与预后判断中亦显示出潜在价值[11]。值得注意的是，HBP 升高也可见于非细菌性感染[12]，其水平升高不仅与细菌感染导致的脓毒性休克相关，也与非感染因素引起的休克有关[13-14]。

本研究显示，相较于轻度镜下组患儿的 HBP 水平［22.8（20.2，28.6）ng/mL］，重度镜下组患儿的 HBP 浓度明显更高［36.2（21.1，55.8）ng/mL］（*P*<0.05）。考虑与 MP 感染后，病原体通过粘附气道上皮细胞并释放毒性代谢产物，引发局部炎症反应，激活中性粒细胞、巨噬细胞等免疫细胞相关，而 HBP 作为主要由中性粒细胞释放的促炎介质，在炎症早期即可被激活并释放入血，其水平升高直接反映了中性粒细胞的活化程度及气道的炎症程度[15-16]。本研究结果亦提示，重度镜下组较轻度镜下组 CRP 明显升高，CRP 作为经典炎症标志物，虽特异性有限，但可间接反映全身炎症反应强度。研究显示，重症 MPP 患儿 DD 升高与气道微循环障碍及血栓形成风险增加有关[17]。本研究显示重度镜下组 DD 升高尤为明显，与既往研究[17]基本吻合。LDH 升高则可能与肺实质损伤及气道黏膜损伤甚至坏死相关，本研究结果进一步支持 LDH 升高与重度镜下组患儿气道病变的严重性相关。此外，两组 WBC 计数无显著差异，与临床中部分 MPP 患儿早期血常规无典型 WBC 计数升高的表现一致，提示传统血常规指标对 MPP 支气管镜下病变严重程度的评估有限，而 HBP、CRP、DD、LDH 等临床指标更能准确反映气道炎症的严重程度，为临床区分 MPP 患儿支气管镜下病变严重程度提供更可靠的实验依据。相关性分析结果显示，血清 HBP 水平与发热持续时间、N%、CRP、DD、LDH 呈正相关，而与热峰无相关性（r_s=0.008，*P*>0.05）。这表明 HBP 参与 MPP 感染的炎症过程，发热持续时间是反映 MPP 炎症程度的重要临床指标，HBP 与之呈正相关，提示 HBP 水平越高，炎症程度越高，病情易迁延；HBP 与 DD 的相关性最强（r_s=0.635，*P*<0.05），进一步说明 HBP 可能通过调控炎症反应参与凝血功能紊乱，这与既往研究结论[18]相符，也解释了为何重症 MPP 患儿更易出现肺栓塞、气道血栓等并发症。此外，HBP 与热峰无相关性提示，MPP 患儿的热

峰可能更多与病原体复制速度及个体免疫应答强度相关，而HBP水平更侧重于反映气道炎症的严重程度和组织损伤程度，二者从不同维度反映MPP病情，联合评估可能更有利于全面判断患儿的临床状态。

近年研究表明，HBP可作为肺移植受者支气管肺泡灌洗液（bronchoalveolar lavage, BALF）中气道炎症标志物[9]，Hovold等[19]前瞻性研究证实BALF中HBP水平与肺功能和气道炎症相关，而与细菌负荷无关，可作为肺囊性纤维化患儿肺部炎症预后的重要生物标志物。因此，HBP作为炎症介质参与机体炎症反应，可能成为评估MPP患儿重度支气管镜下病变的早期新型标志物。MPP患儿肺组织炎症过程与免疫功能紊乱密切相关，表现为中性粒细胞异常活化，其释放的HBP介导的炎性反应进展是肺损伤及呼吸衰竭的关键因素之一[20]。研究证实，MPP诱导的炎症风暴对疾病转归有决定性意义[21]。MPP患儿镜下改变以气道–肺组织炎症浸润和组织损伤为核心，随病情轻重差异显著。MP感染刺激中性粒细胞活化并释放HBP，后者进一步激活血管内皮细胞和单核细胞，促使炎症因子大量释放，加剧局部炎症浸润。HBP可破坏血管内皮屏障，增加血管通透性[22]，导致气道黏膜水肿、肺泡腔渗出；同时直接损伤呼吸道上皮细胞[23]，加重黏膜坏死、脱落、黏液栓等，若炎症持续加重，可能引发呼吸衰竭、胸腔积液等并发症，延长疗程并增加治疗难度。BAL现在被认为是MPP，尤其是大叶性肺炎合并肺不张或实变的重要治疗手段之一，然而BAL属于有创操作，镇静药物应用及灌洗过程中存在一定风险，过度应用弊大于利，而延迟灌洗又可能影响预后。如何优化BAL时机、提高临床获益并降低风险一直是临床关注的焦点。目前BAL时机的选择主要依据影像学表现和临床病情转归等方面，实验室指标的研究尚少。除影像学表现和临床特征外，早期检测HBP、N%、DD、CRP、LDH水平对BAL时机的判断也具重要参考意义。本研究ROC曲线分析显示，HBP预测MPP患儿支气管镜下病变严重程度的AUC为0.850，显著高于发热持续时间（0.681）、N%（0.642），略高于DD（0.832）、CRP（0.784）和LDH（0.780）。当HBP截断值为28.9 ng/mL时，预测灵敏度和特异度分别为80.2%和79.6%。这表明，HBP对MPP支气管镜下病变严重程度的预测效能优于多数传统炎症指标，具备较高的临床实用价值。HBP及CRP、DD、LDH等与镜下严重程度显著相关，单指标ROC显示HBP预测效能较好，可为评估提供参考，因此早期检测HBP水平有助于指导临床诊疗，降低病死率和后遗症，最终改善患儿预后和提高生存质量。

本研究亦存在一定的局限性：（1）本研究为单中心、回顾性研究，可能存在地域人群选择性偏倚，结果的外推性需多中心、前瞻性研究进一步验证；（2）本研究仅进行了单因素及相关分析，未构建多变量预测模型，结果主要为探索性；（3）MPP患儿病程早期部分即可合并有细菌感染，对病情的评估有一定干扰，且存在个体差异；（4）未动态检测HBP及其他相关炎症指标，缺少时间维度的连续数据；（5）本研究纳入病例数相对较少，需要大样本数据验证本研究结果。因此，目前HBP及发热持续时间、CRP、DD、LDH、N%临床指标在预测MPP患儿支气管镜下病变严重程度的准确性和有效性有待于进一步研究。

作者贡献声明：李玉荣负责数据收集、分析、论文撰写；张翠铃负责数据收集；刘茹负责数据整理、分析；武怡负责论文修改；孟令建负责论文的构思、设计与修改。

利益冲突声明：所有作者均声明无利益冲突。

［参　考　文　献］

[1] de Groot RCA, Estevão SC, Meyer Sauteur PM, et al. *Mycoplasma pneumoniae* carriage evades induction of protective mucosal antibodies[J]. Eur Respir J, 2022, 59(4): 2100129. PMID: 34561284. PMCID: PMC8989055. DOI: 10.1183/13993003.00129-2021.

[2] Diaz MH, Hersh AL, Olson J, et al. *Mycoplasma pneumoniae* infections in hospitalized children: United States, 2018-2024[J]. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2025, 74(23): 394-400. PMID: 40569891. PMCID: PMC12200605. DOI: 10.15585/mmwr.mm7423a1.

[3] Paquette M, Magyar M, Renaud C. *Mycoplasma pneumoniae*[J]. CMAJ, 2024, 196(32): E1120. PMID: 39353637. PMCID: PMC11444693. DOI: 10.1503/cmaj.240085.

[4] Ding L, Jiang Y. Biomarkers associated with the diagnosis and prognosis of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: a review[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2025, 15: 1552144. PMID: 40171163. PMCID: PMC11958718. DOI: 10.3389/fcimb.2025.1552144.

[5] Tasouli F, Georgopoulou E, Chatzigrigoriadis C, et al. Heparin binding protein in sepsis: a comprehensive overview of

pathophysiology, clinical usage and utility as biomarker[J]. Biomedicines, 2025, 13(9): 2315. PMID: 41007875. PMCID: PMC12467777. DOI: 10.3390/biomedicines13092315.

[6] 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.

[7] 国家卫生健康委员会人才交流服务中心儿科呼吸内镜诊疗技术专家组, 中国医师协会儿科医师分会内镜专业委员会, 中国医师协会内镜医师分会儿科呼吸内镜专业委员会, 等. 中国儿科可弯曲支气管镜术指南（2018 年版）[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2018, 33(13): 983-989. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2018.13.006.

[8] Chen X, Li H, Li J, et al. The potential role of heparin-binding protein in neonatal sepsis: research progress[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2024, 14: 1422872. PMID: 39193501. PMCID: PMC11347420. DOI: 10.3389/fcimb.2024.1422872.

[9] Wu YL, Yo CH, Hsu WT, et al. Accuracy of heparin-binding protein in diagnosing sepsis: a systematic review and meta-analysis[J]. Crit Care Med, 2021, 49(1): e80-e90. PMID: 33196528. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004738.

[10] Shi M, Wei Y, Huang H, et al. Heparin-binding protein levels as an emerging key biomarker for accurate diagnosis of bacterial meningitis: a promising yet preliminary evaluation[J]. Microb Pathog, 2025, 202: 107417. PMID: 40010653. DOI: 10.1016/j.micpath.2025.107417.

[11] Stjärne Aspelund A, Hammarström H, Inghammar M, et al. Heparin-binding protein, lysozyme, and inflammatory cytokines in bronchoalveolar lavage fluid as diagnostic tools for pulmonary infection in lung transplanted patients[J]. Am J Transplant, 2018, 18(2): 444-452. PMID: 28787761. PMCID: PMC5813223. DOI: 10.1111/ajt.14458.

[12] Ma Z, Wu Q, Yu H, et al. Identification of a heparin-binding protein encoded by *Mbov_0510* gene in *Mycoplasma bovis*[J]. J Bacteriol, 2025, 207(9): e0016025. PMID: 40788077. PMCID: PMC12445077. DOI: 10.1128/jb.00160-25.

[13] Liu L, Shao Y, Zhang Y, et al. Neutrophil-derived heparin binding protein triggers vascular leakage and synergizes with myeloperoxidase at the early stage of severe burns (with video)[J]. Burns Trauma, 2021, 9: tkab030. PMID: 34646891. PMCID: PMC8499692. DOI: 10.1093/burnst/tkab030.

[14] Sjöbeck M, Sternby H, Herwald H, et al. Heparin-binding protein is significantly increased in acute pancreatitis[J]. BMC Gastroenterol, 2021, 21(1): 337. PMID: 34454419. PMCID: PMC8403433. DOI: 10.1186/s12876-021-01910-6.

[15] 范江花, 罗海燕, 张新萍, 等. 肝素结合蛋白在重症腺病毒肺炎中的应用[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(18): 1389-1393. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20210208-00177.

[16] 邓俊超, 赵芳丽, 乔莉娜. 肝素结合蛋白对儿童重症感染诊断价值的前瞻性研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2022, 24(1): 85-89. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2109057.

[17] 陈真真, 王海青, 刘冬霞, 等. D-二聚体对儿童重症肺炎支原体肺炎合并血栓栓塞诊断价值的双中心研究[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2025, 40(8): 609-612. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20241114-00745.

[18] 王宽, 蒋瑜, 杨旭峰. 肝素结合蛋白极端升高的临床观察[J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(9): 1270-1274. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.09.020.

[19] Hovold G, Palmcrantz V, Kahn F, et al. Heparin-binding protein in sputum as a marker of pulmonary inflammation, lung function, and bacterial load in children with cystic fibrosis[J]. BMC Pulm Med, 2018, 18(1): 104. PMID: 29925362. PMCID: PMC6011334. DOI: 10.1186/s12890-018-0668-7.

[20] Zhang J, Cao Y, Shu W, et al. Neutrophil-derived heparin-binding protein increases endothelial permeability in acute lung injury by promoting TRIM21 and the ubiquitination of P65[J]. Cell Biol Toxicol, 2025, 41(1): 55. PMID: 40045003. PMCID: PMC11882632. DOI: 10.1007/s10565-025-10005-x.

[21] Meyer Sauteur PM, Beeton ML, European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) Study Group for Mycoplasma and Chlamydia Infections (ESGMAC), and the ESGMAC Mycoplasma pneumoniae Surveillance (MAPS) study group. Pneumonia outbreaks due to re-emergence of *Mycoplasma pneumoniae*[J]. Lancet Microbe, 2024, 5(6): e514. PMID: 38342111. DOI: 10.1016/S2666-5247(23)00406-8.

[22] Distasi MR, Ley K. Opening the flood-gates: how neutrophil-endothelial interactions regulate permeability[J]. Trends Immunol, 2009, 30(11): 547-556. PMID: 19783480. PMCID: PMC2767453. DOI: 10.1016/j.it.2009.07.012.

[23] Gautam N, Olofsson AM, Herwald H, et al. Heparin-binding protein (HBP/CAP37): a missing link in neutrophil-evoked alteration of vascular permeability[J]. Nat Med, 2001, 7(10): 1123-1127. PMID: 11590435. DOI: 10.1038/nm1001-1123.

（本文编辑：张辉）

（©《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）