

# 血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 联合常规影响因素对难治性支原体肺炎患儿预后的预测价值分析

韩瑞芳<sup>1</sup>, 高玲<sup>1</sup>, 陈飞<sup>1</sup>, 郑之欣<sup>2</sup>

<sup>1</sup>南阳市第一人民医院儿科, 河南南阳 473010; <sup>2</sup>南阳市中心医院儿科, 河南南阳 473000

[中图分类号] R725.6 [文献标志码] A [DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.0981.2025.0124

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 韩瑞芳, 高玲, 陈飞, 等. 血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 联合常规影响因素对难治性支原体肺炎患儿预后的预测价值分析[J]. 解放军医学杂志, 2025, 50(8): 943-948.

[收稿日期] 2024-07-03 [录用日期] 2024-07-23 [上线日期] 2025-01-24

**[摘要]** **目的** 分析血清淀粉样蛋白 A/C 反应蛋白比值(SAA/CRP)、乳酸脱氢酶(LDH)、甲壳质酶蛋白 40(YKL-40)联合常规影响因素对难治性支原体肺炎(RMPP)患儿预后的预测价值。**方法** 回顾性收集 2023 年 1—12 月南阳市第一人民医院收治的 180 例 RMPP 患儿作为研究组, 90 例普通支原体肺炎(GMPP)患儿作为对照组。比较两组临床资料, 包括年龄、性别及血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 水平。研究组入院当天评估病情严重程度并分为轻症( $n=102$ )与重症( $n=78$ ), 治疗后根据不良事件的发生情况分为预后不良( $n=52$ )与预后良好( $n=128$ )。比较研究组中轻症与重症、预后良好与预后不良患儿血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 水平, 采用二元 logistic 回归模型分析 RMPP 患儿预后不良的影响因素, 受试者操作特征(ROC)曲线分析血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 对 RMPP 患儿预后的预测价值, 将常规影响因素[病情严重程度、氧疗时间、肺炎严重指数(PSI)评分、急性生理学和慢性健康状况评价 II (APACHE II)评分]作为常规预测方案, 常规预测方案联合血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 作为新预测方案, 比较两种预测方案对 RMPP 患儿预后的预测价值。**结果** 研究组血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 水平高于对照组( $P<0.05$ ), 且重症 RMPP 患儿血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 水平高于轻症 RMPP 患儿( $P<0.05$ ); 研究组预后不良患儿胸腔积液占比、病情严重程度重症占比、氧疗时间、PSI 评分、APACHE II 评分, 以及血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 水平高于预后良好患儿( $P<0.05$ ); 二元 logistic 回归分析显示, 病情严重程度、氧疗时间、PSI 评分、APACHE II 评分, 以及血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 水平均为 RMPP 患儿预后不良的影响因素( $P<0.05$ ); 血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 预测 RMPP 患儿预后的曲线下面积(AUC)分别为 0.756、0.749、0.734; 新预测方案的 AUC 为 0.945, 明显高于常规预测方案( $AUC=0.859$ ), 差异有统计学意义( $P=0.011$ )。**结论** 血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 联合常规影响因素对 RMPP 患儿的预后具有较高预测价值。

**[关键词]** 难治性支原体肺炎; 淀粉样蛋白 A/C 反应蛋白比值; 乳酸脱氢酶; 甲壳质酶蛋白 40

## Analysis of the predictive value of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 combined with conventional influencing factors for the prognosis of children with refractory mycoplasmal pneumonia

Han Rui-Fang<sup>1</sup>, Gao Ling<sup>1</sup>, Chen Fei<sup>1</sup>, Zheng Zhi-Xin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatrics, Nanyang First People's Hospital, Nanyang, Henan 473010, China

<sup>2</sup>Department of Pediatrics, Nanyang Central Hospital, Nanyang, Henan 473000, China

This work was supported by the Henan Medical Science and Technology Research and Development Program Joint Construction Project (LHGJ20230970)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the predictive value of the serum amyloid A/C-reactive protein ratio (SAA/CRP), lactate dehydrogenase (LDH), and chitinase-40 (YKL-40) combined with conventional influencing factors for the prognosis of children with refractory mycoplasmal pneumonia (RMPP). **Methods** A retrospective study was conducted on 180 children with RMPP admitted to the First People's Hospital of Nanyang from January to December 2023, serving as study group, and 90 children with general

[基金项目] 河南省医学科技攻关计划联合共建项目(LHGJ20230970)

[作者简介] 韩瑞芳, 副主任医师, 主要从事儿科神经康复方面的研究

mycoplasmal pneumonia (GMPP) as control group. The clinical data of the two groups, including age, gender, and serum levels of SAA/CRP, LDH, and YKL-40, were compared. On the day of admission, the disease severity of the children in study group was assessed and divided into mild ( $n=102$ ) and severe ( $n=78$ ) groups. After treatment, they were further categorized into poor prognosis ( $n=52$ ) and good prognosis ( $n=128$ ) groups based on the occurrence of adverse events. The levels of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 were compared between mild-case and severe-case children in study group, as well as between children with good and poor prognosis. A binary logistic regression model was used to analyze the influencing factors for poor prognosis in children with RMPP. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the predictive value of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 for the prognosis of children with RMPP. Conventional influencing factors [disease severity, oxygen therapy duration, pneumonia severity index (PSI) score, and acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score] were used as the conventional prediction scheme, and the conventional prediction scheme combined with the levels of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 was used as the new prediction scheme. The predictive values of the two prediction schemes for the prognosis of children with RMPP were compared. **Results** The levels of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 in study group were higher than those in control group ( $P<0.05$ ), and the levels of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 in children with severe RMPP were higher than those in children with mild RMPP ( $P<0.05$ ). In study group, the proportion of children with pleural effusion, the proportion of severe-case disease severity, oxygen therapy duration, PSI score, APACHE II score, and the levels of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 in children with poor prognosis were higher than those in children with good prognosis ( $P<0.05$ ). Binary logistic regression analysis showed that disease severity, oxygen therapy duration, PSI score, APACHE II score, and the levels of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 were all factors affecting poor prognosis in children with RMPP ( $P<0.05$ ). The areas under the curves (AUCs) of serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 for predicting the prognosis of children with RMPP were 0.756, 0.749, and 0.734, respectively. The AUC of the new prediction scheme was 0.945, which was significantly higher than that of the conventional prediction scheme (AUC=0.859), with a statistically significant difference ( $P=0.011$ ). **Conclusion** Serum SAA/CRP, LDH, and YKL-40 levels combined with the conventional prediction scheme have a high predictive efficacy for the prognosis of children with RMPP.

**[Key words]** refractory mycoplasma pneumoniae pneumonia; serum amyloid A/C-reactive protein ratio; lactate dehydrogenase; chitin enzymes protein 40

支原体肺炎(mycoplasma pneumoniae pneumonia, MPP)是全球儿童主要的社区获得性肺炎,作为一种重要的非典型呼吸道疾病,严重威胁儿童的健康<sup>[1]</sup>。MPP患儿预后良好,但部分患儿病情持续加重,进展为难治性支原体肺炎(refractory mycoplasma pneumoniae pneumonia, RMPP),如未及时采取有效的治疗措施可危及生命<sup>[2-3]</sup>。临床上针对RMPP的治疗已有一定进展,但整体预后情况仍不理想<sup>[4]</sup>。淀粉样蛋白A(serum amyloid A, SAA)/C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)比值(SAA/CRP)与小儿社区获得性肺炎的发生发展密切相关,是诊断小儿社区获得性肺炎的可靠生物学指标<sup>[5]</sup>。研究发现,血清乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)、甲壳质酶蛋白40(chitin enzymes protein 40, YKL-40)表达水平升高可促进RMPP的发生和进展,有助于RMPP的诊断和病情评估<sup>[6-8]</sup>。本研究通过分析血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平与RMPP患儿病情、预后的关系,探究以上指标对RMPP患儿预后的预测价值,以期临床提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 回顾性选取2023年1—12月南阳市第一人民医院收治的180例RMPP患儿作为研究组,90例普通支原体肺炎(general mycoplasma pneumoniae

pneumonia, GMPP)患儿作为对照组。纳入标准:(1)符合《儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识(2015年版)》中RMPP或GMPP的诊断标准<sup>[9]</sup>;(2)年龄3~12岁。排除标准:(1)合并精神疾病;(2)合并肺结核、哮喘等其他肺部疾病;(3)合并血液系统疾病;(4)伴有其他组织或系统感染;(5)合并乙肝病毒等病毒感染;(6)合并自身免疫性疾病;(7)长期应用糖皮质激素。本研究获南阳市第一人民医院伦理委员会审批([2023-yxllz]0508-9)。

### 1.2 方法

**1.2.1 血清指标检测** 所有患儿入院时均采集肘静脉血3 ml, 3500 r/min离心5 min(离心半径8 cm),取上清液,采用酶联免疫吸附法(ELISA)测定血清中SAA、CRP、LDH、YKL-40水平,并计算SAA/CRP。ELISA试剂盒购自上海碧云天生物公司。

**1.2.2 病情及预后评估** 研究组患儿入院当天评估病情严重程度,符合以下条件为重症RMPP:(1)存在恶心呕吐、腹泻等消化道症状;(2)心率明显加快;(3)伴嗜睡或烦躁等神经系统症状;(4)胸部X线片可见渗出性阴影等特征<sup>[10]</sup>。其余则为轻症RMPP。

参照《儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识(2015年版)》给予止咳、退热、抗感染等对症治疗<sup>[9]</sup>。治疗1个月内并发闭塞性细支气管炎、肺不张、支气管扩张等不良事件为预后不良,其余为预后良好<sup>[11]</sup>。

**1.3 观察指标** (1)比较两组患儿的临床资料,包括年龄、性别,以及血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平。(2)比较轻症与重症RMPP患儿的血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平。(2)比较不同预后RMPP患儿的临床资料,包括年龄、性别、体重、身高、胸腔积液、病情严重程度、氧疗时间、肺炎严重指数(pneumonia severity index, PSI)评分<sup>[12]</sup>、急性生理学和健康状况评价Ⅱ(acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ, APACHE Ⅱ)评分<sup>[13]</sup>、白细胞计数、红细胞沉降率,以及血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平。其中PSI评分包括年龄和其他19个项目,共20个项目,由年龄加上其他19个项目评分得出总分,分值越高表明病情越严重;APACHE Ⅱ评分由急性生理学评分(0~60分)、年龄评分(0~6分)、慢性健康状况评分(2~5分)三部分组成,总分71分,评分越高表明病情越严重。(3)将常规影响因素(病情严重程度、氧疗时间、PSI评分、APACHE Ⅱ评分)作为常规预测方案,常规预测方案联合血清SAA/CRP、LDH、YKL-40作为新预测方案,比较两种方案对RMPP患儿预后不良的预测价值。

**1.4 统计学处理** 采用SPSS 27.0软件进行统计分析。K-S法分析计量资料是否符合正态分布,符合正态分布者以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用 $t$ 检验;不符合正态分布者以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组间比较采用Kruskal-Wallis检验。计数资料以例(%)表示,两组间比较采用 $\chi^2$ 检验。应用二元logistic回归模型分析RMPP患儿预后不良的影响因素,采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平对RMPP患儿预后的预测价值。联合预测采用二元logistic回归拟合,获得返回预测概率 $\text{logit}(P)$ ,将其作为独立检验变量进行ROC曲线分析。曲线下面积(area under the curve, AUC)比较采用de-long检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

**2 结 果**

**2.1 两组及轻、重症RMPP患儿临床资料比较** 两组性别、年龄比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。研究组血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平明显高于对照组,差异有统计学意义( $P<0.001$ )(表1)。研究组中轻症102例,重症78例。重症RMPP患儿血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平高于轻症RMPP患儿,差异有统计学意义[SAA/CRP:  $5.51\pm 1.48$  vs.  $4.08\pm 1.25$ ,  $P<0.001$ ; LDH: ( $342.39\pm 97.61$ ) U/L vs. ( $270.35\pm 83.59$ ) U/L,  $P<0.001$ ; YKL-40: ( $53.14\pm 10.22$ ) ng/ml vs. ( $41.83\pm 8.93$ ) ng/ml,  $P<0.001$ ]。

**2.2 不同预后RMPP患儿临床资料比较** 研究组中

**表 1** 两组支原体肺炎患儿临床资料比较

**Tab.1** Comparison of general data between two groups of children with mycoplasma pneumoniae pneumonia

项目	对照组 (n=90)	研究组 (n=180)	$\chi^2/t$	P
性别[例(%)]			0.275	0.600
男	55(61.1)	104(57.8)		
女	35(38.9)	76(42.2)		
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	7.5 $\pm$ 2.1	7.1 $\pm$ 2.1	1.475	0.141
SAA/CRP( $\bar{x}\pm s$ )	2.94 $\pm$ 0.72	4.70 $\pm$ 1.35	11.566	<0.001
LDH(U/L, $\bar{x}\pm s$ )	245.69 $\pm$ 78.63	301.57 $\pm$ 92.87	4.897	<0.001
YKL-40(ng/ml, $\bar{x}\pm s$ )	32.65 $\pm$ 8.81	46.73 $\pm$ 9.46	11.792	<0.001

SAA/CRP. 淀粉样蛋白A/C反应蛋白比值; LDH. 乳酸脱氢酶; YKL-40. 甲壳质酶蛋白40

预后不良52例,预后良好128例。与预后良好患儿相比,预后不良患儿胸腔积液占比、病情严重程度重症占比、PSI评分、APACHE Ⅱ评分及血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平明显升高,氧疗时间明显延长,差异有统计学意义( $P<0.05$ );预后不良与预后良好患儿性别、年龄、体重、身高、白细胞计数、红细胞沉降率比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )(表2)。

**2.3 RMPP患儿预后不良的影响因素分析** 以RMPP患儿是否预后不良为因变量(否=0,是=1),将胸腔积液、病情严重程度、氧疗时间、PSI评分、APACHE Ⅱ评分及血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平作为自变量(胸腔积液:无=0,有=1;病情严重程度:轻症=0,重症=1;氧疗时间、PSI评分、APACHE Ⅱ评分及血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平均为连续变量,原值代入),多重共线性诊断显示,各自变量间不存在共线性(方差膨胀因子均 $<10$ )。二元logistic回归分析显示,病情严重程度、氧疗时间、PSI评分、APACHE Ⅱ评分及血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平均为RMPP患儿预后不良的影响因素( $P<0.05$ ,表3)。

**2.4 血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平对RMPP患儿预后的预测价值** 以预后不良患儿为阳性样本,预后良好患儿为阴性样本,绘制ROC曲线评估血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平对RMPP患儿预后的预测价值,结果显示,血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平预测RMPP患儿预后的AUC分别为0.756、0.749、0.734,均在0.7以上,具有一定预测效能(图1,表4),但差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

**2.5 两种预测方案对RMPP患儿预后的预测价值比较** 将常规影响因素(病情严重程度、氧疗时间、PSI评分、APACHE Ⅱ评分)作为常规预测方案,公式为 $\text{logit}(P)=-4.297+1.679\times$ 病情严重程度 $+1.168\times$ 氧疗时间 $+1.125\times$ PSI评分 $+1.107\times$ APACHE Ⅱ评分。常

表2 不同预后RMPP患儿临床资料比较

Tab.2 Comparison of general data in children with RMPP with different prognosis

项目	预后良好 (n=128)	预后不良 (n=52)	$\chi^2/t$	P
性别[例(%)]			0.968	0.325
男	71(55.5)	33(63.5)		
女	57(44.5)	19(36.5)		
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	7.2 $\pm$ 2.3	6.8 $\pm$ 2.1	1.084	0.280
体重(kg, $\bar{x}\pm s$ )	23.94 $\pm$ 3.88	23.56 $\pm$ 3.56	0.610	0.543
身高(cm, $\bar{x}\pm s$ )	124.52 $\pm$ 3.67	123.64 $\pm$ 3.31	1.499	0.136
胸腔积液[例(%)]			6.658	0.010
有	38(29.7)	26(50.0)		
无	90(70.3)	26(50.0)		
病情严重程度[例(%)]			9.870	0.002
重症	46(35.9)	32(61.5)		
轻症	82(64.1)	20(38.5)		
氧疗时间(d, $\bar{x}\pm s$ )	3.11 $\pm$ 0.94	4.35 $\pm$ 1.26	7.238	<0.001
PSI评分(分, $\bar{x}\pm s$ )	78.51 $\pm$ 12.71	92.36 $\pm$ 14.18	6.406	<0.001
APACHE II评分(分, $\bar{x}\pm s$ )	15.97 $\pm$ 2.81	18.52 $\pm$ 3.06	5.377	<0.001
白细胞计数( $\times 10^9/L$ , $\bar{x}\pm s$ )	10.36 $\pm$ 2.28	11.02 $\pm$ 2.74	1.658	0.099
红细胞沉降率(mm/L, $\bar{x}\pm s$ )	24.19 $\pm$ 7.85	25.47 $\pm$ 8.39	0.972	0.332
SAA/CRP( $\bar{x}\pm s$ )	4.17 $\pm$ 1.42	6.01 $\pm$ 1.35	7.990	<0.001
LDH(U/L, $\bar{x}\pm s$ )	275.73 $\pm$ 85.71	365.18 $\pm$ 80.96	6.447	<0.001
YKL-40(ng/ml, $\bar{x}\pm s$ )	42.91 $\pm$ 9.26	56.15 $\pm$ 8.93	8.783	<0.001

RMPP. 难治性支原体肺炎; PSI. 肺炎严重指数; APACHE II. 急性生理学和慢性健康状况评价 II; SAA/CRP. 淀粉样蛋白 A/C 反应蛋白比值; LDH. 乳酸脱氢酶; YKL-40. 甲壳质酶蛋白 40

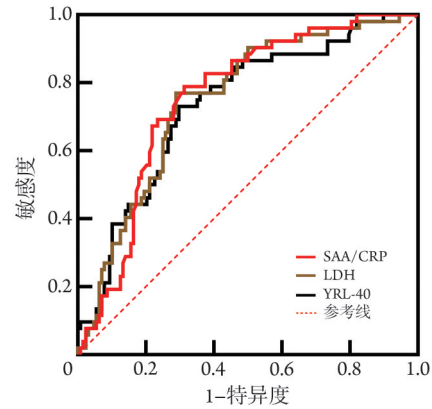
表3 RMPP患儿预后不良的影响因素分析

Tab.3 Analysis of influencing factors of poor prognosis in children with RMPP

变量	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	OR	95%CI	P
胸腔积液	0.338	0.215	2.472	1.402	0.912~2.156	0.094
病情严重程度	0.518	0.208	6.210	1.679	1.137~2.480	0.017
氧疗时间	0.155	0.053	8.583	1.168	1.075~1.269	<0.001
PSI评分	0.118	0.042	7.903	1.125	1.038~1.220	<0.001
APACHE II评分	0.102	0.039	6.809	1.107	1.024~1.197	0.003
SAA/CRP	0.193	0.065	8.819	1.213	1.102~1.335	<0.001
LDH	0.124	0.043	8.381	1.133	1.042~1.231	<0.001
YKL-40	0.198	0.065	9.274	1.219	1.135~1.309	<0.001

RMPP. 难治性支原体肺炎; PSI. 肺炎严重指数; APACHE II. 急性生理学和慢性健康状况评价 II; SAA/CRP. 淀粉样蛋白 A/C 反应蛋白比值; LDH. 乳酸脱氢酶; YKL-40. 甲壳质酶蛋白 40

规预测方案联合血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 作为新预测方案, 公式为  $\text{logit}(P) = -4.297 + 1.679 \times \text{病情严重程度} + 1.168 \times \text{氧疗时间} + 1.125 \times \text{PSI 评分} + 1.107 \times \text{APACHE II 评分} + 1.213 \times \text{SAA/CRP} + 1.133 \times \text{LDH} + 1.219 \times$



RMPP. 难治性支原体肺炎; SAA/CRP. 淀粉样蛋白 A/C 反应蛋白比值; LDH. 乳酸脱氢酶; YKL-40. 甲壳质酶蛋白 40

图1 血清 SAA/CRP、LDH、YKL-40 水平预测 RMPP 患儿预后的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of serum levels of SAA/CRP, LDH and YKL-40 predicting poor prognosis in children with RMPP

YKL-40。绘制两种方案预测 RMPP 患儿预后的 ROC 曲线, 结果显示, 常规预测方案预测 RMPP 患儿预后的 AUC 为 0.859(95%CI 0.799~0.906), 敏感度、特异度、约登指数分别为 73.08%、83.59%、0.567; 新预测方案预测 RMPP 患儿预后的 AUC 为 0.945(95%CI 0.901~0.974), 敏感度、特异度、约登指数分别为 90.38%、89.84%、0.802(图 2)。与常规预测方案比较, 新预测方案的 AUC 明显增大( $Z=2.550, P=0.011$ ), 表明新预测方案具有更高的预测效能。

### 3 讨论

RMPP 因免疫反应异常、肺炎支原体耐药性以及混合感染引起的肺栓塞和坏死性肺炎等多种并发症的存在, 常危及患儿生命, 其治疗和预后评估是近年临床研究的热点<sup>[14-15]</sup>。目前 RMPP 的发病机制尚未明确, 已知炎症反应可促进其发生发展。

SAA、CRP 均为评估炎症反应的敏感标志物, 其中 SAA 为高度异类蛋白质, CRP 为急性时相反应蛋白, 当机体发生炎症反应时, 活化的单核巨噬细胞可释放炎症因子刺激肝细胞合成并分泌大量 SAA、CRP<sup>[16-17]</sup>。研究显示, 同一患者血清 SAA/CRP 几乎保持不变, 但不同患者之间差异明显<sup>[18]</sup>。SAA/CRP 较单独应用 SAA 或 CRP 可更准确地评估炎症反应程度, 对感染性肺炎患儿的诊断价值较高<sup>[19]</sup>。本研究中 RMPP 患儿血清 SAA/CRP 明显高于 GMPP 患儿, 原因可能为 RMPP 患儿肺部炎症反应加重, SAA、CRP 的合成、释放增加, 血液中 SAA 与 CRP 的差异性增大, 导致血清 SAA/CRP 明显增高<sup>[20]</sup>。LDH 为糖酵解酶, 可介导炎症反应, 其表达上调可促进炎症因子的合成、释放, 加重炎症反应, 从而加速

表4 血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平预测RMPP患儿预后的价值

Tab.4 Value of serum levels of SAA/CRP, LDH and YKL-40 in predicting poor prognosis of children with RMPP

指标	AUC	95%CI	最佳截断值	敏感度(%)	特异度(%)	约登指数
SAA/CRP	0.756	0.686~0.817	5.40	78.85	68.75	0.476
LDH	0.749	0.680~0.811	330.18 U/L	76.92	71.09	0.480
YKL-40	0.734	0.664~0.797	50.36 ng/ml	73.08	70.31	0.434

RMPP. 难治性支原体肺炎; SAA/CRP. 淀粉样蛋白A/C反应蛋白比值; LDH. 乳酸脱氢酶; YKL-40. 甲壳质酶蛋白40

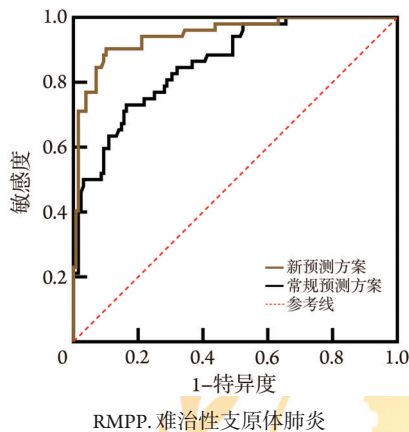


图2 两种预测方案预测RMPP患儿预后的ROC曲线

Fig.2 ROC curve for predicting prognosis of RMPP children with two prediction schemes

RMPP的发生发展<sup>[21]</sup>。本研究发现,与GMPP患儿相比,RMPP患儿血清LDH水平明显升高,表明血清LDH水平与RMPP患儿的病情进展相关。Wang等<sup>[22]</sup>的一项系统评价共纳入29篇中高质量文献,包含7022例RMPP患儿,结果显示RMPP患儿血清LDH水平明显升高,与本研究结果一致。YKL-40属于几丁质酶样蛋白,主要由平滑肌细胞、巨噬细胞产生,可与炎症因子协同作用促进炎症反应,加重肺泡重塑和气道纤维化,使GMPP患儿病情加重,导致RMPP的发生<sup>[23]</sup>。本研究结果显示,RMPP患儿血清YKL-40水平明显升高,与王星等<sup>[8]</sup>的研究一致。重症RMPP患儿血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平高于轻症RMPP患儿,表明随着RMPP病情加重,血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平进一步升高,与RMPP病情加重导致肺部炎症反应加剧密切相关。

本研究进一步分析了血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平与RMPP患儿预后的关系,结果显示,血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平均为RMPP患儿预后不良的影响因素。血清SAA/CRP增高提示机体炎症反应加重,可增加呼吸道病毒性疾病患儿预后不良的发生风险,而LDH表达增加可加剧炎症反应,导致重症肺炎患者预后不良<sup>[24-25]</sup>。宋玲妹等<sup>[26]</sup>指出,MPP患儿血清YKL-40水平升高可增加预后不良的发生风险,与本研究结果基本一致。由此推测,血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平具有预测

RMPP患儿预后的潜在价值。本研究通过ROC曲线分析发现,血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平预测RMPP患儿预后的AUC>0.7,表明血清SAA/CRP、LDH、YKL-40具有一定预测效能,但单独应用的价值有限。本研究结果显示,病情严重程度、氧疗时间、PSI评分、APACHE II评分均为RMPP患儿预后不良的影响因素,与既往研究结果基本一致<sup>[11]</sup>,表明RMPP患儿预后受多方面因素的影响。本研究将病情严重程度、氧疗时间、PSI评分、APACHE II评分联合血清SAA/CRP、LDH、YKL-40作为新预测方案,结果显示其预测RMPP患儿预后的AUC明显增大,表明各指标联合可从多方面反映患儿的病情变化,为临床提供了更全面的信息,从而提高了预测效能。

综上所述,本研究结果显示,RMPP患儿血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平明显升高,且随着病情加重而进一步升高,同时可作为预后的预测指标,与预后不良常规影响因素联合应用可明显提高预测价值,为临床早期识别预后不良高危患儿提供了更准确的临床依据。但本研究存在一定不足,如未动态观察RMPP患儿血清SAA/CRP、LDH、YKL-40水平的变化,且尚未明确各指标的最佳检测时间点,后续仍需进一步深入探讨。

#### 【参考文献】

- [1] Song Z, Jia GY, Luo GZ, et al. Global research trends of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: a bibliometric analysis[J]. Front Pediatr, 2023, 11(1): 1306234.
- [2] Tong L, Huang S, Zheng C, et al. Refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: early recognition and management[J]. J Clin Med, 2022, 11(10): 2824.
- [3] Shen FF, Dong CJ, Zhang TQ, et al. Development of a nomogram for predicting refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children[J]. Front Pediatr, 2022, 10(1): 813614.
- [4] 马兵,左继华,张学丽,等.血清S100A8、S100A9水平与小儿难治性肺炎支原体肺炎病情严重程度及预后的关系[J].山东医药, 2024, 64(7): 70-73.
- [5] 宁建凤,裴小梅. SAA/CRP、hs-CRP及WBC联合检测对小儿社区获得性肺炎的临床诊断价值[J]. 临床医学工程, 2023, 30(11): 1535-1536.
- [6] Fan F, Lv J, Yang QY, et al. Clinical characteristics and serum inflammatory markers of community-acquired mycoplasma

- pneumonia in children[J]. Clin Respir J, 2023, 17(7): 607-617.
- [7] Huang WJ, Xu XH, Zhao WQ, *et al.* Refractory mycoplasma pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis of laboratory features and predictors[J]. J Immunol Res, 2022, 2022(1): 9227838.
- [8] 王星, 刘辉, 庞辉, 等. 血清SAA、YKL-40及SP-A的联合检测对小儿难治性肺炎支原体肺炎的预测价值分析[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(7): 1309-1314.
- [9] 中华医学会儿科学分会呼吸学组,《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识(2015年版)[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2015, 30(17): 1304-1308.
- [10] 中国妇幼保健协会儿童变态反应专业委员会,《中国实用儿科杂志》编辑委员会. 儿童重症肺炎临床预警及早期决策专家共识[J]. 中国实用儿科杂志, 2023, 38(3): 177-182.
- [11] 袁静, 陈庆仪, 杨好贤, 等. 含凝血功能五项Nomogram预测模型预测重症肺炎支原体肺炎患儿预后的效果研究[J]. 临床误诊误治, 2023, 36(3): 90-94.
- [12] Wang DW, Willis DR, Yih Y. The pneumonia severity index: assessment and comparison to popular machine learning classifiers[J]. Int J Med Inform, 2022, 163(1): 104778.
- [13] Shang XK, Wang YG. Comparison of outcomes of high-flow nasal cannula and noninvasive positive-pressure ventilation in patients with hypoxemia and various APACHE II scores after extubation[J]. Ther Adv Respir Dis, 2021, 15(1): 17534666211004235.
- [14] Wang CL, Li LX, Xiao G, *et al.* Characteristics and outcomes of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia associated with pulmonary embolism and necrotizing pneumonia in children[J]. Infect Drug Resist, 2024, 17(1): 1961-1969.
- [15] Li M, Wei X, Zhang SS, *et al.* Recognition of refractory mycoplasma pneumoniae pneumonia among *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in hospitalized children: development and validation of a predictive nomogram model[J]. BMC Pulm Med, 2023, 23(1): 383.
- [16] Jiang YY, Wang WY, Zhang ZJ, *et al.* Serum amyloid a, C-reactive protein, and procalcitonin levels in children with *Mycoplasma pneumoniae* infection[J]. J Clin Lab Anal, 2022, 36(3): e24265.
- [17] 马春霞, 李学莉, 高小芳, 等. SAA动态变化对病毒和支原体CAP患者病情及预后的评估与预测价值[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(6): 592-596.
- [18] Uda H, Ebisu R, Maeda K, *et al.* Discrepancy between SAA and CRP levels linked to the difference of SAA/CRP ratio in the patients with early rheumatoid arthritis[J]. Mod Rheumatol, 2022, 32(6): 1035-1040.
- [19] 栾军, 袁杰, 张伟利. 中性粒细胞CD64表达指数降钙素原及血清淀粉样蛋白A/超敏C-反应蛋白比值在感染性肺炎患儿诊断中的应用价值[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37(9): 1639-1642.
- [20] 李毅刚, 张毕明. SAA、PCT、hs-CRP、WBC和SAA/hs-CRP比值在儿童呼吸道病毒感染性疾病中的诊断价值[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2022, 19(2): 67-70.
- [21] 陆明琰, 刘晓风, 张裕祥, 等. 血清APOC1、LDH及炎性感染指标在难治性支原体肺炎患儿中的表达水平及其与肺通气功能、预后效果的相关性分析[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(18): 3519-3523.
- [22] Wang SM, Jiang ZY, Li XJ, *et al.* Diagnostic value of serum LDH in children with refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia: a systematic review and meta-analysis[J]. Front Pediatr, 2023, 11(1): 1094118.
- [23] 申琰军, 刘秀莉, 王菲. 血清25羟维生素D、甲壳质酶蛋白40水平对儿童难治性支原体肺炎的诊断价值[J]. 中国医刊, 2022, 57(8): 880-883.
- [24] Yin HL, Mo SM. Value of combined detection of serum amyloid A, C-reactive protein and procalcitonin in differential diagnosis of respiratory tract infection in children of China[J]. Ann Med, 2022, 54(1): 1732-1737.
- [25] 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.
- [26] 宋玲妹, 季翠红. 血清YKL-40、HMGB1和E选择素检测在小儿肺炎支原体肺炎严重程度和预后中的临床价值[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(3): 353-357.

(责任编辑: 纪方方)



解放军医学杂志®