

• 短篇论著 •

# 肺炎支原体 IgM 抗体、LDH、TLR2 联合检测对成人肺炎支原体感染的诊断价值

杨晓丹, 王丽峰, 魏亚兰<sup>△</sup>

西安高新医院呼吸与危重症医学科, 陕西西安 710075

**摘要:**目的 探讨肺炎支原体(MP)-免疫球蛋白 M(IgM)抗体、乳酸脱氢酶(LDH)、Toll 样受体(TLR)2 联合检测对成人 MP 感染的诊断价值。方法 选取本院 2022 年 5 月至 2024 年 4 月收治的 86 例 MP 感染者为研究对象,另选取同期 69 例健康志愿者为对照组。根据临床肺部感染评分(CPIS)评估 MP 感染者严重程度,并分为轻症组( $n=51$ )和重症组( $n=35$ )。采用胶体金法检测血清 MP-IgM 抗体,酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 LDH、TLR2 和白细胞介素-6(IL-6),电化学发光法检测降钙素原(PCT)。采用 Spearman 分析血清 LDH、TLR2 与 CPIS 评分的相关性,采用 Pearson 分析血清 LDH、TLR2 与 PCT、IL-6 的相关性;MP 感染严重程度的影响因素采用多因素 Logistic 回归分析,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 对 MP 感染的诊断价值,采用临床决策曲线(DCA)对各指标临床价值进行分析。结果 与对照组比较,MP 组 MP-IgM 抗体阳性率、LDH 和 TLR2 水平均显著较高( $t/\chi^2=57.444, 11.847, 10.303, P<0.05$ )。与轻症组相比,重症组 PCT、IL-6、LDH 和 TLR2 水平均较高( $t=8.084, 13.214, 12.159, 7.921, P<0.05$ )。Spearman 分析显示,MP 感染患者血清 LDH、TLR2 与 CPIS 评分呈显著正相关( $r=0.442, 0.507, P<0.001$ );Pearson 分析显示,MP 感染患者血清 LDH、TLR2 与 PCT、IL-6 呈显著正相关( $r=0.457, 0.416, 0.469, 0.503, P<0.001$ )。多因素 Logistic 回归结果显示,PCT( $OR=1.298$ )、IL-6( $OR=1.569$ )、LDH( $OR=1.475$ )和 TLR2( $OR=1.243$ )水平均为重症 MP 感染的独立危险因素( $P<0.05$ )。ROC 曲线结果显示,MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 单独诊断成人 MP 感染的灵敏度分别为 70.93%、67.44%、72.09%,三个指标联合诊断成人 MP 感染的灵敏度为 91.86%。DCA 曲线表明,各指标联合诊断的临床应用价值更高。结论 血清 LDH、TLR2 在 MP 感染患者中水平较高,且与患者严重程度有关,MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 联合检测对 MP 感染具有较高诊断价值。

**关键词:**肺炎支原体感染; 肺炎支原体-免疫球蛋白 M 抗体; 乳酸脱氢酶; Toll 样受体 2

**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2026.08.023

**文章编号:**1673-4130(2026)08-1020-05

**中图法分类号:**R563.1;R446.1

**文献标志码:**A

肺炎支原体(MP)是引起呼吸道感染的主要病原体之一,主要通过飞沫传播,潜伏期较长<sup>[1]</sup>。MP 感染不具有特异性症状,通常表现出发热、咳嗽、畏寒、厌食等,也有部分患者无临床表现<sup>[2]</sup>。MP 培养是诊断 MP 感染的金标准,但培养时间较长,延误治疗,不适用于早期诊断<sup>[3]</sup>。MP 感染后,机体会产生免疫球蛋白(Ig)M 抗体和 IgG 抗体,MP-IgM 较 IgG 抗体更早产生,通常在感染 1 周左右时升高,感染 2~3 周达到高峰,一般当患者出现症状时 MP-IgM 水平已较高<sup>[4]</sup>。通过检测 MP-IgM 抗体能够诊断 MP 感染,然而感染初期可能检测不到 MP-IgM 抗体,导致漏诊,与其他血液指标联合诊断或能够提高诊断灵敏度<sup>[5]</sup>。乳酸脱氢酶(LDH)和 Toll 样受体(TLR)与组织损伤、炎症反应有关,在多种疾病发生发展中发挥作用,研究显示,MP 感染后,血清 LDH 及 TLR2 水平发生变化,但对 MP 感染的诊断价值尚不明确<sup>[6-7]</sup>。鉴于此,本研究分析 MP-IgM 抗体、LDH、TLR2 对成人 MP 感染的诊断价值,旨在为临床诊疗提供一定参考。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取本院 2022 年 5 月至 2024 年 4 月收治的 86 例 MP 感染者为研究对象。纳入标准:(1)年龄 $\geq 18$ 岁;(2)咽拭子培养出 MP;(3)入院前未接受相关治疗。排除标准:(1)合并其他类型感染;(2)合并恶性肿瘤;(3)合并免疫系统疾病;(4)肝/肾功能异常;(5)伴其他呼吸系统疾病。另选取同期 69 例健康志愿者为对照组。对照组纳入标准:(1)年龄 $\geq 18$ 岁;(2)无感染发生;(3)无免疫系统疾病;(4)无呼吸系统疾病;(5)肝、肾功能正常;(6)无恶性肿瘤;(7)咽拭子 MP 检测结果为阴性。本研究经本院医学伦理委员会审核通过(2022-03009),所有参与者知情并签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 MP-IgM 抗体检测** 采集肘静脉血 5 mL,分离血清备用。采用胶体金法检测血清 MP-IgM 抗体,试剂盒购自海羽喙生物科技有限公司(货号:YDLC-369),质控线及检测线均出现时为阳性,仅出现质控

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail:782041319@qq.com。

线为阴性。

**1.2.2 LDH、TLR2、降钙素原(PCT)、白细胞介素-6(IL-6)检测** 取上述待测血清,分别依据 TLR2(上海研生实业有限公司,货号:YS-ELISA3900)和 IL-6(上海研生实业有限公司,货号:YS-ELISA3732)的酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒说明书检测血清 TLR2 和 IL-6。采用迈瑞 BS-350S 全自动生化分析仪及配套试剂盒以速率法检测乳酸脱氢酶;电化学发光法检测血清 PCT(上海三抒生物公司,货号:MZ095933)。

**1.2.3 严重程度评估** 采用临床肺部感染评分(CPIS)评估患者严重程度,总分 12 分,将得分≤6 分的设为轻症组,反之为重症组。

**1.2.4 肺功能指标检测** 采用耶格 MasterScreen 肺功能仪检测第 1 秒用力呼容积(FEV<sub>1</sub>)和用力肺活量(FVC),计算 FEV<sub>1</sub>/FVC。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS25.0 统计学软件进行数据分析。计数资料采用例数或百分率表示,采用  $\chi^2$  检验。计量资料若符合正态分布,采用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用  $t$  检验,不符合正态分布则采用  $M(P_{25} \sim P_{75})$  表示。采用 Spearman/Pearson 分析相关性,多因素 Logistic 回归分析 MP 感染严重程度的影响因素,受试者工作特征(ROC)曲线分析 MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 对 MP 感染的诊断价值,临床决策曲线(DCA)评估各指标的临床价值。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 MP 组和对照组一般资料比较** MP 组、对照组一般资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

**2.2 MP 组、对照组 MP-IgM 抗体阳性率、LDH 和**

**TLR2 水平比较** 与对照组比较,MP 组 MP-IgM 抗体阳性率、LDH 和 TLR2 水平均显著较高( $t/\chi^2 = 57.444, 11.847, 10.303, P < 0.05$ )。见表 2。

表 1 MP 组和对照组一般资料比较[n(%)]

项目	n	MP 组 (n=86)	对照组 (n=69)	$\chi^2$	P
年龄(岁)				0.278	0.870
18~30	53	28(32.56)	25(36.23)		
>30~50	66	37(43.02)	29(42.03)		
>50	36	21(24.42)	15(21.74)		
性别				0.457	0.499
男	65	34(39.53)	31(44.93)		
女	90	52(60.47)	38(55.07)		
吸烟史	54	29(33.72)	25(36.23)	0.106	0.744
饮酒史	65	35(40.70)	30(43.48)	0.122	0.727

表 2 MP 阳性组、MP 阴性组 MP-IgM 抗体阳性率、LDH 和 TLR2 水平比较[n(%)]或  $\bar{x} \pm s$

组别	n	MP-IgM 抗体阳性率	LDH(U/L)	TLR2( $\mu\text{g/mL}$ )
MP 组	86	61(70.93)	292.37±46.54	14.21±3.29
对照组	69	7(10.14)	213.62±33.15	9.53±2.06
$\chi^2/t$		57.444	11.847	10.303
P		<0.001	<0.001	<0.001

**2.3 轻症组、重症组临床资料比较** 与轻症组相比,重症组 PCT、IL-6 水平显著较高( $t = 8.084, 13.214, P < 0.05$ )。两组性别、发病季节等比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 3。

表 3 轻症组、重症组临床资料比较[n(%)]或  $\bar{x} \pm s$

指标	n	轻症组(n=51)	重症组(n=35)	$\chi^2/t$	P
年龄(岁)				3.328	0.189
18~30	28	19(37.25)	9(25.71)		
>30~50	37	23(45.10)	14(40.00)		
>50	21	9(17.65)	12(34.29)		
性别				0.680	0.409
男	34	22(43.14)	12(34.29)		
女	52	29(56.86)	23(65.71)		
发病季节				0.840	0.840
春	17	11(21.57)	6(17.14)		
夏	13	8(15.69)	5(14.29)		
秋	32	17(33.33)	15(42.86)		
冬	24	15(29.41)	9(25.71)		
吸烟史	29	18(35.29)	11(31.43)	0.139	0.710
饮酒史	35	20(39.22)	15(42.86)	0.114	0.736

续表 3 轻症组、重症组临床资料比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$ ]

项目	n	轻症组(n=51)	重症组(n=35)	$\chi^2/t$	P
呼吸频率	86	25.37±4.26	26.91±4.05	1.680	0.097
FEV <sub>1</sub> (L)	86	1.95±0.29	1.84±0.25	1.826	0.071
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	86	80.96±8.73	77.35±8.02	1.946	0.055
PCT(ng/mL)	86	5.14±1.52	8.32±2.13	8.084	<0.001
IL-6(pg/mL)	86	46.97±7.24	71.65±10.09	13.214	<0.001

注：—表示无数据。

**2.4 轻症组、重症组 MP-IgM 抗体阳性率、LDH 和 TLR2 水平比较** 两组 MP-IgM 抗体阳性率比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ), 相比于轻症组, 重症组 LDH 和 TLR2 水平较高( $t=12.159, 7.921, P<0.05$ )。见表 4。

表 4 轻症组、重症组 MP-IgM 抗体阳性率、LDH 和 TLR2 水平比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$ ]

组别	n	MP-IgM 抗体阳性率	LDH(U/L)	TLR2( $\mu\text{g/mL}$ )
轻症组	51	33(64.71)	241.08±39.76	11.85±2.87
重症组	35	28(80.00)	367.11±56.43	17.64±3.91
$\chi^2/t$		2.355	12.159	7.921
P		0.125	<0.001	<0.001

**2.5 相关性分析** Spearman 分析显示, MP 感染患者血清 LDH、TLR2 与 CPIS 评分[5(3~8)分]存在显著正相关( $r=0.442, 0.507, P<0.001$ ); Pearson 分析显示, MP 感染患者血清 LDH、TLR2 与 PCT、IL-6 存在显著正相关( $r=0.457, 0.416, 0.469, 0.503, P<0.001$ )。

**2.6 MP 感染严重程度的多因素 Logistic 回归** MP 感染严重程度(轻症=0、重症=1)为状态变量, 以表 3 和表 4 中  $P<0.05$  的指标为自变量进行多因素 Logistic 回归, 结果显示, PCT( $OR=1.298, 95\%CI: 1.107\sim 1.521$ )、IL-6( $OR=1.569, 95\%CI: 1.245\sim$

$1.977$ )、LDH( $OR=1.475, 95\%CI: 1.186\sim 1.819$ ) 和 TLR2( $OR=1.243, 95\%CI: 1.073\sim 1.440$ ) 水平均为重症 MP 感染的独立危险因素( $P<0.05$ )。见表 5。

**2.7 MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 对 MP 感染的诊断价值** 以 MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 水平为自变量绘制诊断 MP 感染的 ROC 曲线, 结果显示, MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 单独诊断 MP 感染的灵敏度分别为 70.93%、67.44%、72.09%, 特异度分别为 89.86%、85.51%、84.06%, 3 个指标联合诊断 MP 感染的灵敏度和特异度分别为 91.86%、82.61%。见表 6。

**2.8 临床应用价值评估** DCA 曲线显示, 高风险阈值在 0.10~0.86 时, 联合检测的净获益高于单一指标诊断, 具有较高的临床应用价值。见图 1。

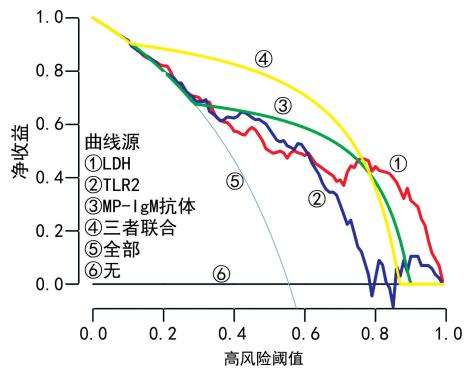


图 1 DCA 曲线

表 5 MP 感染严重程度的多因素 Logistic 回归分析

项目	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
PCT	0.261	0.081	10.369	0.001	1.298	1.107~1.521
IL-6	0.450	0.118	14.572	<0.001	1.569	1.245~1.977
LDH	0.389	0.107	13.194	<0.001	1.475	1.186~1.819
TLR2	0.218	0.075	8.412	0.004	1.243	1.073~1.440

表 6 MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 对 MP 感染的诊断价值

项目	AUC	截断值	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
MP-IgM 抗体	0.804	阳性	0.733~0.863	70.93	89.86	0.608
LDH	0.826	249.06 U/L	0.757~0.882	67.44	85.51	0.530
TLR2	0.796	12.66 $\mu\text{g/mL}$	0.724~0.856	72.09	84.06	0.562
三者联合	0.872	—	0.809~0.920	91.86	82.61	0.745

注：—表示无数据。

### 3 讨 论

MP 没有细胞壁,其特殊末端结构能够使其牢牢黏附在呼吸道黏膜上皮细胞表面,且能够释放毒性物质,导致呼吸道受损<sup>[8]</sup>。MP 感染以 3 岁以上儿童及青年人群居多,秋冬季高发,通过保持营养均衡、提高自身免疫力、室内多通风等途径可在一定程度上预防 MP 感染<sup>[9]</sup>。多数 MP 感染患者预后较好,少数患者可并发心律失常、单核细胞增多症、肝功能障碍等,预后不佳<sup>[10]</sup>。探讨 MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 有助于 MP 感染的早期诊断,改善预后。

IgM 是由浆细胞分泌合成的抗体,其中脾脏生产的 IgM 最多,IgM 具有杀菌、激活补体等多种作用<sup>[11]</sup>。MP 感染后,浆细胞会特异性识别抗原并分泌 IgM 抗体以抵抗 MP 侵袭,因此,检测血清中 MP-IgM 抗体可用于诊断 MP 感染<sup>[12]</sup>。目前,MP-IgM 抗体诊断儿童 MP 感染的研究已较多,但其对成人 MP 感染的诊断效能报道不多<sup>[13]</sup>。MP-IgM 抗体可采用被动凝集法、胶体金法等进行检测,被动凝集法需要使用光学显微镜观察沉淀情况,胶体金法快速、简便,适用于门诊、急诊快速筛查<sup>[3]</sup>。因此,本研究采用胶体金法检测成人血清 MP-IgM 抗体表达情况,结果显示,86 例 MP 感染患者的 MP-IgM 阳性率为 70.93%,轻症、重症 MP 感染患者 MP-IgM 阳性率分别为 64.71% 和 80.00%。本研究中,利用 MP-IgM 抗体诊断 MP 感染的敏感度和特异度分别为 70.93% 和 89.86%,与杨帆等<sup>[14]</sup>报道的灵敏度 75.90%、特异度 89.80% 相接近。综上所述,MP-IgM 抗体检测对于成人 MP 感染具有较高诊断价值,但会出现假阳性、假阴性。

LDH 是一种糖酵解酶,在人体组织中广泛存在,能够催化乳酸和丙酮酸相互转换,当 LDH > 245 U/L 时提示心肌梗死、肝炎等,其水平也与机体炎症反应、组织损伤、代谢有关<sup>[15-16]</sup>。目前,LDH 在 MP 中的报道比较多,但在成人 MP 中的研究较少,吴玉芹等<sup>[17]</sup>报道,血清 LDH 水平有助于 MP 感染患儿病情评估和预后预测。本研究结果显示,相比于对照组,MP 组血清 LDH 水平较高,提示 LDH 水平变化与 MP 感染有关,分析认为,肺组织受到炎症损伤后,部分细胞死亡,细胞内的 LDH 释放至血液中,导致血液中 LDH 水平升高,此外,MP 感染可能会导致肝功能受到影响,从而影响 LDH 的代谢和排泄。戴旭等<sup>[18]</sup>报道,LDH 在 EB 病毒感染患儿中水平也较高。进一步比较发现,重症组血清 LDH 水平显著高于轻症组,且 Spearman 相关性分析显示,MP 感染患者血清 LDH 水平与 CPIS 评分呈显著正相关,提示 LDH 水平与 MP 感染的严重程度密切相关,这是由于重症炎症反应更加强烈,死亡的细胞更多,肝功能受到的影响更大<sup>[19]</sup>。多因素 Logistic 回归分析也显示,血清 LDH 水平越高,MP 感染严重程度越高。ROC 曲线

分析显示,血清 LDH 水平单独诊断成人 MP 感染的灵敏度和特异度分别为 67.44% 和 85.51%,可见血清 LDH 能够在一定程度上诊断成人 MP 感染。

TLR2 为 I 型跨膜蛋白,表达于单核细胞、树突状细胞等多种细胞,在机体炎症反应、免疫应答过程中发挥重要作用,人 TLR2 编码基因位于 4 号染色体<sup>[20-21]</sup>。赵淑景等<sup>[22]</sup>研究报道,外周血单个核细胞中 TLR2 表达情况与儿童反复呼吸道感染的发生有关。本研究显示,MP 组血清 TLR2 水平显著高于对照组,推测 TLR2 可能通过介导免疫、炎症反应参与 MP 感染的发生过程。此外,与轻症组相比,重症组血清 TLR2 水平明显较高,与朱欢等<sup>[23]</sup>的报道较为一致。Spearman 分析也显示,MP 感染患者血清 TLR2 水平与 CPIS 评分存在显著相关性,提示 TLR2 与 MP 感染严重程度有关。多因素 Logistic 回归分析中,血清 LDH 水平为重度 MP 感染的独立危险因素,推测 TLR2 通过介导炎症反应的加剧等促进 MP 感染程度增加<sup>[24]</sup>。ROC 曲线分析中,血清 TLR2 水平单独诊断成人 MP 感染的灵敏度和特异度分别为 72.09% 和 84.06%。进一步分析,3 个指标联合诊断的敏感度和特异度分别为 91.86% 和 82.61%,提示联合诊断效能较高,且 DCA 曲线也表明联合诊断时临床净获益最高。

本研究对 MP 感染患者 PCT 和 IL-6 水平也进行了检测,结果显示,相比于轻症组,重症组 PCT、IL-6 水平显著较高,多因素 Logistic 回归分析也表明,血清 PCT 和 IL-6 水平为重症 MP 感染的独立危险因素,提示重症 MP 感染者炎症程度更高,炎症损伤更加严重。本研究进行的 Pearson 分析显示,MP 感染患者血清 LDH、TLR2 与 PCT、IL-6 水平呈显著正相关,可见 LDH、TLR2 可通过介导炎症反应影响 MP 感染的发生发展。此外,肺功能检测显示,MP 感染者 FEV<sub>1</sub> 和 FEV<sub>1</sub>/FVC 低于正常值,可见 MP 感染导致肺通气功能受到一定影响,然而轻症组和重症组 FEV<sub>1</sub> 和 FEV<sub>1</sub>/FVC 比较,差异无统计学意义,可能与样本量等因素有关,有待后续验证。

综上所述,MP 感染患者 MP-IgM 抗体阳性率高,血清 LDH、TLR2 水平较高,MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 联合诊断 MP 感染价值较高,有助于临床诊疗。因诊断效能的准确性受样本量影响,后期将继续收集病例验证 MP-IgM 抗体、LDH 和 TLR2 的联合诊断效能。

### 参考文献

- [1] LI X, LI T, CHEN N, et al. Changes of mycoplasma pneumoniae prevalence in children before and after COVID-19 pandemic in Henan, China[J]. J Infect, 2023, 86(3): 256-308.
- [2] ZHANG X B, HE W, GUI Y H, et al. Current mycoplas-

- ma pneumoniae epidemic among children in Shanghai; unusual pneumonia caused by usual pathogen[J]. *World J Pediatr*, 2024, 20(1): 5-10.
- [3] 王居鹏, 朱黎娜, 马明坤, 等. 被动凝集法、间接免疫荧光法和胶体金法联合检测肺炎支原体抗体对儿童肺炎支原体感染的诊断价值[J]. *天津医药*, 2022, 50(4): 418-423.
- [4] CHOO S, KIM S H, LEE E. Clinical significance of mycoplasma pneumoniae specific IgM titer in children hospitalized with mycoplasma pneumoniae pneumonia [J]. *BMC Infect Dis*, 2022, 22(1): 470-481.
- [5] 翟建金, 黄河, 张蕊, 等. 不同中医证型儿童支原体肺炎血常规、CRP 及 MP IgM 的表达及意义[J]. *标记免疫分析与临床*, 2024, 31(12): 2204-2208.
- [6] LEE E, CHOI I. Clinical usefulness of serum lactate dehydrogenase levels in mycoplasma pneumoniae pneumonia in children[J]. *Indian J Pediatr*, 2022, 89(10): 1003-1009.
- [7] 刘满菊, 王小稳, 陈丹, 等. Toll 样受体 2 对儿童肺炎支原体肺炎肺部炎症表现和肿瘤坏死因子- $\alpha$  的调节作用[J]. *安徽医药*, 2024, 28(4): 680-684.
- [8] GOEIJENBIER M, VAN DER BIE S, SOUVEREIN D, et al. Post COVID-19 pandemic increased detection of mycoplasma pneumoniae in adults admitted to the intensive care[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(12): 3443-3453.
- [9] WANG X, LI M, LUO M, et al. Mycoplasma pneumoniae triggers pneumonia epidemic in autumn and winter in Beijing: a multicentre, population-based epidemiological study between 2015 and 2020[J]. *Emerg Microbes Infect*, 2022, 11(1): 1508-1517.
- [10] YU Y, JIN X, ZHANG X, et al. Pulmonary thrombotic complication of mycoplasma pneumoniae pneumonia in chinese children; clinical feature and risk factor analysis [J]. *Pediatr Infect Dis J*, 2024, 43(6): 505-510.
- [11] LAI W C, HSIEH Y C, CHEN Y C, et al. A potent antibody-secreting B cell response to mycoplasma pneumoniae in children with pneumonia[J]. *J Microbiol Immunol Infect*, 2022, 55(3): 413-420.
- [12] HE X T, WANG C C. Applying clinical and laboratory features associated with mycoplasma pneumoniae (Mp) infection with the new diagnostic test of mp-specific immunoglobulin M (IgM) antibody-secreting cells to Mp-IgM seroconversion in Mp-positive children with community-acquired pneumonia[J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 73(5): 937-938.
- [13] 李小容, 唐川婷, 高广川, 等. MSCT 联合血清 MP-IgM、MP-Ab 检测对小兒支原体感染肺炎有较高的诊断价值[J]. *分子影像学杂志*, 2022, 45(3): 378-381.
- [14] 杨帆, 张仁和, 徐新润, 等. 肺炎支原体 IgM 抗体、PCT、超敏 C 反应蛋白联合检测对儿童肺炎支原体感染的诊断价值[J]. *中国临床研究*, 2023, 36(2): 295-298.
- [15] XU W, HUO J, HU Q, et al. Association between lactate dehydrogenase to albumin ratio and acute kidney injury in patients with sepsis: a retrospective cohort study[J]. *Clin Exp Nephrol*, 2024, 28(9): 882-893.
- [16] RUSSO A, PISATURO M, DE LUCA I, et al. Lactate dehydrogenase and PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio at admission helps to predict CT score in patients with COVID-19: An observational study[J]. *J Infect Public Health*, 2023, 16(1): 136-142.
- [17] 吴玉芹, 黄荣卫, 刘兴祝, 等. NLR、LDH、IL-6 在肺炎支原体肺炎患儿病情及预后评估中的价值[J/CD]. *发育医学电子杂志*, 2024, 12(4): 278-283.
- [18] 戴旭, 姜姗, 张慧锦, 等. EBV 感染相关原发传染性单核细胞增多症患儿 ALB、ESR、LDH、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 水平变化及其诊断价值[J]. *中华医院感染学杂志*, 2025, 35(1): 97-101.
- [19] WEI D, ZHAO Y, ZHANG T, et al. The role of LDH and ferritin levels as biomarkers for corticosteroid dosage in children with refractory Mycoplasma pneumoniae pneumonia. *Respir Res*, 2024, 25(1): 266-273.
- [20] NAYAK N, PATI A, NAHAK SK, et al. Toll-like receptor-2 (TLR-2) rs111200466 variant offers protection against SARS-CoV-2 infections and mortality: a worldwide epidemiological correlation analysis[J]. *Nucleosides Nucleotides Nucleic Acids*, 2023, 42(5): 371-380.
- [21] MENDEN H L, MABRY S M, VENKATRAMAN A, et al. The SARS-CoV-2 E protein induces Toll-like receptor 2-mediated neonatal lung injury in a model of COVID-19 viremia that is rescued by the glucocorticoid ciclesonide [J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2023, 324(5): L722-L736.
- [22] 赵淑景, 马志平, 张金彪, 等. 反复呼吸道感染患儿外周血单个核细胞中 TLR2、TLR4 表达情况与 Th1/Th2 免疫应答的关系[J]. *国际检验医学杂志*, 2024, 45(6): 663-666.
- [23] 朱欢, 朱圆, 吕倩. 外周血中 TLR2、TIPE2 和 D-dimer 表达水平对支原体肺炎病情严重程度的预测价值[J]. *实验与检验医学*, 2024, 42(1): 20-22.
- [24] COLLESELLI K, STIERSCHNEIDER A, WIESNER C. An update on toll-like receptor 2, its function and dimerization in pro- and anti-inflammatory processes[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(15): 12464-12481.

(收稿日期: 2025-09-11 修回日期: 2025-12-05)