

C反应蛋白/白蛋白比值与重症肺炎患者病情严重程度的关系及其对28 d死亡风险的预测价值

付玉茹, 孙振康, 刘成, 李东风*

阜阳市人民医院重症医学科, 安徽阜阳 236000

[中图分类号] R563.1; R821.3⁶ [文献标志码] A [DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.0345.2024.1215

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 付玉茹, 孙振康, 刘成, 等. C反应蛋白/白蛋白比值与重症肺炎患者病情严重程度的关系及其对28 d死亡风险的预测价值[J]. 解放军医学杂志, 2025, 50(3): 309-317.

[收稿日期] 2024-01-18

[录用日期] 2024-05-11

[上线日期] 2024-12-15

[摘要] **目的** 探讨C反应蛋白/白蛋白比值(CAR)与重症肺炎患者病情严重程度的关系及其对28 d死亡风险的预测价值。**方法** 选择2020年1月—2022年1月阜阳市人民医院收治的152例重症肺炎患者作为研究对象进行回顾性分析。收集患者年龄、性别等临床资料, 依据病情严重程度分为非危重症组($n=51$)、危重症组($n=63$)与极危重症组($n=38$)。采用Pearson相关性分析CAR与病情严重程度[以急性生理学和慢性健康状况评价II(APACHE II)评分判定]的相关性, 多因素logistic回归分析筛选病情严重程度的独立影响因素。依据患者治疗28 d后的存活状况分为存活组($n=107$)与死亡组($n=45$)。按CAR从低到高等分为五分位数组(Q_1-Q_5), 采用多因素logistic回归分析探讨CAR与重症肺炎患者28 d死亡风险的相关性, 并采用限制性立方样条(RCS)模型分析CAR与死亡风险的剂量-反应关系。采用受试者操作特征(ROC)曲线分析CAR及相关指标对患者死亡风险的预测价值。**结果** CAR与APACHE II评分呈明显正相关($r=0.716$, $P<0.05$)。中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)、血乳酸(Lac)、CAR是重症肺炎患者病情严重程度的独立危险因素($P<0.05$)。校正混杂因素后, 随着CAR的升高, 患者死亡风险增高($P<0.05$)。对筛选的混杂因素进行亚组分析发现, 在不同的APACHE II评分、GCS评分、SOFA评分、白细胞计数(WBC)、中性粒细胞计数(NEU)、红细胞分布宽度(RDW)、降钙素原(PCT)、Lac间, CAR与重症肺炎患者28 d死亡风险的相关性稳定存在, 且与NLR、Lac亚组间存在交互作用($P<0.05$)。RCS模型显示, CAR与不同性别重症肺炎患者28 d死亡风险均不存在非线性剂量-反应关系。ROC曲线分析显示, CAR、Lac、NLR对重症肺炎患者28 d死亡风险的预测价值较好, 三者联合的预测效能明显高于单一指标。**结论** 重症肺炎患者CAR与病情进展及预后结局之间存在密切联系, 可作为评估病情严重程度的新指标, 有助于预测患者的死亡风险。

[关键词] C反应蛋白/白蛋白比值; 重症肺炎; 死亡风险; 预测价值

Relationship between C-reactive protein/albumin ratio and severity in patients with severe pneumonia and its predictive value for 28-day mortality risk

Fu Yu-Ru, Sun Zhen-Kang, Liu Cheng, Li Dong-Feng*

Department of Critical Care Medicine, Fuyang People's Hospital, Fuyang, Anhui 236000, China

*Corresponding author, E-mail: fylidongfeng@163.com

This work was supported by the Fuyang City Self Foundation Science and Technology Plan Project (FK202081003)

[Abstract] **Objective** To explore the relationship between C-reactive protein/albumin ratio (CAR) and the disease severity in patients with severe pneumonia, and its predictive value for 28-day mortality risk. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 152 patients with severe pneumonia admitted to Fuyang People's Hospital from January 2020 to January 2022. They were divided into non-critical illness group ($n=51$), critical illness group ($n=63$), and extremely critical illness group ($n=38$) based on the disease severity. The clinical data such as age and gender of patients was collected, and Pearson correlation analysis was used to

[基金项目] 阜阳市自筹经费科技计划项目(FK202081003)

[作者简介] 付玉茹, 硕士研究生, 主治医师, 主要从事呼吸重症方面的研究

[通信作者] 李东风, E-mail: fylidongfeng@163.com

explore the correlation between CAR and the severity of illness [determined by Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) score]. Multivariate logistic regression was employed to identify independent influencing factors of the severity of illness. According to the survival status of patients after 28 days of treatment, they were divided into survival group ($n=107$) and death group ($n=45$). CAR was categorized into quintiles (Q_1-Q_5), and multivariate logistic regression analysis was conducted to explore the correlation between CAR and 28-day mortality risk in severe pneumonia patients. A restricted cubic spline (RCS) model was used to analyze the dose-response relationship between CAR and mortality risk. The predictive value of CAR and related indicators for patient mortality risk was evaluated using the receiver operating characteristic curve (ROC). **Results** CAR was significantly positively correlated with the severity of the disease (APACHE II score) ($r=0.716, P<0.05$). Neutrophil/lymphocyte ratio (NLR), blood lactate (Lac), and high CAR were independent risk factors for the disease severity in patients with severe pneumonia ($P<0.05$). After adjusting for confounding factors, the mortality risk increased with the increase of CAR ($P<0.05$). Subgroup analysis of the screened confounding factors revealed that the correlation between CAR and 28-day mortality risk in severe pneumonia patients remained stable across different APACHE II scores, GCS scores, SOFA scores, white blood cell counts (WBC), neutrophils (NEU), red cell volume distribution width (RDW), procalcitonin (PCT), and Lac, with interactions observed between NLR and Lac subgroups ($P<0.05$). The RCS model indicated that there was no non-linear dose-response relationship between CAR and 28-day mortality risk in patients with severe pneumonia of different genders. ROC curve analysis showed that CAR, Lac, and NLR had good predictive value for 28-day mortality in severe pneumonia patients, with the combined predictive efficacy being significantly higher than that of individual indicators. **Conclusion** There is a close relationship between CAR and the progression and prognosis of severe pneumonia, making it a new approach to assessing the severity of illness and predicting mortality risk in patients.

[Key words] C-reactive protein/albumin ratio; severe pneumonia; risk of death; predictive value

肺炎是指由细菌、病毒或支原体引起的肺部感染性炎症^[1-4], 依据其严重程度可分为轻、中、重症肺炎^[5]。当患者表现出呼吸局促、意识不清、呼吸衰竭、循环障碍等症状时, 可认定为重症肺炎^[6-7]。重症肺炎起病迅速、进展快、并发症多^[8], 病死率极高^[9-10]。因此, 准确评估重症肺炎病情严重程度及预后情况并采取干预措施对于降低患者的病死率意义重大。C反应蛋白/白蛋白比值(C-reactive protein/albumin ratio, CAR)是一种新型的炎症评价指标^[11-13], 可用于评估呼吸道感染、急性冠脉综合征、脑梗死等多种疾病的病情严重程度及预后^[14-15], 但能否作为重症肺炎预后的评价指标尚不明确。本研究以152例重症肺炎患者作为研究对象, 评估CAR与病情严重程度的关系及其对28 d死亡风险的预测价值, 旨在为重症肺炎的临床治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选择2020年1月—2022年1月阜阳市人民医院收治的152例重症肺炎患者进行回顾性分析。其中男74例, 女78例, 年龄25~84(68.7 ± 3.2)岁。纳入标准: (1)符合重症肺炎的诊断标准(①感染性休克经积极液体复苏后仍需血管活性药物; ②需气管插管机械通气治疗)^[16]; (2)年龄>18岁; (3)临床资料完整。排除标准: (1)合并严重血液系统疾病; (2)合并恶性肿瘤; (3)合并肺结核及其他支气管疾病。本研究获阜阳市人民医院伦理委员会审批(2019-07-39)。

1.2 资料收集 收集患者年龄、性别、体重指数

(body mass index, BMI)、收缩压、舒张压、心率、受教育水平、家庭月收入、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、冠心病史、慢性阻塞性肺疾病史情况。记录患者入院首日的急性生理学和慢性健康状况评价II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)得分情况(总分为71分, 分值越高提示病情越严重)、脓毒症相关性器官衰竭评价(sepsis-related organ failure assessment, SOFA)得分情况(总分为24分, 分值越高提示病情越严重)及格拉斯哥昏迷量表(Glasgow coma scale, GCS)评分(总分为15分, 分数越低提示意识障碍越重)。

采集患者入院后24 h内的外周血标本5 ml, 检测总胆固醇(total cholesterol, TC)、三酰甘油(triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein, HDL-C)、空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、糖化血红蛋白(glycated hemoglobin, HbA_{1c})、糖化白蛋白(glycosylated albumin, GA)、C肽、白细胞计数(white blood cell count, WBC)、肌酐(serum creatinine, Scr)、同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)、血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、尿酸(uric acid, UA)、血小板计数(blood platelet, PLT)、血红蛋白(haemoglobin, Hb)、D-二聚体(D-dimer, D-D)、纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、中性粒细胞计数(neutrophils, NEU)、中性粒细胞百分比(neutrophil granulocyte, GR)、淋巴细胞计数(lymphocyte, LYM)、红细胞分布宽度(red cell volume distribution width, RDW)、中

性粒细胞/淋巴细胞比值(neutrophils/lymphocyte ratio, NLR)、谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)、血乳酸(blood lactic acid, Lac)、氧合指数(oxygenation index, OI)。采用乳酸增强免疫散射比浊法测定血清C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)水平,溴甲酚绿法测定血清白蛋白(albumin, ALB)水平,计算CAR。CAR=CRP/ALB。

1.3 分组及标准 采用APACHE II评分判定患者的病情严重程度。非危重症: <12分;危重症: 12~25分;极危重症: >25分。根据此标准将152例患者分为非危重症组($n=51$)、危重症组($n=63$)与极危重症组($n=38$)。此外,依据治疗28 d后的存活状况将152例患者分为死亡组($n=45$)与存活组($n=107$)。

1.4 指标分析 比较不同病情严重程度患者一般临床指标的差异。采用Pearson相关性分析CAR与APACHE II评分的相关性。将有统计学差异的指标作为自变量,将肺炎病情严重程度(危重症/极危重症=1,非危重症=0)作为因变量纳入多因素logistic回归分析,筛选重症肺炎患者病情严重程度的独立影响因素。此外,比较死亡组与存活组患者临床指标的差异;然后依据CAR从低到高等分为五分位数组(Q_1-Q_5),采用多因素logistic回归分析探讨CAR与重症肺炎患者28 d死亡风险的相关性,同时在不同亚组中分析死亡的发生风险;并进一步分析CAR与死亡风险的剂量-反应关系,以及CAR和相关指标对患

者死亡风险的预测效能。

1.5 统计学处理 采用SPSS 23.0软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用LSD- t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用Pearson相关性分析CAR与APACHE II评分的相关性;采用多因素logistic回归分析筛选重症肺炎病情严重程度的影响因素。采用限制性立方样条(restricted cubic splines, RCS)模型分析CAR与死亡风险的剂量-反应关系;采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析CAR及相关指标对患者死亡风险的预测价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同病情严重程度患者的临床资料比较 3组间GCS评分、SOFA评分、WBC、NEU、RDW、CRP、ALB、CAR、PCT、NLR、Lac、OI差异均有统计学意义($P<0.05$)。其中,与非危重症组比较,危重症组及极危重症组GCS评分、ALB、OI明显降低($P<0.05$),SOFA评分、WBC、NEU、RDW、CRP、CAR、PCT、NLR、Lac水平明显升高($P<0.05$)。与危重症组比较,极危重症组GCS评分、ALB、OI明显降低($P<0.05$),SOFA评分、WBC、NEU、RDW、CRP、CAR、PCT、NLR、Lac水平明显升高($P<0.05$) (表1)。

表1 不同病情严重程度重症肺炎患者的临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data of severe pneumonia patients with different degrees of illness

项目	非危重症组($n=51$)	危重症组($n=63$)	极危重症组($n=38$)	F/χ^2	P
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	67.8 \pm 3.1	68.0 \pm 3.5	68.2 \pm 2.9	0.197	0.657
BMI(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	23.69 \pm 2.84	23.75 \pm 2.96	23.73 \pm 3.25	0.066	0.797
收缩压(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	129.52 \pm 18.76	129.83 \pm 21.47	130.19 \pm 19.83	0.009	0.925
舒张压(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	83.19 \pm 6.25	83.05 \pm 7.39	82.94 \pm 7.34	0.184	0.668
心率(次/min, $\bar{x}\pm s$)	109.52 \pm 13.14	110.95 \pm 15.94	112.43 \pm 16.02	0.063	0.801
性别[例(%)]				0.204	0.651
男	24(47.1)	31(49.2)	19(50.0)		
女	27(52.9)	32(50.8)	19(50.0)		
受教育水平[例(%)]				0.003	0.957
本科及以上	10(19.6)	12(19.1)	7(18.4)		
高中、专科	19(37.3)	23(36.5)	14(36.8)		
初中及以下	22(43.1)	28(44.4)	17(44.8)		
家庭月收入[例(%)]				0.655	0.418
<2000元	11(21.6)	13(20.6)	8(21.1)		
2000~5000元	26(51.0)	32(50.8)	19(50.0)		
>5000元	14(27.4)	18(28.6)	11(28.9)		

(续表)

项目	非危重症组(n=51)	危重症组(n=63)	极危重症组(n=38)	F/ χ^2	P
吸烟史[例(%)]				0.424	0.515
是	22(43.1)	28(44.4)	17(44.7)		
否	29(56.9)	35(55.6)	21(55.3)		
饮酒史[例(%)]				0.070	0.792
是	20(39.2)	25(39.7)	15(39.5)		
否	31(60.8)	38(60.3)	23(60.5)		
高血压史[例(%)]				0.000	0.995
是	18(35.3)	22(34.9)	14(36.8)		
否	33(64.7)	41(65.1)	24(63.2)		
糖尿病史[例(%)]				0.637	0.425
是	13(25.5)	16(25.4)	10(26.3)		
否	38(74.5)	47(74.6)	28(73.7)		
冠心病史[例(%)]				0.127	0.721
是	14(27.5)	17(27.0)	10(26.3)		
否	37(72.5)	46(73.0)	28(73.7)		
慢性阻塞性肺疾病史[例(%)]				0.003	0.958
是	9(17.7)	11(17.5)	9(23.7)		
否	42(82.3)	52(82.5)	29(76.3)		
GCS评分(分, $\bar{x}\pm s$)	12.65±4.25	9.90±3.36 ⁽¹⁾	8.14±3.78 ⁽¹⁾⁽²⁾	10.791	<0.001
SOFA评分(分, $\bar{x}\pm s$)	10.98±4.56	11.23±3.84 ⁽¹⁾	13.57±3.92 ⁽¹⁾⁽²⁾	17.299	<0.001
TC(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	4.40±1.37	4.40±1.39	4.41±1.28	0.328	0.744
TG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.71±0.54	1.70±0.57	1.72±0.60	0.019	0.984
LDL-C(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	2.84±0.48	2.85±0.49	2.85±0.57	0.231	0.891
HDL-C(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.13±0.09	1.13±0.10	1.14±0.12	0.038	0.970
FPG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	6.06±0.71	6.07±0.72	6.07±0.68	0.088	0.930
HbA _{1c} (%, $\bar{x}\pm s$)	6.00±0.15	6.01±0.20	6.02±0.16	0.080	0.937
WBC($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	15.24±3.42	17.65±4.29 ⁽¹⁾	22.19±5.37 ⁽¹⁾⁽²⁾	3.017	0.003
NEU($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	7.58±1.69	9.92±1.47 ⁽¹⁾	11.84±2.70 ⁽¹⁾⁽²⁾	2.600	0.011
GR(%, $\bar{x}\pm s$)	77.26±9.89	77.33±8.73	78.16±7.98	0.215	0.643
LYM($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	1.52±0.39	1.54±0.42	1.60±0.45	0.336	0.562
RDW($\bar{x}\pm s$)	13.89±2.36	15.23±2.74 ⁽¹⁾	18.47±3.56 ⁽¹⁾⁽²⁾	4.862	0.027
CRP(mg/L, $\bar{x}\pm s$)	72.56±8.75	98.76±9.23 ⁽¹⁾	132.53±10.29 ⁽¹⁾⁽²⁾	7.629	0.006
ALB(g/L, $\bar{x}\pm s$)	34.10±3.42	30.45±2.98 ⁽¹⁾	28.36±3.15 ⁽¹⁾⁽²⁾	5.046	<0.001
CAR($\bar{x}\pm s$)	0.56±0.05	1.58±0.22 ⁽¹⁾	2.05±0.34 ⁽¹⁾⁽²⁾	9.503	<0.001
PCT(ng/ml, $\bar{x}\pm s$)	0.28±0.08	0.35±0.10 ⁽¹⁾	0.44±0.12 ⁽¹⁾⁽²⁾	4.738	<0.001
Scr($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)	85.27±9.89	86.37±9.21	87.46±8.73	1.647	0.098
Hcy($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)	16.24±2.33	16.29±2.40	16.33±2.29	0.158	0.875
BUN(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	6.00±1.87	6.01±1.94	6.03±1.98	0.108	0.914
UA($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)	345.48±65.74	345.63±69.05	346.71±72.36	0.578	0.567
PLT($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	193.39±20.98	193.70±21.43	194.34±21.22	0.344	0.732
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$)	110.67±9.87	110.69±9.96	111.05±9.35	0.061	0.951
FIB(g/L, $\bar{x}\pm s$)	3.60±0.93	3.62±0.86	3.64±1.00	0.234	0.815
ALT(U/L, $\bar{x}\pm s$)	27.31±7.16	27.58±7.24	28.19±8.45	0.199	0.842
AST(U/L, $\bar{x}\pm s$)	34.24±2.83	34.73±2.98	34.57±3.08	0.899	0.370
NLR($\bar{x}\pm s$)	4.33±1.15	5.28±1.39 ⁽¹⁾	7.36±2.03 ⁽¹⁾⁽²⁾	8.995	<0.001

(续表)

项目	非危重症组(n=51)	危重症组(n=63)	极危重症组(n=38)	F/ χ^2	P
D-D(mg/L, $\bar{x}\pm s$)	1.49±0.42	1.48±0.27	1.48±0.30	1.171	0.244
Lac(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	4.24±0.11	4.58±0.09 ⁽¹⁾	4.96±0.13 ⁽¹⁾⁽²⁾	2.716	0.007
OI(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	192.72±13.76	185.62±17.39 ⁽¹⁾	154.53±12.47 ⁽¹⁾⁽²⁾	8.995	<0.001

BMI. 体重指数; GCS. 格拉斯哥昏迷量表; SOFA. 脓毒症相关性器官衰竭评价; TC. 总胆固醇; TG. 三酰甘油; LDL-C. 低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C. 高密度脂蛋白胆固醇; FPG. 空腹血糖; HbA_{1c}. 糖化血红蛋白; WBC. 白细胞计数; NEU. 中性粒细胞计数; GR. 中性粒细胞百分比; LYM. 淋巴细胞计数; RDW. 红细胞分布宽度; CRP. C反应蛋白; ALB. 白蛋白; CAR. C反应蛋白/白蛋白比值; PCT. 降钙素原; Scr. 肌酐; Hcy. 同型半胱氨酸; BUN. 血尿素氮; UA. 尿酸; PLT. 血小板计数; Hb. 血红蛋白; FIB. 纤维蛋白原; ALT. 谷丙转氨酶; AST. 谷草转氨酶; NLR. 中性粒细胞/淋巴细胞比值; D-D. D-二聚体; Lac. 血乳酸; OI. 氧合指数; 与非危重症组比较, (1)*P*<0.05; 与危重症组比较, (2)*P*<0.05

2.2 CAR与重症肺炎患者病情严重程度的关系
Pearson 相关分析结果显示, CAR 与 APACHE II 评分呈明显正相关(*r*=0.716, *P*<0.05)。

2.3 重症肺炎患者病情严重程度的影响因素 将表 1 中有差异的指标作为自变量, 将肺炎病情严重程度(危重症/极危重症=1, 非危重症=0)作为因变量进行多因素 logistic 回归分析, 赋值如表 2 所示(由于 CAR 为 CRP 与 ALB 的比值, 故未将 CRP 和 ALB 纳入多因素分析)。结果显示, CAR、NLR、Lac 水平高是重症肺炎患者病情严重的独立危险因素(*P*<0.05, 表 3)。

表 2 自变量的赋值情况

Tab.2 The assignment status of the included independent variables

变量	赋值
GCS 评分	>10 分=1, ≤10 分=0
SOFA 评分	>11 分=1, ≤11 分=0
WBC	>18.36×10 ⁹ /L=1, ≤18.36×10 ⁹ /L=0
NEU	>10.35×10 ⁹ /L=1, ≤10.35×10 ⁹ /L=0
RDW	>15.27=1, ≤15.27=0
CAR	>1.50=1, ≤1.50=0
PCT	>0.36 ng/ml=1, ≤0.36 ng/ml=0
NLR	>5.24=1, ≤5.24=0
Lac	>4.55 mmol/L=1, ≤4.55 mmol/L=0
OI	>185.75 mmHg=1, ≤185.75 mmHg=0

GCS. 格拉斯哥昏迷量表; SOFA. 脓毒症相关性器官衰竭评价; WBC. 白细胞计数; NEU. 中性粒细胞计数; RDW. 红细胞分布宽度; CAR. C反应蛋白/白蛋白比值; PCT. 降钙素原; NLR. 中性粒细胞/淋巴细胞比值; Lac. 血乳酸; OI. 氧合指数

2.4 不同预后患者的临床资料比较 死亡组的 APACHE II 评分、SOFA 评分、WBC、NEU、RDW、CRP、CAR、PCT、NLR、Lac 水平明显高于存活组, GCS 评分、ALB、OI 明显低于存活组, 差异均有统计学意义(*P*<0.05, 表 4)。

2.5 CAR与重症肺炎患者 28 d 死亡的独立相关性 将表 4 中 *P*<0.05 的变量纳入 logistic 回归模型, 并逐步排除存在共线性的混杂因素, 最终校正年龄、性别、

表 3 重症肺炎患者病情严重程度的多因素分析

Tab.3 Multivariate analysis of severe pneumonia patients' illness

变量	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
GCS 评分	-1.094	1.112	0.967	0.335	0.458-0.781	0.069
SOFA 评分	0.928	0.874	1.362	2.529	0.356-7.921	0.055
WBC	0.374	3.753	0.672	1.453	0.256-5.695	0.174
NEU	0.921	0.756	1.432	2.512	0.782-3.427	0.098
RDW	1.056	0.983	3.582	2.874	0.439-3.222	0.136
CAR	1.139	0.677	2.176	3.123	1.568-7.439	0.003
PCT	0.983	0.261	2.965	2.673	0.428-3.189	0.081
NLR	0.931	0.638	2.131	2.538	1.278-5.468	0.017
Lac	1.359	1.018	1.788	3.894	1.952-4.931	0.024
OI	-0.620	0.515	1.449	0.538	0.278-1.768	0.153

GCS. 格拉斯哥昏迷量表; SOFA. 脓毒症相关性器官衰竭评价; WBC. 白细胞计数; NEU. 中性粒细胞计数; RDW. 红细胞分布宽度; CAR. C反应蛋白/白蛋白比值; PCT. 降钙素原; NLR. 中性粒细胞/淋巴细胞比值; Lac. 血乳酸; OI. 氧合指数

表 4 不同预后重症肺炎患者的临床资料比较

Tab.4 Comparison of clinical data of severe pneumonia patients with different prognoses

项目	存活组(n=107)	死亡组(n=45)	t/ χ^2	P
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	67.8±2.9	68.2±2.8	0.350	0.727
BMI(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	23.74±3.08	23.76±3.15	0.036	0.971
收缩压(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	129.32±18.56	130.86±19.30	0.328	0.744
舒张压(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	82.85±6.98	83.57±7.34	0.019	0.984
心率(次/min, $\bar{x}\pm s$)	109.93±15.36	111.84±14.57	0.512	0.610
性别[例(%)]			0.000	0.992
男	52(48.6)	22(48.9)		
女	55(51.4)	23(51.1)		
受教育水平[例(%)]			0.411	0.682
本科及以上	21(19.6)	8(17.8)		
高中、专科	39(36.5)	17(37.8)		
初中及以下	47(43.9)	20(44.4)		
家庭月收入[例(%)]			0.002	0.964
<2000 元	23(21.5)	9(20.0)		
2000~5000 元	54(50.5)	23(51.1)		
>5000 元	30(28.0)	13(28.9)		

(续表)

项目	存活组 (n=107)	死亡组 (n=45)	t/χ^2	P
吸烟[例(%)]			0.121	0.728
是	47(43.9)	20(44.4)		
否	60(56.1)	25(55.6)		
饮酒[例(%)]			0.356	0.551
是	42(39.2)	18(40.0)		
否	65(60.8)	27(60.0)		
高血压[例(%)]			0.149	0.700
是	38(35.5)	16(35.6)		
否	69(64.5)	29(64.4)		
糖尿病[例(%)]			0.544	0.461
是	27(25.2)	12(26.7)		
否	80(74.8)	33(73.3)		
冠心病[例(%)]			0.074	0.786
是	29(27.1)	12(26.7)		
否	78(72.9)	33(73.3)		
慢性阻塞性肺疾病 [例(%)]			0.293	0.588
是	21(19.6)	8(17.8)		
否	86(80.4)	37(82.2)		
APACHE II 评分 (分, $\bar{x}\pm s$)	19.14±4.28	24.75±5.32	6.850	<0.001
GCS 评分(分, $\bar{x}\pm s$)	12.26±3.15	9.69±3.39	9.541	<0.001
SOFA 评分(分, $\bar{x}\pm s$)	11.23±3.84	12.98±4.56	2.423	0.017
TC(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	4.40±1.30	4.41±1.29	1.031	0.307
TG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.71±0.58	1.72±0.61	0.265	0.791
LDL-C(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	2.84±0.52	2.85±0.53	0.859	0.391
HDL-C(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.13±0.11	1.14±0.10	0.001	0.977
FPG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	6.06±0.65	6.07±0.69	0.002	0.969
HbA _{1c} (%, $\bar{x}\pm s$)	6.02±0.20	6.01±0.17	0.475	0.629
WBC($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	15.42±4.62	22.16±5.23	7.892	<0.001
NEU($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	7.71±5.69	10.84±6.70	2.934	0.004
GR(%), $\bar{x}\pm s$)	77.46±8.73	78.27±9.89	0.502	0.617
LYM($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	1.61±0.42	1.52±0.39	1.231	0.220
RDW($\bar{x}\pm s$)	15.46±8.73	18.27±9.89	2.066	0.040
CRP(mg/L, $\bar{x}\pm s$)	17.28±10.38	33.66±36.17	4.299	<0.001
ALB(g/L, $\bar{x}\pm s$)	34.20±2.04	28.10±3.42	13.601	<0.001
CAR($\bar{x}\pm s$)	0.53±0.47	2.06±1.51	9.481	<0.001
PCT(ng/ml, $\bar{x}\pm s$)	4.24±2.49	9.21±3.08	10.451	<0.001
Scr($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)	86.23±8.67	86.54±9.32	0.098	0.903
Hcy($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)	16.32±2.56	16.30±2.47	0.137	0.975
BUN(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	6.01±1.82	6.02±1.79	0.003	0.960
UA($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)	346.22±69.47	347.39±68.45	0.002	0.966
PLT($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	133.28±33.21	125.96±30.12	1.274	0.205
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$)	110.97±10.64	111.25±11.26	0.321	0.736
FIB(g/L, $\bar{x}\pm s$)	3.64±0.56	3.66±0.67	0.074	0.921
ALT(U/L, $\bar{x}\pm s$)	50.98±16.84	52.12±16.97	0.380	0.704
AST(U/L, $\bar{x}\pm s$)	49.79±17.21	52.28±16.37	0.826	0.410

(续表)

项目	存活组 (n=107)	死亡组 (n=45)	t/χ^2	P
NLR($\bar{x}\pm s$)	4.28±2.09	7.33±2.45	7.797	<0.001
D-D(mg/L, $\bar{x}\pm s$)	1.47±0.32	1.49±0.38	0.983	0.328
Lac(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	4.28±0.09	4.94±0.11	38.575	<0.001
OI(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	197.62±17.39	142.72±13.76	18.831	<0.001

BMI. 体重指数; APACHE II. 急性生理学和慢性健康状况评价 II; TC. 总胆固醇; TG. 三酰甘油; LDL-C. 低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C. 高密度脂蛋白胆固醇; FPG. 空腹血糖; HbA_{1c}. 糖化血红蛋白; WBC. 白细胞计数; NEU. 中性粒细胞计数; GR. 中性粒细胞百分比; LYM. 淋巴细胞计数; RDW. 红细胞分布宽度; CRP. C 反应蛋白; ALB. 白蛋白; CAR. C 反应蛋白/白蛋白比值; PCT. 降钙素原; Scr. 肌酐; Hcy. 血同型半胱氨酸; BUN. 血尿素氮; UA. 尿酸; PLT. 血小板计数; Hb. 血红蛋白; FIB. 纤维蛋白原; ALT. 谷丙转氨酶; AST. 谷草转氨酶; NLR. 中性粒细胞/淋巴细胞比值; D-D. D-二聚体; Lac. 血乳酸; OI. 氧合指数

BMI、高血压、糖尿病、APACHE II 评分、GCS 评分、SOFA 评分、WBC、NEU、RDW、NLR、FIB、PCT、Lac、CRP 等协变量后(模型 5), 结果显示, CAR 与患者死亡风险仍存在独立相关性($OR=1.63$, $95\%CI 1.07\sim 1.95$, $P<0.001$)。将 CAR 转化为二分类变量后, 与较低的 CAR 比较, 较高的 CAR 与患者死亡风险存在独立相关性($OR=1.60$, $95\%CI 1.18\sim 1.84$, $P<0.001$)。与 CAR 最低的五分位数(Q_1)组比较, 随着 CAR 逐渐增高(Q_2-Q_5), 趋势性检验显示差异有统计学意义($P_{趋势}<0.001$)(表 5)。

2.6 CAR 与重症肺炎患者 28 d 死亡风险相关性的亚组分析 对筛选的混杂因素进行亚组分析发现, 在不同的 APACHE II 评分、GCS 评分、SOFA 评分、WBC、NEU、RDW、PCT、NLR、Lac 间, CAR 与重症肺炎患者 28 d 死亡风险的相关性稳定存在, 且与 NLR、Lac 亚组间存在交互作用($P<0.05$, 表 6)。

2.7 CAR 与重症肺炎患者 28 d 死亡的剂量-反应关系 RCS 模型分析结果显示, CAR 与不同性别重症肺炎患者 28 d 死亡风险均不存在非线性剂量-反应关系(图 1)。

2.8 CAR 及相关因素对重症肺炎患者 28 d 死亡的预测价值 ROC 曲线分析显示, CAR、Lac、NLR 对重症肺炎患者 28 d 死亡的预测价值良好, 三者联合的预测效能明显高于单一指标(表 7)。

3 讨 论

炎症反应作为机体对外部刺激或内部损伤的一种防御性反应, 在重症肺炎的发展过程中扮演着至关重要的角色。从初始的局部炎症反应到随后的全身炎症反应综合征, 乃至最终的多器官功能障碍综

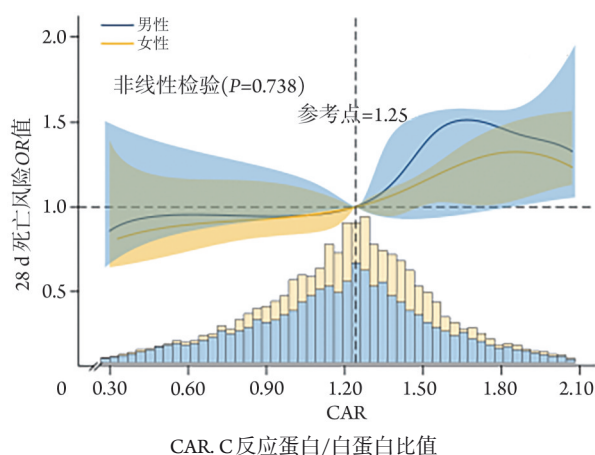


图1 CAR与重症肺炎患者28 d死亡的剂量-反应关系
Fig. 1 Dose-response relationship between CAR and 28-day mortality in patients with severe pneumonia

合征，炎症反应贯穿于重症肺炎的整个病理生理过程^[17-19]。这一过程不仅涉及大量炎性细胞的活化和炎性介质的释放，还伴随着一系列复杂的生理变化，如微循环障碍、代谢异常及免疫功能紊乱等，共同构成了重症肺炎复杂多变的临床表现和预后特征。

近年来，随着对炎症反应认识的深入，研究者们不断探索能够有效反映全身炎症状态的新型标志物，以期更准确地评估疾病的进展和预后。其中CAR作为一种新兴的炎症指标，逐渐展现出其在多种疾病(如胃癌、急性冠脉综合征及呼吸衰竭等)预后评估中的潜在应用价值^[20-22]。CAR结合了CRP和ALB两个关键指标的信息^[23-24]，前者作为急性时相反应蛋白，在感染、炎症及组织损伤时迅速升高，是反映机体炎症活动强度的敏感指标^[25]；后者则是

维持血浆胶体渗透压、运输物质及参与免疫反应的重要血浆蛋白，其水平下降往往预示着营养状况恶化及免疫功能受损^[26]。因此，CAR通过反映CRP与ALB之间的动态平衡，为评估全身炎症状态提供了新的视角。在发生重症肺炎时，CRP水平升高已被广泛认为是疾病活动和感染严重程度的标志，其动态变化对于指导抗感染治疗及预测疾病进展具有重要意义。

与此同时，有研究指出，重症肺炎患者常伴有低蛋白血症，这不仅反映了机体营养状况的恶化，也可能通过影响免疫功能、抗氧化能力及药物代谢等多个方面进一步加重病情并影响预后^[27]。因此，将CRP与ALB结合起来考虑，通过计算CAR，可更全面地评估重症肺炎患者的炎症负荷、营养状态及免疫功能，从而更准确地预测病情发展和短期预后。本研究通过对比分析不同病情严重程度重症肺炎患者的CAR水平，发现极危重症组及危重症组患者的CAR明显高于非危重症组，证实CAR与重症肺炎病情严重程度呈正相关关系。这一发现不仅支持了先前关于CAR作为炎症标志物在多种疾病预后评估中的价值的假设，还进一步拓展了其在重症肺炎领域的应用前景。

本研究还通过比较死亡组与存活组患者的CRP、ALB及CAR水平，揭示了CAR与重症肺炎患者28 d死亡风险的独立相关性，即使在排除了其他潜在的混杂因素后，这种相关性依然稳定存在。这一结果强调了CAR作为预后评估指标的可靠性及有效性。本研究进一步通过对不同亚组的深入分析发现，无论APACHE II评分、GCS评分、SOFA评分、WBC、

表5 CAR与重症肺炎患者28 d死亡的关系
Tab.5 The relationship between CAR and 28-day mortality in severe pneumonia patients

变量	未校正模型	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5
CAR	1.53(1.06~2.75)	1.62(1.04~2.87)	1.58(1.20~1.99)	1.56(1.24~2.47)	1.59(1.07~1.96)	1.63(1.07~1.95)
CAR二分类						
≤1.25	1	1	1	1	1	1
>1.25	1.47(1.21~1.89)	1.74(1.25~2.36)	1.69(1.34~2.87)	1.63(1.52~2.69)	1.58(1.20~1.76)	1.60(1.18~1.84)
CAR五分类						
Q ₁ (<0.50)	1	1	1	1	1	1
Q ₂ (0.50~0.83)	1.64(1.42~1.85)	1.73(1.54~1.96)	1.81(1.63~2.02)	1.89(1.69~2.13)	1.64(1.42~1.85)	1.73(1.54~1.96)
Q ₃ (0.83~1.59)	1.66(1.45~1.88)	1.76(1.57~1.99)	1.84(1.66~2.07)	1.92(1.71~2.18)	1.66(1.45~1.88)	1.76(1.57~1.99)
Q ₄ (1.59~2.05)	1.58(1.33~1.74)	1.61(1.42~1.83)	1.75(1.50~1.86)	1.83(1.64~2.04)	1.58(1.33~1.74)	1.61(1.42~1.83)
Q ₅ (>2.05)	1.46(1.03~1.94)	1.53(1.31~1.67)	1.84(1.47~2.03)	1.57(1.25~1.96)	1.55(1.39~1.77)	1.52(1.28~1.85)
P趋势	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

CAR.C反应蛋白/白蛋白比值；模型1.调整年龄、性别、BMI；模型2.调整年龄、性别、BMI、高血压、糖尿病、冠心病等；模型3.调整年龄、性别、BMI、高血压、糖尿病、冠心病、AST、ALT等；模型4.调整年龄、性别、BMI、高血压、糖尿病、冠心病、AST、ALT、GCS评分、SOFA评分、WBC、NEU、RDW、FIB、PCT、CRP等；模型5.调整年龄、性别、BMI、高血压、糖尿病、冠心病、AST、ALT、GCS评分、SOFA评分、WBC、NEU、RDW、FIB、PCT、NLR、Lac等

表6 CAR与重症肺炎患者28 d死亡风险相关性的亚组分析

Tab.6 Subgroup analysis of the correlation between CAR and 28-day mortality risk in patients with severe pneumonia

亚组	CAR五分位数组					P _{趋势}	P _{交互}
	Q ₁ 组	Q ₂ 组	Q ₃ 组	Q ₄ 组	Q ₅ 组		
APACHE II 评分(分)							0.753
≤20	1	1.18(0.34~1.22)	1.36(0.61~1.49)	1.54(0.78~1.65)	1.67(0.94~1.71)	0.058	
>20	1	1.84(1.63~2.12)	1.90(1.73~2.11)	2.07(1.90~2.21)	2.14(1.99~2.35)	0.025	
GCS 评分(分)							0.925
≤10	1	2.05(1.81~2.37)	2.13(1.91~2.45)	2.34(2.12~2.55)	2.41(2.18~2.72)	0.039	
>10	1	1.05(0.75~1.73)	1.29(0.84~1.41)	1.34(0.95~1.52)	1.45(1.14~1.61)	0.067	
SOFA 评分(分)							0.169
≤11	1	1.03(0.96~1.15)	1.12(0.75~1.37)	1.28(0.90~1.49)	1.36(0.98~1.47)	0.074	
>11	1	1.47(1.21~1.89)	1.54(1.25~2.36)	1.69(1.34~2.87)	1.73(1.52~2.69)	0.045	
WBC(×10 ⁹ /L)							0.095
≤18.36	1	1.16(0.93~1.34)	1.23(0.91~1.47)	1.34(0.87~1.53)	1.57(0.95~1.96)	0.097	
>18.36	1	1.58(1.33~1.74)	1.61(1.42~1.83)	1.75(1.50~1.86)	1.83(1.64~2.04)	0.036	
NEU(×10 ⁹ /L)							0.178
≤10.35	1	1.20(0.75~1.35)	1.31(0.94~1.52)	1.45(0.89~1.61)	1.56(0.97~1.84)	0.085	
>10.35	1	1.56(1.25~1.78)	1.69(1.35~1.87)	1.78(1.43~1.89)	1.84(1.35~1.92)	0.034	
RDW							0.225
≤15.27	1	1.18(0.87~1.36)	1.22(0.80~1.47)	1.30(0.98~1.55)	1.54(0.76~1.68)	0.172	
>15.27	1	1.76(1.57~2.06)	1.92(1.80~2.27)	1.92(1.67~2.15)	1.98(1.78~2.15)	0.048	
PCT(ng/ml)							0.074
≤0.36	1	1.09(0.38~1.65)	1.20(0.63~1.75)	1.37(0.86~1.78)	1.37(0.92~1.67)	0.162	
>0.36	1	1.59(1.42~1.81)	1.78(1.54~1.92)	1.86(1.71~1.99)	1.94(1.78~2.15)	0.025	
NLR							0.043
≤5.24	1	0.98(0.26~1.43)	1.03(0.87~1.46)	1.18(0.75~1.83)	1.26(0.80~1.89)	0.094	
>5.24	1	1.64(1.48~1.87)	1.73(1.61~1.87)	1.76(1.54~1.93)	1.82(1.67~2.06)	0.037	
Lac(mmol/L)							0.048
≤4.55	1	0.99(0.76~1.73)	1.02(0.67~1.86)	1.10(0.82~1.79)	1.25(0.70~1.85)	0.163	
>4.55	1	1.61(1.45~1.86)	1.68(1.50~1.90)	1.71(1.52~1.97)	1.80(1.62~1.94)	0.040	
OI(mmHg)							0.185
≤185.75	1	0.88(0.59~2.06)	0.75(0.42~1.29)	0.67(0.41~1.30)	0.53(0.22~1.29)	0.326	
>185.75	1	0.67(0.55~1.21)	0.51(0.34~1.33)	0.43(0.36~1.41)	0.39(0.16~1.40)	0.059	

CAR. C反应蛋白/白蛋白比值; APACHE II. 急性生理学和慢性健康状况评价 II; GCS. 格拉斯哥昏迷量表; SOFA. 脓毒症相关性器官衰竭评价; WBC. 白细胞计数; NEU. 中性粒细胞计数; RDW. 红细胞分布宽度; PCT. 降钙素原; NLR. 中性粒细胞/淋巴细胞比值; Lac. 血乳酸; OI. 氧合指数

表7 CAR及相关因素对重症肺炎患者28 d死亡的预测价值

Tab.7 The predictive value of CAR and related factors on 28-day mortality in patients with severe pneumonia

指标	AUC	95%CI	P	敏感度(%)	特异度(%)
CAR	0.790	0.721~0.822	<0.001	86.10	79.20
Lac	0.705	0.633~0.749	<0.001	80.57	73.65
NLR	0.714	0.636~0.736	<0.001	81.65	74.28
三者联合	0.835	0.795~0.868	<0.001	92.53	91.65

CAR. C反应蛋白/白蛋白比值; Lac. 血乳酸; NLR. 中性粒细胞/淋巴细胞比值; AUC. 曲线下面积

NEU、RDW、PCT、Lac 如何变化, CAR与重症肺炎患者28 d死亡风险的相关性均保持稳定, 且各亚组间未观察到交互作用, 进一步证实了CAR作为预后评估指标的广泛适用性和稳定性。此外, 利用RCS模型分析CAR与重症肺炎患者28 d死亡风险的剂量-反应关系, 均未观察到在不同性别中的非线性关系, 进一步强化了CAR作为预后预测工具的准确性和可靠性。

综上所述, 本研究发现, 高CAR是重症肺炎患者病情严重程度的独立危险因素, 且随着CAR的升高, 患者的死亡风险增高, 因此, CAR可作为评估

病情严重程度的新途径,有助于预测患者的死亡风险。然而,本研究为回顾性研究,且样本量较小,存在一定的局限性。未来仍需开展多中心、大样本的前瞻性研究,以进一步明确CAR与重症肺炎病情严重程度的关系。

【参考文献】

- [1] 刘胜,范承武. CT诊断重症肺炎支原体肺炎的价值[J]. 中国医学物理学杂志, 2021, 38(7): 842-845.
- [2] 方堃,卓越,徐荣良,等. 重症肺炎患者病原学特点及Th1/Th2/Th17相关细胞因子的诊断价值分析[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2021, 16(5): 501-504.
- [3] 邹健,戴吉,钱晴,等. 肺部超声评分与重症肺炎患者病情进展的相关性[J]. 临床超声医学杂志, 2021, 23(3): 208-211.
- [4] 董娜,岳红梅,何瑶,等. 新型冠状病毒奥密克戎变异株免疫逃逸的研究进展[J]. 解放军医学杂志, 2023, 48(5): 621-626.
- [5] 勾璇,刘亚男,陈志良,等. 血清S100A12、sRAGE对老年重症肺炎预后评估的价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2021, 20(22): 2395-2398.
- [6] Liu J, Han P, Wu JW, *et al.* Prevalence and predictive value of hypocalcemia in severe COVID-19 patients[J]. *J Infect Public Health*, 2020, 13(9): 1224-1228.
- [7] 董雪梅,周义东,钟静,等. 探究重症肺炎患者HCT-ALB差值、Cys C、Ca的临床意义[J]. 武警后勤学院学报(医学版), 2021, 30(8): 45-46, 49.
- [8] 符传铨,夏鹰,陈华澎. 外周血白细胞计数、C反应蛋白/白蛋白比值与动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者短期预后相关性研究[J]. 创伤与急危重病医学, 2021, 9(2): 101-104.
- [9] Johnstone J, Meade M, Lauzier F, *et al.* Effect of probiotics on incident ventilator-associated pneumonia in critically ill patients: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2021, 326(11): 1024-1033.
- [10] 李石,周杰,赵平,等. cNO期胃癌患者术前中性粒细胞淋巴细胞比血小板淋巴细胞比和C反应蛋白白蛋白比与术后淋巴转移的关系[J]. 中国肿瘤临床, 2021, 48(5): 230-234.
- [11] 张春玲,杨远见,刘畅,等. 血清降钙素原、肝素结合蛋白、白细胞介素-6联合序贯器官衰竭评分对重症肺炎患者预后评估的意义[J]. 实用医学杂志, 2022, 38(2): 168-172.
- [12] 曹璐,雍素云,张鹏,等. 重症监护病房重症肺炎婴儿死亡危险因素分析[J]. 中国药业, 2022, 31(1): 119-123.
- [13] Malinverni S, Ochogavia Q, Lecrenier S, *et al.* Severe vitamin D deficiency in patients admitted to the emergency department with severe sepsis is associated with an increased 90-day mortality[J]. *Emerg Med J*, 2023, 40(1): 36-41.
- [14] Krishnakumar C, Ananthkrishnan AN, Boyle BM, *et al.* Early change in fecal calprotectin predicts one-year outcome in children newly diagnosed with ulcerative colitis[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2022, 74(1): 72-78.
- [15] 苏文韬,吴祖飞,陈诗,等. C反应蛋白/白蛋白比值与其他炎症参数对急诊PCI术后院内不良事件的预测价值比较[J]. 解放军医学杂志, 2023, 48(10): 1186-1193.
- [16] 中国医师协会急诊医师分会. 中国急诊重症肺炎临床实践专家共识[J]. 中国急救医学, 2016, 36(2): 97-107.
- [17] 李宁,李静,高华. 早期预警护理对ICU重症肺炎机械通气患者预后的影响[J]. 临床与病理杂志, 2021, 41(1): 163-168.
- [18] 尹琳琳,朱一堂,王文龙. 降钙素原、C反应蛋白、血清淀粉样蛋白A在儿童细菌性与非细菌性医院获得性肺炎中的鉴别诊断价值[J]. 医学综述, 2022, 28(2): 406-410, 416.
- [19] 吴亚光,刘静,陈乐乐,等. qSOFA评分联合氧合指数对老年重症肺炎合并呼吸衰竭患者病情严重程度及预后的评估的临床价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(10): 1038-1041.
- [20] 邓兴旺,齐旭辉,杨绍贤,等. 人血白蛋白在重症烧伤休克早期液体复苏中应用的临床观察[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版), 2022, 17(1): 47-53.
- [21] Kreutmair S, Unger S, Núñez NG, *et al.* Distinct immunological signatures discriminate severe COVID-19 from non-SARS-CoV-2-driven critical pneumonia[J]. *Immunity*, 2022, 55(2): 366-375.
- [22] 陶丽丽,杨其霖,陈维校. 入重症监护室时血乳酸水平对脓毒症患者急性肾损伤发生的预测价值[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(14): 41-44, 53.
- [23] Stanski NL, Wong HR. Prognostic and predictive enrichment in sepsis[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2020, 16(1): 20-31.
- [24] Yu B, Li X, Chen J, *et al.* Evaluation of variation in D-dimer levels among COVID-19 and bacterial pneumonia: a retrospective analysis[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2020, 50(3): 548-557.
- [25] 罗冰燕,刘伟洪,张晓亮,等. NLR、PLR、hs-CRP预测ICU重症肺炎死亡风险[J/CD]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2021, 14(3): 338-340.
- [26] 李佳,刘超,胡姝雯,等. 血清降钙素原、高迁移率族蛋白1及急性生理与慢性健康评分系统II评分对重症肺炎患儿预后的评估[J]. 中国临床医生杂志, 2021, 49(12): 1494-1497.
- [27] Wool GD, Miller JL. The impact of COVID-19 disease on platelets and coagulation[J]. *Pathobiology*, 2021, 88(1): 15-27.

(责任编辑: 张小利)