

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.09.010

消化系统疾病专题

重症急性胰腺炎早期炎性介质清除率与可溶性血栓调节蛋白对临床转归的预测价值

谢于祥,黎金国,潘宇翔,吴维雄,许慧慧



基金项目: 海南省卫生健康行业科研课题(24A200076)

作者单位: 570311 海口,海南医科大学第二附属医院重症医学科一区

通信作者: 许慧慧, E-mail: 55051948@qq.com

【摘要】目的 探讨重症急性胰腺炎(SAP)患者早期炎性介质清除率与可溶性血栓调节蛋白(sTM)水平对临床转归的预测价值,构建联合预测模型并评价其效能。**方法** 回顾性选取2022年6月—2025年6月海南医科大学第二附属医院重症医学科一区收治的SAP患者110例,根据发病28 d内的临床转归分为预后良好组72例与预后不良组38例。采用多因素Logistic回归分析SAP患者预后不良的影响因素;Pearson相关性分析早期炎性介质清除率、sTM与病情严重程度的相关性;受试者工作特征(ROC)曲线评估各指标及联合模型预测SAP患者预后不良的价值,并构建列线图风险预测模型;采用校准曲线及决策曲线(DCA)验证模型的可靠性与临床实用性。**结果** 预后不良组早期炎性介质清除率低于预后良好组,sTM水平高于预后良好组($t/P=6.981/<0.001$, $5.709/<0.001$);SAP患者早期炎性介质清除率与APACHE II评分、SOFA评分呈显著负相关($r/P=-0.725/<0.001$, $-0.763/<0.001$),sTM水平与APACHE II评分、SOFA评分呈显著正相关($r/P=0.682/<0.001$, $0.716/<0.001$);PCT高、APACHE II评分高、SOFA评分高、MODS发生率 ≥ 1 种,sTM高为SAP患者28 d不良预后的独立危险因素[$OR(95\%CI)=3.400(2.138\sim 5.406)$ 、 $1.423(1.242\sim 1.631)$ 、 $3.519(2.161\sim 5.730)$ 、 $13.125(5.038\sim 34.195)$ 、 $3.268(2.062\sim 5.180)$],早期炎性介质清除率、sTM为独立保护因素[$OR(95\%CI)=0.935(0.904\sim 0.967)$];列线图风险预测模型经Bootstrap验证,预测概率与实际观测概率一致性良好,DCA曲线提示其具有良好临床应用价值;ROC结果显示联合6项指标的预测模型2($AUC=0.999$, $95\%CI 0.996\sim 1.000$)预测效能最优,优于单一指标及sTM联合早期炎性介质清除率的预测模型1。**结论** 早期炎性介质清除率、sTM水平联合PCT水平、APACHE II评分、SOFA评分、MODS发生情况构建的预测模型,可精准预测SAP患者28 d不良预后,列线图为临床早期风险分层及个体化治疗提供可靠参考。

【关键词】 重症急性胰腺炎;早期炎性介质清除率;可溶性血栓调节蛋白;临床转归;预测价值**【中图分类号】** R576 **【文献标识码】** A

Predictive value of early inflammatory clearance rate and soluble thrombomodulin levels for clinical outcomes in severe acute pancreatitis Xie Yuxiang, Li Jinguo, Pan Yuxiang, Wu Weixiong, Xu Huihui. Department of Critical Care Medicine, the Second Affiliated Hospital of Hainan Medical University, Hainan, Haikou 570311, China

Funding program: Scientific Research Project in the Health Industry of Hainan Province (24A200076)

Corresponding author: Xu Huihui, E-mail: 55051948@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the predictive value of early inflammatory clearance rate and soluble thrombomodulin (sTM) levels for clinical outcomes in patients with severe acute pancreatitis (SAP), construct a combined predictive model, and evaluate its efficacy. **Methods** We retrospectively analyzed clinical data from 110 SAP patients admitted to our hospital between June 2022 and June 2025. Patients were categorized into a favorable prognosis group ($n=72$) and an unfavorable prognosis group ($n=38$) based on clinical outcomes within 28 days of onset. Clinical baseline characteristics, laboratory parameters, early inflammatory clearance rate, and sTM levels were compared between groups. Multivariate logistic regression identified independent prognostic risk factors. Receiver operating characteristic (ROC) curves assessed the predictive value of individual markers and the combined model, leading to the development of a nomogram-based risk prediction model. **Results**

The unfavorable prognosis group exhibited significantly higher sTM levels and significantly lower early inflammatory clearance rate compared with the favorable prognosis group ($t/P=5.709/<0.001$; $6.981/<0.001$). The unfavorable prognosis group also showed significantly higher APACHE II scores, SOFA scores, and PCT levels than the favorable prognosis group ($t/P=$

7.299/ <0.001 ; 10.433/ <0.001 ; 7.445/ <0.001), as well as a significantly higher incidence of MODS ($\chi^2/P=32.894/ <0.001). Elevated PCT levels, high APACHE II scores, high SOFA scores, high MODS incidence, and elevated sTM were all independent risk factors for poor 28-day outcomes in SAP patients, while a high early inflammatory clearance rate was an independent protective factor (all $P<0.001$). ROC curve analysis revealed that the predictive model combining these six indicators ($AUC=0.999$; 95% CI : 0.996–1.000) demonstrated optimal predictive performance, with a sensitivity of 100.00% and a specificity of 97.22%, surpassing both individual indicator models and the model combining sTM with early inflammatory clearance rate ($AUC=0.888$). Bootstrap validation of the nomogram confirmed good consistency between predicted and observed probabilities, and the DCA curve indicated significant clinical applicability. **Conclusion** The predictive model combining early inflammatory clearance rate, sTM levels, APACHE II score, SOFA score, PCT levels, and MODS occurrence accurately predicts 28-day adverse outcomes in SAP patients. The nomogram provides reliable guidance for early clinical risk stratification and individualized treatment.$

【Key words】 Severe acute pancreatitis; Early clearance rate of inflammatory mediators; Soluble thrombomodulin; Clinical outcome; Predictive value

重症急性胰腺炎 (severe acute pancreatitis, SAP) 是临床常见危重疾病,以胰腺急性炎性反应、出血、坏死为核心病理改变,常伴全身炎性反应综合征 (systemic inflammatory response syndrome, SIRS) 与多器官功能损伤,病死率达 15%~30%^[1]。SAP 病情进展迅猛,早期精准识别高危患者是改善预后的关键。当前临床常用急性生理学及慢性健康状况评估 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 评分和序贯器官衰竭评估 (sequential organ failure assessment, SOFA) 评分,但循证研究表明,两类评分在疾病早期阶段的预测敏感性与特异性存在明显不足,单独用于早期预后判断的临床价值有限^[2]。炎性反应失衡是 SAP 的核心病理环节,早期炎性介质清除效率直接影响疾病进程^[3]。可溶性血栓调节蛋白 (soluble thrombomodulin, sTM) 是反映血管内皮损伤的特异性标志物,血浆 sTM 水平的动态变化可有效评估 SAP 病情严重程度,其异常升高与患者不良临床预后显著相关^[4]。但单一指标预测效能有限,难以覆盖 SAP 复杂的病理生理过程。本研究回顾性分析 110 例 SAP 患者的临床资料,探讨早期炎性介质清除率、sTM 及相关指标对 28 d 临床转归的预测价值,筛选独立危险因素并构建联合预测模型,以期为临床早期风险分层、优化治疗策略及改善预后提供依据,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性选取 2022 年 6 月—2025 年 6 月海南医科大学第二附属医院重症医学科一区收治的 SAP 患者 110 例,根据发病 28 d 内的临床转归分为预后良好组 72 例与预后不良组 38 例。预后不良组降钙素原 (PCT) 水平、APACHE II 评分、SOFA 评分高于预后良好组 ($P<0.01$); 2 组其他临床资料比较,差异均无

统计学意义 ($P>0.05$), 见表 1。本研究已通过医院伦理委员会审批 (2025070106), 患者和/或家属均知情同意并签署知情同意书。

表 1 预后良好组与预后不良组 SAP 患者临床资料比较

Tab.1 Comparison of patient characteristics between the favorable prognosis group and the unfavorable prognosis group

项 目	预后良好组 ($n=72$)	预后不良组 ($n=38$)	t/χ^2 值	P 值
性别[例(%)]	男 43(59.72) 女 29(40.28)	23(60.53) 15(39.47)	0.007	0.935
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	54.76 $\pm$ 11.38	56.29 $\pm$ 10.85	0.681	0.497
BMI($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	24.36 $\pm$ 3.81	25.12 $\pm$ 3.57	1.016	0.312
吸烟史[例(%)]	26(36.11)	18(47.37)	1.313	0.252
饮酒史[例(%)]	23(31.94)	16(42.11)	1.122	0.289
高血压[例(%)]	25(34.72)	14(36.84)	0.049	0.825
糖尿病[例(%)]	19(26.39)	11(28.95)	0.082	0.774
冠心病[例(%)]	12(16.67)	8(21.05)	0.322	0.571
脑血管病[例(%)]	7(9.72)	5(13.16)	0.302	0.583
胰腺炎家族史[例(%)]	3(4.17)	4(10.53)	1.688	0.194
发病诱因[例(%)]			0.039	0.998
胆源性	32(44.44)	17(44.74)		
酒精性	18(25.00)	10(26.31)		
高脂血症性	14(19.44)	7(18.42)		
其他	8(11.12)	4(10.53)		
AMY($\bar{x}\pm s$, U/L)	836.47 $\pm$ 321.85	872.39 $\pm$ 305.62	0.566	0.572
LPS($\bar{x}\pm s$, U/L)	643.72 $\pm$ 289.54	678.41 $\pm$ 276.38	0.607	0.545
WBC($\bar{x}\pm s$, $\times 10^9$ /L)	12.83 $\pm$ 4.76	13.59 $\pm$ 4.52	0.810	0.420
PLT($\bar{x}\pm s$, $\times 10^9$ /L)	215.38 $\pm$ 76.42	208.65 $\pm$ 73.81	0.444	0.658
PCT($\bar{x}\pm s$, μ g/L)	2.13 $\pm$ 1.05	3.87 $\pm$ 1.36	7.445	<0.001
APACHE II 评分($\bar{x}\pm s$, 分)	12.47 $\pm$ 3.85	18.52 $\pm$ 4.63	7.299	<0.001
SOFA 评分($\bar{x}\pm s$, 分)	4.38 $\pm$ 1.76	8.36 $\pm$ 2.15	10.433	<0.001

1.2 病例选择标准 (1) 诊断标准: 患者均符合《中国急性胰腺炎诊治指南 (2021)》^[5] 中 SAP 的诊断标准, 在急性胰腺炎 (acute pancreatitis, AP) 基础上, 满足以下任意一项: ① 局部并发症 (胰腺坏死、假性囊肿、

胰腺脓肿等);②器官功能衰竭;③APACHE II 评分 ≥ 8 分;④SOFA 评分 ≥ 2 分。(2)纳入标准:①年龄 18~75 岁,性别不限;②发病至入院时间 ≤ 48 h;③临床资料完整,包括基线资料、实验室检查结果、治疗记录及预后随访数据(随访方式以门诊随访为主,结合电话随访补充;随访时间 ≥ 28 d,或随访至患者死亡)。(3)排除标准:①慢性胰腺炎急性发作、胰腺癌合并胰腺炎;②合并严重肝脏疾病、肾脏疾病、凝血功能障碍、自身免疫性疾病;③妊娠期或哺乳期女性;④入院后 24 h 内自动出院或放弃治疗;⑤临床资料缺失关键数据。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 临床资料收集:收集性别、年龄、体质量指数(BMI)、发病诱因(胆源性、酒精性、高脂血症性、其他)、既往病史(高血压、糖尿病、冠心病),入院 24 h 内的 APACHE II 评分与 SOFA 评分等临床资料。

1.3.2 实验室指标检测:所有患者于入院后 24 h 内采集肘静脉血 5 ml,置于无抗凝剂真空采血管中,室温静置 30 min,3 000 r/min 离心 10 min,分离上层血清,分装后置于 -80°C 冰箱保存待测。采用全自动生化分析仪(美国贝克曼库尔特有限公司,型号:AU5800)检测淀粉酶(AMY)、脂肪酶(LPS)、肝功能指标、肾功能指标水平;采用电化学发光免疫分析仪(瑞士罗氏诊断有限公司,型号:Cobase601)检测 PCT 水平;采用免疫比浊法检测 C 反应蛋白(CRP)水平(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司,货号:CR103);采用全自动血液分析仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司,型号:BC-6800)检测白细胞计数(WBC)、血小板计数(PLT);采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测 sTM 水平(上海酶联生物科技有限公司,货号:ML-SAP-001)。

1.3.3 早期炎性介质清除率计算:早期炎性介质清除率定义为发病第 7 d 与第 1 d 血清 CRP 水平的差值占第 1 d CRP 水平的百分比(%)。

1.3.4 并发症:记录患者发病 28 d 内多器官功能障碍综合征(MODS),包括呼吸功能障碍、肾功能障碍、心血管功能障碍、肝功能障碍、凝血功能障碍等。

1.3.5 病情严重程度及预后判定:(1)病情严重程度判定:以入院 24 h 内 APACHE II 评分、SOFA 评分评估全身病情与器官功能损伤程度。(2)28 d 预后判定标准:①预后良好:经规范治疗后临床症状、体征及实验室指标显著改善,器官功能完全恢复正常,无胰腺假性囊肿、感染性坏死、肠瘘等严重并发症,顺利治愈出院;②预后不良:发病 28 d 内死亡;或存活但合并持续性器官功能障碍(呼吸、循环、肾脏、肝脏、凝血功能中任意一项衰竭持续 ≥ 48 h);或出现严重感染/局部并发

症(感染性胰腺坏死、脓毒症、腹腔出血、消化道瘘),需长期监护、手术或介入干预,严重影响短期康复。(3)器官功能障碍判定标准:①呼吸功能障碍:需机械通气支持;②循环功能障碍:需血管活性药物维持血压;③肾功能障碍:肌酐显著升高或需肾脏替代治疗;④肝功能障碍:总胆红素显著升高伴转氨酶明显升高;⑤凝血功能障碍:血小板显著降低、凝血酶原时间明显延长。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 26.0 软件统计分析数据。计数资料以频数或构成比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;采用多因素 Logistic 回归分析 SAP 患者预后不良的影响因素;Pearson 相关性分析早期炎性介质清除率、sTM 与病情严重程度的相关性;受试者工作特征(ROC)曲线评估各指标及联合模型预测 SAP 患者预后不良的价值,并构建列线图(Nomogram)风险预测模型;采用校准曲线及决策曲线(DCA)验证模型的可靠性与临床实用性。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组早期炎性介质清除率、sTM 水平比较 预后不良组早期炎性介质清除率低于预后良好组,sTM 水平高于预后良好组,差异均有统计学意义($P<0.01$),见表 2。

表 2 预后良好组与预后不良组 SAP 患者早期炎性介质清除率、sTM 水平比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of early inflammation clearance rates and sTM levels between patients in the poor-prognosis group and the good-prognosis group

组 别	例数	早期炎性介质清除率(%)	sTM($\mu\text{g/L}$)
预后良好组	72	58.73 $\pm$ 12.65	3.26 $\pm$ 1.18
预后不良组	38	41.38 $\pm$ 11.89	4.76 $\pm$ 1.53
t 值		6.981	5.709
P 值		<0.001	<0.001

2.2 早期炎性介质清除率、sTM 与病情严重程度的相关性分析 Pearson 相关性分析结果显示,SAP 患者早期炎性介质清除率与 APACHE II 评分、SOFA 评分呈显著负相关($P<0.01$),提示早期炎性介质清除率越高,患者全身病情严重程度越轻,器官功能损伤程度越低;sTM 水平与 APACHE II 评分、SOFA 评分呈显著正相关($P<0.01$),提示 sTM 水平越高,血管内皮损伤越重,患者病情危重程度及器官衰竭风险越高,见表 3。

表 3 SAP 患者早期炎性介质清除率、sTM 与病情严重程度的相关性分析

Tab.3 Correlation between early inflammation clearance rates, sTM and disease severity

指 标	APACHE II 评分		SOFA 评分	
	r 值	P 值	r 值	P 值
早期炎性介质清除率	-0.725	<0.001	-0.763	<0.001
sTM	0.682	<0.001	0.716	<0.001

2.3 2 组并发症比较 预后不良组 MODS、呼吸功能障碍、肾功能障碍、心血管功能障碍、肝功能障碍、凝血功能障碍发生率均高于预后良好组 ($P < 0.01$ 或 < 0.05), 见表 4。

表 4 预后良好组与预后不良组 SAP 患者并发症比较 [例(%)]

Tab.4 Comparison of complications between patients in the poor-prognosis group and the good-prognosis group

项 目	预后良好组 (n=72)	预后不良组 (n=38)	χ^2 值	P 值
MODS	16(22.22)	30(78.95)	32.894	<0.001
呼吸功能障碍	8(11.11)	22(57.89)	27.446	<0.001
肾功能障碍	6(8.33)	18(47.37)	22.218	<0.001
心血管功能障碍	4(5.56)	15(39.47)	20.025	<0.001
肝功能障碍	5(6.94)	9(23.68)	6.275	0.012
凝血功能障碍	3(4.17)	7(18.42)	6.115	0.013

2.4 多因素 Logistic 回归分析 SAP 患者预后不良的影响因素 以 SAP 患者预后不良为因变量(赋值:是“1”;否“0”), 以上述结果中 $P < 0.05$ 项目(连续变量,原值代入)为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示:PCT 高、APACHE II 评分高、SOFA 评分高、发生 MODS、sTM 高为 SAP 患者 28 d 不良预后的独立危险因素,早期炎性介质清除率高为独立保护因素($P < 0.01$),见表 5。

表 5 多因素 Logistic 回归分析 SAP 患者预后不良的影响因素

Tab.5 Multivariate Logistic regression analysis of risk factors for poor prognosis in SAP patients

自变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
PCT 高	1.224	0.237	5.170	<0.001	3.400	2.138~5.406
APACHE II 评分高	0.353	0.070	5.068	<0.001	1.423	1.242~1.631
SOFA 评分高	1.258	0.249	5.056	<0.001	3.519	2.161~5.730
发生 MODS	2.575	0.489	5.270	<0.001	13.125	5.038~34.195
早期炎性介质清除率高	-0.067	0.017	-3.908	<0.001	0.935	0.904~0.967
sTM 高	1.184	0.235	5.038	<0.001	3.268	2.062~5.180

2.5 SAP 患者预后不良影响因素的列线图模型构建 基于上述 6 个影响因素构建列线图风险预测模型, 见图 1。通过 Bootstrap 重抽样技术(1 000 次)对模型

进行验证,结果显示预测概率与实际观测概率之间存在良好的一致性,DCA 分析结果显示,曲线阈值概率为 0.1~0.9,大多数曲线位于无效线 None 与 All 之上, 见图 2。

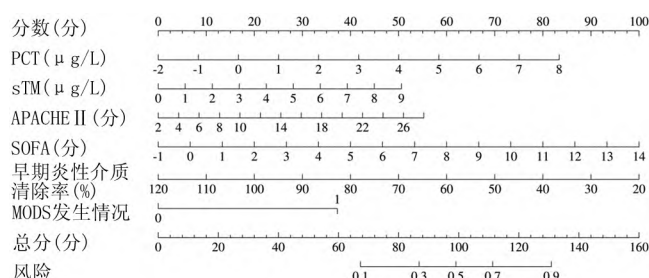


图 1 SAP 患者预后不良影响因素的列线图

Fig.1 Line graph of the Nomogram predictive model for independent risk factors for poor prognosis in SAP patients

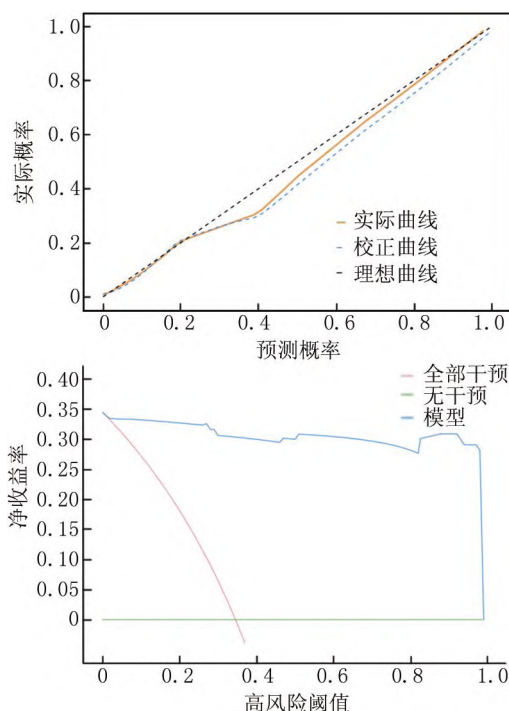


图 2 SAP 患者预后不良影响因素风险列线图模型的校准曲线与 DCA 曲线

Fig.2 Calibration curve and DCA curve for the Nomogram model of influencing factors for poor prognosis in SAP patients

2.6 SAP 患者预后不良预测模型的效能评估 根据回归系数构建预测模型: $\text{Logit}(P) = \beta_1 X_2 + \beta_2 X_3 + \beta_3 X_4 + \dots$ (其中, P 为概率, X 为相关影响因素, β 为相应自变量的回归系数)。通过计算得到各变量的回归系数及 OR 值。可得回归方程: 预测模型 1: $sTM \times 1.184 - \text{早期炎性介质清除率} \times 0.067$; 预测模型 2: $PCT \times 1.224 + sTM \times 1.184 + APACHE II \text{ 评分} \times 0.353 + SOFA \text{ 评}$

分 $\times 1.258$ -早期炎性介质清除率 $\times 0.067$ +MODS 发生情况 $\times 2.575$;ROC 曲线分析显示,各单项指标预测 SAP 患者预后不良的 AUC 均 >0.75 ,模型 1 效能优于多数单项指标,模型 2 预测效能最佳($AUC = 0.999$),提示多指标联合可显著提升对 SAP 患者预后不良的预测精度,见表 6、图 3。

表 6 SAP 患者预后不良单项影响因素及列线图预测模型的 ROC 曲线分析

Tab.6 ROC curve analysis of individual risk factors and the Nomogram prediction model for poor prognosis in SAP patients

指 标	截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	Youden 指数
PCT	2.68 $\mu\text{g/L}$	0.858	0.785~0.932	0.868	0.764	0.632
sTM	3.92 $\mu\text{g/L}$	0.861	0.776~0.947	0.711	0.944	0.655
APACHE II 评分	15 分	0.837	0.753~0.921	0.737	0.833	0.570
SOFA 评分	6 分	0.948	0.910~0.985	0.868	0.875	0.743
早期炎性介质清除率	49%	0.751	0.655~0.848	0.816	0.625	0.441
MODS 发生		0.784	0.702~0.865	0.790	0.778	0.567
预测模型 1	0.386	0.888	0.818~0.959	0.763	0.903	0.666
预测模型 2	0.624	0.999	0.996~1.000	1.000	0.972	0.972

3 讨 论

本研究多因素 Logistic 回归分析显示,早期炎性介质清除率升高为 SAP 患者 28 d 不良预后保护因素($OR = 0.935$, 95% CI 0.904 ~ 0.967), sTM、PCT、APACHE II 评分、SOFA 评分升高及 MODS 发生为独立危险因素($OR = 3.268$ 、3.400、1.423、3.519、13.125, P 均 <0.001),上述结果表明,SAP 患者的预后转归与机体炎性反应清除能力、血管内皮损伤程度、器官功能状态及感染负荷密切相关。

早期炎性介质清除率以 CRP 动态变化量化,本研究中预后不良组早期炎性介质清除率显著低于预后良好组,提示机体炎性反应负反馈通路受阻,不能及时终止“炎性瀑布”,这与 TNF- α 、IL-6 等介质过度释放、抗炎通路代偿不足直接相关^[6-8]。CRP 作为急性期核心蛋白,其第 1~7 d 下降幅度可反映 SIRS 消退效率^[9],本结果与既往“炎性反应持续时间决定 SAP 预后”结论一致^[10],提示早期炎性介质清除率可作为评估抗炎治疗效果的动态监测指标,为连续性肾脏替代治疗(CRRT)及抗炎药物的启动、方案调整提供参考依据。

sTM 是反映血管内皮损伤的特异性标志物。本研究中,预后不良组患者 sTM 水平显著升高,提示 SAP 发病早期即可出现血管内皮糖萼破坏、细胞连接断裂。炎性风暴与微循环缺血再灌注损伤可共同诱导内皮细

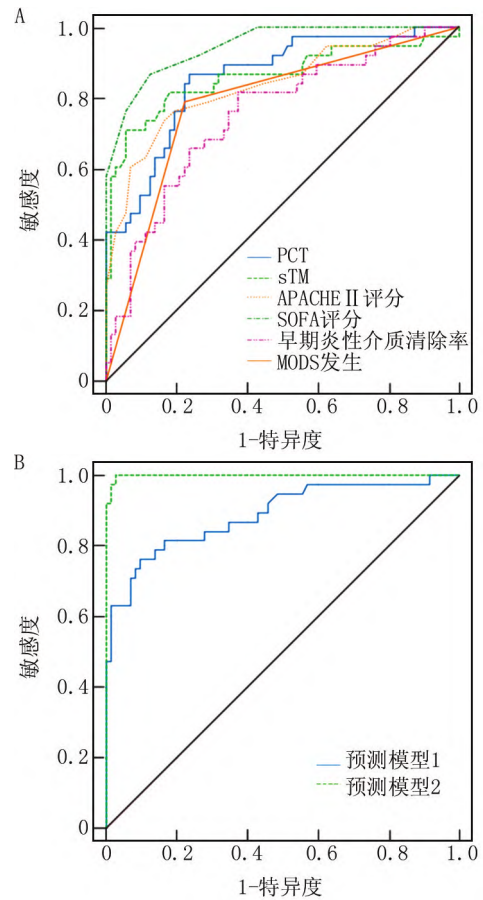


图 3 SAP 患者不良预后单项影响因素(A)及列线图预测模型(B)的 ROC 曲线

Fig.3 ROC curves for individual risk factors and the Nomogram prediction model for poor prognosis in SAP patients

胞凋亡,促使 sTM 大量释放入血,进而破坏机体凝血-纤溶系统平衡,诱发微血栓形成与毛细血管渗漏,最终形成内皮损伤-微循环障碍-器官功能衰竭的恶性循环^[11-12]。相较于同类研究,本研究联合检测 sTM 与早期炎性介质清除率,证实 2 项指标可分别从血管内皮损伤、全身炎性反应控制 2 个维度互补,实现对患者风险的综合评估。

本研究发现,APACHE II 评分与 SOFA 评分均为 SAP 预后的独立预测指标,其中 SOFA 评分预测效能最佳($AUC = 0.948$),说明器官功能障碍严重程度对患者短期预后的影响,远超机体整体生理功能紊乱。APACHE II 评分主要用于评估患者入院时整体病情危重程度^[13],而 SOFA 评分能更敏感地反映呼吸、循环、肾等序贯衰竭趋势^[14],与本研究 MODS 为最强危险因素($OR = 13.125$)相互印证。

血清 PCT 水平升高提示胰腺坏死继发肠道细菌移位、机体感染负荷加重^[15-16],其独立预测价值表明,

SAP 不良预后并非仅由无菌性炎性反应介导,继发感染是推动病情恶化的关键因素,因此 PCT 可作为临床早期启动抗感染治疗、控制感染源的重要判定指标。

组间对比显示,2 组患者 MODS 发生率存在显著差异,提示患者一旦出现呼吸、肾脏、循环等任一器官/系统功能衰竭,病情往往进入难以逆转的阶段^[17-18]。本研究同时发现,单一器官功能障碍的发生率在 2 组间差异显著,也佐证了临床优先开展呼吸、肾脏功能保护,能够有效提升患者生存率,为临床制定器官功能支持的干预次序提供了理论依据。

本研究分别构建双指标预测模型(模型 1)与六指标联合预测模型(模型 2),结果证实模型 2 的预测效能得到明显提升。单一指标仅能反映 SAP 某一局部病理改变,存在评估局限性;模型 1 结合早期炎性介质清除率与 sTM,仅覆盖炎性反应控制、内皮损伤 2 个评估维度,信息完整性不足。而模型 2 整合炎性反应调控、血管内皮损伤、器官功能、感染负荷及整体病情危重度六大类指标,与 SAP“炎性反应爆发-内皮损伤-微循环障碍-多器官功能衰竭”的渐进式病理机制高度契合,更贴合疾病真实进展规律^[19-20]。

从临床应用与统计学角度分析,单一检测指标易受患者基础疾病、标本采集时机、临床干预措施等因素干扰,造成预测结果偏倚。多指标联合模型可通过不同指标的病理机制互补,抵消系统误差,提升评估稳定性;早期炎性介质清除率反映 SIRS 的逆转能力,sTM 量化血管内皮损伤程度,PCT 体现感染负荷,APACHE II 评分与 SOFA 评分分别评估机体生理紊乱及器官衰竭进展,MODS 则代表终末器官损伤的临界节点。六项指标联合应用,可实现对 SAP 患者早期风险识别-动态病情监测-临床结局预判的全流程评估,这是单一评分系统或生化标志物无法实现的。

相较于目前已报道的 SAP 预后预测模型,本研究构建的列线图模型具备量化直观、操作简便、临床净获益突出等优势。既往多数预测模型依赖复杂计算公式或单一评分标准,临床实际应用受限^[21];本模型经 Bootstrap 内部验证及 DCA 检验证实,在大范围阈值内均可保持稳定的临床净获益,可直接用于患者早期风险分层,助力实现精准化、个体化诊疗。

本研究构建的预测模型及列线图,可为 SAP 临床管理提供多方面参考:对于模型评分高危的患者,可早期启动强化治疗策略,如及时应用 CRRT 清除炎性介质、加强器官支持治疗、优化抗感染方案等;对于低危患者,则可采用标准化治疗,避免过度干预带来的医疗资源浪费及并发症风险。此外,早期炎性介质清除率

与 sTM 水平的监测可作为治疗效果评估的动态指标,若治疗后炎性介质清除率未提升或 sTM 水平持续升高,提示需及时调整治疗方案。

本研究存在一定局限性:(1)为单中心回顾性研究,样本量有限且来源单一,可能存在选择偏倚,结果外推性需多中心大样本研究验证;(2)未纳入炎性因子基因多态性、治疗方案细节等潜在影响因素,模型维度仍有拓展空间;(3)随访时间仅聚焦 28 d 短期预后,对患者长期生存质量及并发症复发情况未做追踪分析。

4 结 论

综上所述,本研究明确了早期炎性介质清除率、sTM 水平等 6 项 SAP 患者 28 d 不良预后的影响因素,构建的多维度联合预测模型及列线图经内部验证显示预测效能良好,可为该类患者短期不良预后评估提供参考。该模型为临床早期风险分层提供了量化工具,同时强调了炎性反应调控、血管内皮保护及器官功能支持在 SAP 治疗中的重要性。鉴于本研究未开展外部验证,模型的泛化能力尚需多中心、大样本研究进一步验证,后续将通过扩大数据范围提升结论可信度,为临床治疗优化提供更可靠的依据。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

谢于祥:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;黎金国:实施研究过程,数据收集;潘宇翔:文献调研与整理;吴维雄:数据收集,分析整理;许慧慧:提出研究方向,论文终审

参考文献

- [1] 亚洲急危重症协会中国腹腔重症协作组. 重症急性胰腺炎镇痛治疗中国专家共识(2022 版)[J]. 中华消化外科杂志, 2022, 21(12): 1499-1509. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20221110-00683.
- [2] Capurso G, Ponz de Leon Pisani R, Lauri G, et al. Clinical usefulness of scoring systems to predict severe acute pancreatitis: A systematic review and meta-analysis with pre and post-test probability assessment[J]. United European Gastroenterol J, 2023, 11(9): 825-836. DOI: 10.1002/ueg2.12464.
- [3] 魏晓梅,叶丰进. 基于 TLR4/NF- κ B 信号通路探讨大黄素对急性胰腺炎大鼠 Th17/Treg 平衡及炎症反应的影响[J]. 广东药科大学学报, 2024, 40(5): 15-19. DOI: 10.16809/j.cnki.2096-3653.2024030504.
- [4] Chen H, Yuan X. The predictive efficacy of dynamic level changes of plasma endothelial microparticles and plasma soluble thrombomodulin on the prognosis of severe acute pancreatitis[J]. BMC Surg, 2025, 25(1): 195. DOI: 10.1186/s12893-025-02929-2.
- [5] 中华医学会外科学分会胰腺外科学组. 中国急性胰腺炎诊治指南(2021)[J]. 中华外科杂志, 2021, 59(7): 578-587. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20210416-00172.
- [6] Zhang Y, Guo D, Zhou Y, et al. The dual balance of the cytokine network: Key messengers of immune activation and triggers of cytokine storm[J]. Biomarker Research, 2026, 14(1): 73. DOI: 10.1186/

- s40364-026-00948-6.
- [7] Varga N, Bagiu IC, Vulcanescu DD, et al. IL-6 baseline values and dynamic changes in predicting sepsis mortality: A systematic review and Meta-analysis [J]. *Biomolecules*, 2025, 15 (3) : 407. DOI: 10.3390/biom15030407.
 - [8] Xie J, Lei R, Pei H, et al. Effect and safety of sivelestat on acute severe pancreatitis with systemic inflammatory response syndrome: A retrospective study [J]. *Sci Rep*, 2025, 15 (1) : 150. DOI: 10.1038/s41598-024-84600-z.
 - [9] 吴雪滢, 李兰, 石佳华, 等. 重症急性胰腺炎多器官功能衰竭患者早期发生毛细血管渗漏综合征的临床表征研究 [J]. *四川大学学报: 医学版*, 2025, 56 (1) : 277-283. DOI: 10.12182/20250160609.
 - [10] 邹莹, 王强荣, 樊琦, 等. CT 严重指数联合血清炎症细胞因子对 SAP 患者预后的评估 [J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2025, 23 (7) : 110-112. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2025.07.032.
 - [11] Ogura T, Ueno S, Hakoda A, et al. Clinical impact of recombinant thrombomodulin administration on disseminated intravascular coagulation due to severe acute pancreatitis (Recover-AP study) [J]. *Ther Adv Gastroenterol*, 2025, 18: 17562848251353626. DOI: 10.1177/17562848251353626.
 - [12] Turcato G, Zaboli A, Filippi L, et al. Endothelial damage in sepsis: The interplay of coagulopathy, capillary leak, and vasoplegia-a physiopathological study [J]. *Clin Pract*, 2025, 15 (7) : 120. DOI: 10.3390/clinpract15070120.
 - [13] 黄媛, 崔艳, 敖锦曦, 等. 舌下微循环、APACHE II 评分、NGAL 和 PCT 预测脓毒症相关性急性肾损伤的临床价值 [J]. *临床急诊杂志*, 2025, 26 (1) : 66-72, 78. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2025.01.012.
 - [14] Moreno R, Rhodes A, Ranzani O, et al. Rationale and methodological approach underlying the development of the sequential organ failure assessment (SOFA)-2 score: A consensus statement [J]. *JAMA Netw Open*, 2025, 8 (10) : e2545040. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2025.45040.
 - [15] 闫云, 赵璟, 范凤江, 等. 脓毒症肺损伤患者中医证型分布状况与肺损伤相关指标及 SOFA、APACHE II 评分的相关性分析 [J]. *中华中医药学刊*, 2025, 43 (3) : 175-178. DOI: 10.13193/j.issn.1673-7717.2025.03.032.
 - [16] 袁法伟, 刘栋. 序贯器官衰竭评分、血清超敏 C 反应蛋白及 D 二聚体与脓毒症所致急性呼吸窘迫综合征患者预后的相关分析 [J]. *中国综合临床*, 2024, 40 (3) : 196-201. DOI: 10.3760/cma.j.cn101721-20230619-000221.
 - [17] 杨晶, 高青. 重症急性胰腺炎肠屏障受损诱导脓毒症的机制及治疗策略 [J]. *临床内科杂志*, 2025, 42 (5) : 438-440. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9057.2025.05.025.
 - [18] 张易, 俞荷花, 徐天鹏. 老年重症急性胰腺炎患者继发凝血功能障碍影响因素分析及预测模型建立 [J]. *天津医药*, 2025, 53 (11) : 1180-1185. DOI: 10.11958/20252150.
 - [19] Li ZL, Zhang XC, Zhang XL, et al. Predicting mortality in intensive care unit patients with acute pancreatitis using an interpretable machine learning model [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2025, 12: 1592051. DOI: 10.3389/fmed.2025.1592051.
 - [20] 张萌, 张鹏飞, 许怀利, 等. 血清 Claudin-5、BTP 在重症急性胰腺炎合并急性肾损伤患者中的表达及与疾病严重程度的相关性 [J]. *疑难病杂志*, 2025, 24 (9) : 1063-1068. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2025.09.008.
 - [21] Zhang C, Zou Z. Construction and verification of risk predictive nomogram in patients of connective tissue disease with severe pneumonia [J]. *Int J Gen Med*, 2025, 18: 3515-3524. DOI: 10.2147/IJGM.S515976.

(收稿日期: 2026-03-12)

作者 · 编者 · 读者

沉痛悼念《疑难病杂志》编委会顾问王永炎院士

中国工程院院士、中国中医科学院名誉院长王永炎同志, 因病医治无效, 于 2026 年 8 月 30 日在北京逝世, 享年 87 岁。

王永炎, 男, 汉族, 天津人, 1938 年 9 月 29 日出生。1962 年 9 月参加工作, 1977 年 11 月加入中国共产党。历任北京中医学院院长、北京中医药大学校长、中国中医研究院院长、中国中医科学院名誉院长、中国中医科学院中医临床基础医学研究所首任所长, 受聘为中央文史研究馆馆员。1997 年当选中国工程院院士。曾获全国先进工作者、全国五一劳动奖章等荣誉。

王永炎院士在教育、医疗、科研等多个领域做出了重要贡献。从教六十余载, 创新中医人才培养模式, 培养大批高层次中医药骨干人才; 作为中医脑病学科奠基人, 建立中风病诊疗及评价标准, 开拓中医药标准化事业, 推动中医药标准走向国际; 主持“方剂关键科学问题的基础研究”(973 项目), 创新中药复方研究范式, 实现从理论创新到产业转化的全链条突破。

王永炎院士曾任《疑难病杂志》第一、二、三、四届编委会顾问, 在杂志的创办过程中给予了无私关怀和悉心指导, 促进了期刊的成长与发展。他的逝世, 使我们失去了一位德高望重的长者、医者和师者, 将永远为我们所铭记和追思!