·论　　著·　　DOI：10.3969/j.issn.1672-9455.2026.18.017

RPR、RAR、RCR 与急性胰腺炎病情严重程度及预后的关系*

杨雪梅[1]，昝　颖[2]，王德莉[3]，杨希萍[1]，杨洪润[4]

1.四川省广元市中医医院检验科，四川广元 628000；2.四川省广元市第一人民医院检验科，四川广元 628040；3.四川省广元市中医医院消化科，四川广元 628000；4.四川省成都市第五人民医院检验科，四川成都 611130

摘　要：目的　探讨红细胞分布宽度与血小板计数比值（RPR）、红细胞分布宽度与清蛋白比值（RAR）、红细胞分布宽度与血钙比值（RCR）与急性胰腺炎（AP）病情严重程度及预后的关系。**方法**　收集 2022 年 1 月至 2025 年 1 月广元市中医医院收治的 172 例 AP 患者的临床资料并进行回顾性分析。按病情严重程度，将患者分为 3 组，其中轻症急性胰腺炎（MAP）组 123 例、中度重症急性胰腺炎（MSAP）组 27 例、重症急性胰腺炎（SAP）组 22 例；同时，根据患者入院 30 d 内预后情况，将其分为预后良好组和预后不良组。收集 AP 患者的基线资料，检测相关实验室指标并计算 RPR、RAR、RCR。采用多因素 Logistic 回归分析 AP 患者入院 30 d 预后不良的影响因素。采用受试者工作特征（ROC）曲线分析 RPR、RAR、RCR、急性胰腺炎严重程度床边指数（BISAP）评分对 AP 患者预后不良的评估效能。**结果**　MAP 组、MSAP 组、SAP 组的 RPR、RAR、RCR 比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$），其中 SAP 组 RPR、RAR、RCR 大于 MSAP 组、MAP 组（$P<0.05$），MSAP 组 RPR、RAR、RCR 大于 MAP 组（$P<0.05$）。与预后良好组相比，预后不良组患者住院时间更长，BISAP 评分、RPR、RAR、RCR 更高（$P<0.05$）。多因素 Logistic 回归分析显示，BISAP 评分、RPR、RAR 及 RCR 升高是 AP 患者预后不良的影响因素（$P<0.05$）。ROC 曲线分析结果显示，RPR、RAR、RCR 及 BISAP 评分单独评估 AP 患者预后不良的曲线下面积（AUC）分别为 0.759（95%*CI*：0.688～0.821）、0.857（95%*CI*：0.796～0.906）、0.840（95%*CI*：0.777～0.892）、0.831（95%*CI*：0.767～0.884），4 项联合评估的 AUC 为 0.926（95%*CI*：0.877～0.961）。DeLong 检验显示，联合模型的评估效能显著优于任意单一指标（$Z=3.341$、2.216、2.049、2.346，均 $P<0.05$）。**结论**　RPR、RAR 及 RCR 升高与 AP 病情严重程度及预后不良均有关，上述指标与 BISAP 评分联合可进一步提高对预后的评估效能。

关键词：红细胞分布宽度与血小板计数比值；　红细胞分布宽度与清蛋白比值；　红细胞分布宽度与血钙比值；　急性胰腺炎；　严重程度；　预后

中图法分类号：R576；R446.1　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672-9455(2026)18-2553-07

Association of RPR，RAR and RCR with disease severity and prognosis in acute pancreatitis*

Yang Xuemei[1]，*Zan Ying*[2]，*Wang Deli*[3]，*Yang Xiping*[1]，*Yang Hongrun*[4]

1. *Department of Laboratory Medicine，Guangyuan Hospital of Traditional Chinese Medicine，Guangyuan，Sichuan* 628000，*China*；2. *Department of Laboratory Medicine，Guangyuan First People's Hospital，Guangyuan，Sichuan* 628040，*China*；3. *Department of Gastroenterology，Guangyuan Hospital of Traditional Chinese Medicine，Guangyuan，Sichuan* 628000，*China*；4. *Department of Laboratory Medicine，Chengdu Fifth People's Hospital，Chengdu，Sichuan* 611130，*China*

Abstract：Objective　To investigate the associations of the red blood cell distribution width (RDW)-to-platelet count ratio (RPR)，RDW-to-albumin ratio (RAR)，and RDW-to-serum calcium ratio (RCR) with disease severity and prognosis in acute pancreatitis (AP). **Methods**　Clinical data of 172 patients with AP admitted to Guangyuan Hospital of Traditional Chinese Medicine from January 2022 to January 2025 were collected and retrospectively analyzed. According to disease severity，the patients were divided into three groups：the mild acute pancreatitis (MAP) group (123 cases)，the moderately severe acute pancreatitis (MSAP) group (27 cases)，and the severe acute pancreatitis (SAP) group (22 cases). Meanwhile，based on 30 d prognosis af-

*　**基金项目：**四川省科技计划项目（2024YPPK0151）。

作者简介：杨雪梅，女，主管技师，主要从事血液检验及病原微生物检验方向的研究。

中文引用格式：杨雪梅，昝颖，王德莉，等. RPR、RAR、RCR 与急性胰腺炎病情严重程度及预后的关系[J]. 检验医学与临床，2026，23(18)：2553-2559.

英文引用格式：Yang X M，Zan Y，Wang D L，et al. Association of RPR，RAR and RCR with disease severity and prognosis in acute pancreatitis[J]. Lab Med Clin，2026，23(18)：2553-2559.

ter admission,the patients were divided into a good-prognosis group and a poor-prognosis group. Baseline data were collected,relevant laboratory parameters were measured,and RPR,RAR,and RCR were calculated. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify factors influencing poor 30 d prognosis after admission in patients with AP. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was used to predict the performance of RPR,RAR,RCR and the Bedside Index for Severity in Acute Pancreatitis (BISAP) score in predicting poor prognosis in patients with AP. **Results** RPR,RAR and RCR differed significantly among the MAP,MSAP and SAP groups ($P<0.05$). RPR,RAR and RCR were significantly higher in the SAP group than those in the MSAP and MAP groups ($P<0.05$),and were also significantly higher in the MSAP group than those in the MAP group ($P<0.05$). Compared with the good-prognosis group,length of hospital stay was longer,and BISAP score,RPR,RAR,and RCR were higher in the poor-prognosis group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that elevated BISAP score,RPR,RAR and RCR were factors influencing poor prognosis in patients with AP ($P<0.05$). The areas under the curves (AUCs) values of RPR,RAR,RCR and BISAP score alone for predicting poor prognosis were 0.759 (95%*CI*:0.688－0.821),0.857 (95%*CI*:0.796－0.906),0.840 (95%*CI*:0.777－0.892),and 0.831 (95%*CI*:0.767－0.884) respectively. The AUC of the combined model was 0.926 (95%*CI*:0.877－0.961). The DeLong test revealed that the predictive performance of the combined model was significantly superior to that of any single indicator ($Z=3.341,2.216,2.049$,and 2.346,respectively;all $P<0.05$). **Conclusion** Elevated RPR,RAR and RCR are associated with both disease severity and poor prognosis in AP. The combination of these indicators with the BISAP score further improves prognostic assessment performance.

Key words:red blood cell distribution width-to-platelet count ratio; red blood cell distribution width-to-albumin ratio; red blood cell distribution width-to-serum calcium ratio; acute pancreatitis; disease severity; prognosis

急性胰腺炎(AP)是一种常见的消化系统急重症,其病情具有高度的异质性,可从自限性轻症迅速进展为伴有持续性器官衰竭的重症急性胰腺炎(SAP);AP 轻症患者可通过支持治疗快速康复,而 SAP 病死率则相对较高[1-2]。早期准确评估 AP 患者的病情严重程度及预后,对于指导临床分层管理、优化治疗策略以及改善患者临床结局具有重要意义。目前,临床广泛使用的评估工具,如 Ranson 评分、急性生理学与慢性健康状况评分Ⅱ(APACHEⅡ)及影像学检查等,虽具有一定价值,但存在计算复杂、耗时较长或依赖特定设备等局限性[3-4]。因此,寻找简便、便捷的客观生物标志物一直是 AP 研究领域的热点。近年来,炎症反应和营养状态在 AP 发生、发展中的核心作用日益受到重视。AP 的病理机制涉及全身炎症反应、微循环障碍及代谢紊乱的恶性循环,而红细胞分布宽度(RDW)是反映红细胞体积异质性的指标,其被证实与全身性炎症反应、氧化应激及营养不良密切相关[5]。多项研究已发现,RDW 与 AP 病情严重程度及预后存在关联[6-7]。然而,单一 RDW 仅能反映红细胞体积异质性变化,难以全面反映 AP 复杂的全身性紊乱,其评估效能仍有限。为突破这一局限,构建能同时涵盖炎症、凝血、营养及代谢多维度的复合指标成为新的研究方向。其中:红细胞分布宽度与血小板计数比值(RPR)可同时反映炎症状态和凝血/微循环功能障碍;红细胞分布宽度与清蛋白比值(RAR)可能更灵敏地揭示炎症-营养失衡状态;红细胞分布宽度与血钙比值(RCR)则对判断 AP 患者代谢紊乱及病情严重程度具有独特意义[8-10]。尽管上述指标在肝病、脓毒症等疾病中已展现出良好的评估潜力,但其与 AP 患者病情严重程度和预后的系统性研究尚不充分。因此,本研究旨在通过回顾性分析,探讨 RPR、RAR 及 RCR 与 AP 患者病情严重程度及预后的关系,评估其临床应用价值,以期为 AP 的早期风险分层和预后判断提供新的参考指标。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究为回顾性队列研究。按 10 EPV 原则,若多因素 Logistic 回归模型拟纳入 4 个变量,则至少需 40 例预后不良事件。根据文献[11]报道 AP 患者预后不良发生率约为 25%,估算最小样本量为 40/0.25=160 例。结合广元市中医医院历史收治数据并考虑剔除标准、数据缺失等因素后最终纳入 172 例 AP 患者,以满足研究需求。选择 2022 年 1 月至 2025 年 1 月广元市中医医院收治的 172 例 AP 患者作为研究对象,回顾性分析其临床资料。以患者入院时点作为观察起点,提取入院 24 h 内首次获得的临床资料及实验室检测结果,并通过住院病历、门诊记录和电话随访获取自入院之日起 30 d 内的临床结局。根据文献[12]对 AP 患者病情严重程度进行评估,将患者分为 3 组:轻症急性胰腺炎(MAP)组 123 例、中度重症急性胰腺炎(MSAP)组 27 例、SAP 组 22 例。

纳入标准:(1)符合文献[13]中 AP 的诊断标准,①存在剧烈、持续性上腹痛,可放射至背部,并伴有恶心、呕吐;②血清脂肪酶和(或)血清淀粉酶水平>正常值 3 倍;③超声、CT 或 MRI 等影像学检查提示胰腺存在 AP 典型表现。满足上述任意 2 项即可确诊。(2)首次发病。(3)发病至就诊≤72 h。(4)年龄≥18

岁。(5)临床资料完整。(6)能够通过住院病历、门诊记录或电话随访获得自入院之日起 30 d 内的临床结局资料。排除标准：(1)慢性胰腺炎急性发作；(2)伴严重肝、肾功能不全；(3)合并恶性肿瘤；(4)合并严重贫血、严重心血管系统疾病；(5)合并其他严重腹痛疾病；(6)处于妊娠期或哺乳期。本研究经广元市中医医院医学伦理委员会审核批准(审批号：2025025)，符合豁免签署知情同意书的伦理审查要求。

1.2　方法　收集所有患者的临床资料，包括性别、年龄、体质量指数(BMI)以及吸烟史、饮酒史、合并疾病(高血压、糖尿病、冠心病)、AP 病因(胆源性、脂源性、酒精源性、其他)、住院时间、急性胰腺炎严重程度床边指数(BISAP)评分。同时收集所有患者的实验室指标，包括天门冬氨酸转氨酶(AST)、丙氨酸转氨酶(ALT)、血尿素氮(BUN)、C 反应蛋白(CRP)。

采集患者入院 24 h 内外周静脉血 5 mL。血常规检测采用乙二胺四乙酸二钾抗凝全血，用于测定 RDW、血小板计数(PLT)、白细胞计数(WBC)、血红蛋白(Hb)。采用希森美康 2800 全自动血细胞分析仪检测血常规指标。计算 RPR、RAR 及 RCR：RPR= RDW/PLT、RAR = RDW/ALB、RCR= RDW/Ca。将无抗凝静脉血室温静置 30 min 后，以 3 000 r/min，离心 10 min，取上清液，血清清蛋白(ALB)水平通过溴甲酚绿法检测，检测仪器为美国贝克曼库尔特公司 AU5800 全自动生化分析仪，试剂盒由迈克生物股份有限公司提供(货号 CH0101002)。以比色法检测血钙(Ca)水平，Ca 试剂盒购自北京九强生物技术股份有限公司(货号 GS401E)。

1.3　结局定义及分组　主要结局为自入院之日起 30 d 内发生预后不良。预后不良定义为发生以下任意事件：入院 24 h 后新发持续性器官衰竭、感染性胰腺坏死或全因死亡；未发生上述事件者定义为预后良好。对于入院 24 h 内已经发生持续性器官衰竭的患者，不纳入新发器官衰竭结局分析，但可纳入急性胰腺炎严重程度相关分析。根据是否发生预后不良将患者分为预后良好组和预后不良组。

1.4　统计学处理　采用 SPSS26.0 统计软件分析数据。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，多组间比较采用单因素方差分析，事后两两比较采用 LSD-t 检验；不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25},P_{75})$ 表示，2 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验，多组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验。计数资料以例数或百分比表示，组间比较采用 χ^2 检验，理论频数≥1 且＜5 采用校正 χ^2，理论频数＜1 时采用 Fisher 确切概率法。采用多因素 Logistic 回归逐步后退法($\alpha_{入}=0.05$，$\alpha_{出}=0.10$)分析 AP 患者入院 30 d 预后不良的影响因素。鉴于 RPR 原始数值范围较小，为减少量纲差异对回归系数的影响，并便于解释 RPR 变化与结局风险的关系，在纳入多因素分析前，对 RPR 进行 Z-score 标准化处理，即 $Z=(x-\bar{x})/s$，使其转化为均值为 0、标准差为 1 的无量纲变量。采用方差膨胀因子(VIF)和容忍度对多重共线性进行评估：若 VIF＞10 或容忍度＜0.1，提示存在严重多重共线性，需剔除相关变量；若 VIF＜5，则认为共线性在可接受范围内。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 RPR、RAR 及 RCR 对 AP 患者预后不良的评估效能，采用 DeLong 检验对曲线下面积(AUC)进行比较。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　　果

2.1　3 组基线资料比较　3 组年龄、BMI，以及性别、吸烟史、饮酒史、合并疾病、病因构成比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)。3 组 BISAP 评分及住院时间比较，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1　不同严重程度 AP 患者基线资料比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})$]

组别	n	性别		年龄(岁)	BMI(kg/m²)	BISAP 评分(分)	有吸烟史	有饮酒史
		男	女					
MAP 组	123	57(46.34)	66(53.66)	45.27±5.24	25.42±2.53	0(0,1)	36(29.27)	27(21.95)
MSAP 组	27	16(59.26)	11(40.74)	45.73±5.16	25.91±2.61	1(1,2)	8(29.63)	7(25.93)
SAP 组	22	14(63.64)	8(36.36)	46.05±5.30	26.11±2.84	3(2,4)	8(36.36)	7(31.82)
$\chi^2/F/H$		3.198		0.169	0.609	68.147	0.451	1.078
P		0.202		0.917	0.610	＜0.001	0.798	0.583

组别	n	合并疾病			病因				住院时间(d)
		高血压	糖尿病	冠心病	胆源性	脂源性	酒精源性	其他	
MAP 组	123	36(29.27)	21(17.07)	5(4.07)	58(47.15)	36(29.27)	16(13.01)	13(10.57)	9.28±2.10
MSAP 组	27	7(25.93)	7(25.93)	3(11.11)	11(40.74)	11(40.74)	2(7.41)	3(11.11)	11.85±2.45
SAP 组	22	8(36.36)	7(31.82)	1(4.55)	7(31.82)	9(40.91)	2(9.09)	4(18.18)	16.73±3.02
$\chi^2/F/H$		0.663	3.118	2.241	6.317				89.214
P		0.718	0.210	0.326	0.388				＜0.001

2.2　不同严重程度 AP 患者的 RPR、RAR 及 RCR 比较　MAP 组、MSAP 组、SAP 组的 RPR、RAR、RCR 比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。两两比较结果显示，SAP 组 RPR、RAR、RCR 大于 MSAP 组、MAP 组，MSAP 组 RPR、RAR、RCR 大于 MAP 组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表 2。

2.3　不同预后 AP 患者临床资料比较　预后良好组 131 例、预后不良组 41 例。与预后良好组相比，预后不良组患者住院时间更长（$P<0.05$），BISAP 评分及 RPR、RAR、RCR 更高（$P<0.05$）。2 组在性别、年龄、BMI、吸烟史、饮酒史、合并疾病、病因构成以及 AST、ALT、BUN、WBC、Hb、CRP 水平比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。见表 3。

表 2　不同严重程度 AP 患者的 RPR、RAR 及 RCR 比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	RPR	RAR	RCR
MAP 组	123	0.07±0.02	0.23±0.06	6.17±1.86
MSAP 组	27	0.10±0.04*	0.34±0.09*	7.26±2.13*
SAP 组	22	0.14±0.07*#	0.42±0.13*#	8.72±2.29*#
F		28.968	45.910	11.421
P		<0.001	<0.001	<0.001

注：与 MAP 组比较，*$P<0.05$；与 MSAP 组比较，#$P<0.05$。

表 3　不同预后患者临床资料比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})$]

组别	n	性别		年龄（岁）	BMI（kg/m²）	有吸烟史	有饮酒史
		男	女				
预后良好组	131	62(47.33)	69(52.67)	45.38±5.22	25.57±2.47	37(28.24)	29(22.14)
预后不良组	41	25(60.98)	16(39.02)	46.12±5.41	26.14±2.75	15(36.59)	12(29.27)
$\chi^2/t/U$		2.327		0.785	1.013	1.030	0.875
P		0.127		0.433	0.313	0.310	0.350

组别	n	合并疾病			AP 病因			
		高血压	糖尿病	冠心病	胆源性	脂源性	酒精源性	其他
预后良好组	131	37(28.24)	24(18.32)	5(3.82)	59(45.04)	42(32.06)	16(12.21)	14(10.69)
预后不良组	41	14(34.15)	11(26.83)	4(9.76)	17(41.46)	14(34.15)	4(9.76)	6(14.63)
$\chi^2/t/Z$		0.521	1.395	1.185	0.713			
P		0.470	0.238	0.276	0.870			

组别	n	住院时间(d)	BISAP 评分(分)	AST(U/L)	ALT(U/L)	BUN(mmol/L)
预后良好组	131	10.27±2.39	0(0,2)	36.40±10.24	34.58±10.17	6.71±2.01
预后不良组	41	13.41±2.71	2(2,2)	38.26±10.33	37.24±10.25	7.43±2.34
$\chi^2/t/Z$		−7.107	−2.877	−1.013	−1.459	−1.923
P		<0.001	0.004	0.313	0.146	0.056

组别	n	WBC($\times10^9$/L)	Hb(g/L)	CRP(mg/L)	RPR	RAR	RCR
预后良好组	131	10.97±2.05	147.62±12.53	46.29±13.16	0.08±0.02	0.28±0.07	7.19±1.94
预后不良组	41	11.29±2.04	147.70±12.81	49.51±16.50	0.13±0.05	0.40±0.11	8.43±2.21
$\chi^2/t/Z$		−0.873	−0.035	−1.284	−9.344	−8.258	−3.453
P		0.384	0.972	0.201	<0.001	<0.001	0.001

2.4　多因素 Logistic 回归分析 AP 患者预后不良的影响因素　将住院时间（原值录入）、BISAP 评分（原值录入），以及 RAR、RCR 和 Z-score 标准化处理后 RPR 作为自变量，AP 患者预后情况（预后不良＝1，预后良好＝0）作为因变量进行多因素 Logistic 回归分析。多重共线性检验显示，各自变量的 VIF 均<5，容忍度均>0.2，提示不存在严重多重共线性，可以纳入同一模型进行分析。多因素 Logistic 回归分析结果显示，BISAP 评分及 RPR、RAR、RCR 升高均是 AP 患者预后不良的影响因素（$P<0.05$）。为分析 BISAP 评分、RPR、RAR 及 RCR 构建预测模型的评估效能（用于后续 ROC 曲线分析），另行拟合仅包含该 4 项指标的简化 Logistic 回归模型（模型 2）。结果显示，BISAP 评分、RPR、RAR 及 RCR 仍与预后不良相关（$P<0.05$）。见表 4、5。

表 4　自变量多重共线性诊断结果

变量	VIF	容忍度	共线性诊断
住院时间	2.349	0.426	无
RPR(Z-score)	2.061	0.485	无
RAR	2.516	0.397	无
RCR	2.118	0.472	无
BISAP 评分	3.158	0.317	无

2.5　BISAP 评分、RPR、RAR 及 RCR 对 AP 患者预后不良的评估价值　基于模型 2 结果，纳入 BISAP 评分、RPR、RAR 及 RCR 4 个独立影响因素，构建 AP 患者预后不良的联合评估模型。回归方程如下：Logit（P）＝－5.420＋0.631$X_{\text{RPR(Z-score)}}$＋0.093X_{RAR}＋0.107X_{RCR}＋0.096$X_{\text{BISAP评分}}$。本研究将计算得出的概率值 P 作为联合指标进行后续 ROC 曲线分析。以预后情况（预后不良＝1，预后良好＝0）为状态变量，分别以 RPR、RAR、RCR、BISAP 评分及联合概率值 P 为检验变量绘制 ROC 曲线。分析结果显示，RPR、RAR、RCR 及 BISAP 评分单独评估 AP 患者预后不良的 AUC 分别为 0.759（0.688～0.821）、0.857（0.796～0.906）、0.840（0.777～0.892）、0.831（0.767～0.884），4 项联合评估的 AUC 为 0.926（0.877～0.961）。DeLong 检验显示，联合模型的评估效能显著优于任意单一指标（Z＝3.341、2.216、2.049、2.346，均 P＜0.05）。见表 6。

表 5　多因素 Logistic 回归分析 AP 患者预后不良的影响因素

因素	β	SE	$Wald\chi^2$	P	OR	OR 的 95%CI
模型 1						
住院时间	0.079	0.041	3.713	0.054	1.082	0.999～1.173
RPR（Z-score）	0.624	0.228	7.490	0.006	1.866	1.194～2.918
RAR	0.091	0.035	6.760	0.009	1.095	1.023～1.173
RCR	0.104	0.046	5.112	0.024	1.110	1.014～1.214
BISAP 评分	0.094	0.038	6.119	0.013	1.099	1.020～1.184
常数项	－5.391	3.286	2.692	0.101	—	—
模型 2						
RPR（Z-score）	0.631	0.225	7.865	0.005	1.879	1.209～2.921
RAR	0.093	0.034	7.482	0.006	1.097	1.027～1.173
RCR	0.107	0.045	5.654	0.018	1.113	1.019～1.216
BISAP 评分	0.096	0.037	6.732	0.010	1.101	1.024～1.184
常数项	－5.420	3.210	2.851	0.092	—	—

注：模型 1 是全模型；模型 2 是拟合仅含 BISAP 评分、RPR、RAR、RCR 的简化模型，用于后续的 ROC 曲线分析；—表示无数据。

表 6　各指标及联合模型对 AP 患者预后不良的评估价值

指标	最佳截断值	灵敏度（%）	特异度（%）	AUC	AUC 的 95%CI	约登指数	P
RPR（Z-score）	0.10	80.49	70.99	0.759	0.688～0.821	0.515	0.037
RAR	0.32	78.05	82.44	0.857	0.796～0.906	0.605	＜0.001
RCR	7.79	85.37	77.10	0.840	0.777～0.892	0.625	0.002
BISAP 评分	2.00	80.49	77.86	0.831	0.767～0.884	0.584	0.004
4 项联合	—	92.68	87.79	0.926	0.877～0.961	0.805	＜0.001

注：—表示无数据。

3　讨　论

AP 的本质是胰腺腺泡细胞内胰酶异常激活引发的自身消化，进而导致全身炎症反应综合征及多器官功能障碍综合征，是较为复杂的病理过程[14-15]。临床上，AP 患者的临床表现异质性极大，可从轻症、自限性腹痛及恶心呕吐，迅速进展为危及生命的休克、急性呼吸窘迫综合征（ARDS）和肾衰竭[16-17]。因此，对 AP 患者病情严重程度进行快速、准确评估与预后判断，是临床决策的关键，这直接影响治疗资源的合理配置和患者短期临床结局。有研究显示，RPR 对评估老年脓毒症患者的病情和预后具有良好价值[18]。程志鹏等[19]的研究表明，RAR 对重症肺炎继发 ARDS 患者的入院 28 d 预后评估效果良好。此外，郭旻晞等[20]的研究指出，RCR 联合快速序贯器官衰竭评估评分，对早期识别 SAP 有较高效能，并能指导早期干预。受上述研究启发，本研究旨在系统探讨 RPR、RAR、RCR 对 AP 严重程度及预后不良的评估价值，为临床早期识别高危患者及评估预后提供支持。

本研究结果显示，不同严重程度的 AP 患者，其 RPR、RAR 和 RCR 存在显著差异。RDW 升高不仅是红细胞体积异质性的表现，更是氧化应激损伤红细胞膜骨架蛋白、红细胞成熟障碍的有力证明。近期研究表明，在急危重症患者中，RDW 会发生明显改变，这提示它可能在评估急危重症病情方面具有潜在价值[21-22]。RPR、RAR、RCR 是结合了 RDW 与 PLT、ALB、Ca 的复合指标。三者升高提示 AP 患者体内存在凝血功能紊乱、营养状态恶化及钙稳态失衡，有助于早期识别具有重症转化风险的患者。本研究中，SAP 组 RPR、RAR 和 RCR 均高于 MSAP 组和 MAP 组。分析其原因为：在 SAP 状态下，爆发性释放的白细胞介素-6、肿瘤坏死因子-α 等促炎性细胞因子不仅直接抑制骨髓巨核细胞分化，导致血小板生成减少，

还可诱导血小板过度活化与消耗，形成胰腺微循环血栓[23-24]。ALB 作为负性急性时相反应蛋白，其水平的下降不仅源于内毒素抑制所致的肝脏合成功能减退，更主要归因于全身炎症反应综合征引起的毛细血管通透性增加，使 ALB 大量渗漏至组织间隙；加之 SAP 患者处于高代谢状态，机体对营养物质的需求增加，进一步加剧了 ALB 的消耗，最终导致 RAR 升高[25-26]。RCR 升高可特异性提示脂肪坏死与钙稳态失衡的病理进程。SAP 患者胰腺脂肪的大量坏死会释放脂肪酸，这些脂肪酸与钙离子结合形成钙皂，导致低钙血症；同时，炎症因子会抑制钙敏感受体的表达，降低肾脏对钙离子的重吸收能力，进一步加重低钙血症；RDW 可体现严重电解质紊乱、代谢酸中毒所致的红细胞形态变化[27-28]。RCR 整合了代表反映全身炎症的 RDW 与反映局部坏死的血清钙离子水平，其明显升高可能提示存在胰腺及胰周广泛脂肪坏死，因此可作为病情加重的特异性指标。

本研究结果显示，相较于预后良好组，预后不良组患者的住院时间延长，且 BISAP 评分、RPR、RAR 及 RCR 升高。多因素 Logistic 回归分析结果显示，RPR、RAR、RCR 升高均是 AP 患者预后不良的影响因素。究其原因，RPR 升高提示机体存在全身炎症引发的血小板过度激活与微血栓形成，进而导致血小板被大量消耗，最终加剧胰腺组织的缺血性坏死[29]。另一方面，较高的 RAR 值表明机体同时承受着氧化应激和毛细血管渗漏的双重损伤，这会导致大量自由基释放和内毒素作用增强，从而加重 AP 患者的病情；同时，RAR 升高通常伴随着低清蛋白血症，ALB 水平降低会削弱机体的抗炎能力，加剧全身炎症反应综合征，导致病情进一步恶化[30-31]。此外，RCR 升高往往伴随着低钙血症；低钙可引起心肌功能抑制和心律失常，同时钙信号紊乱与红细胞变形能力受损可进一步加重微循环障碍，导致胰腺及肝、肾器官功能的缺氧性损伤，从而进一步加重病情[32]。然而，本研究结果显示，预后良好组、预后不良组性别、年龄、BMI、病因类型比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），住院时间不是预后不良的影响因素（$P>0.05$）。这一结果看似与传统认知不同，实则提供了新视角：RPR、RAR、RCR 整合炎症、凝血、营养及代谢信息，评估效能优于年龄、性别等基础指标。当这些复合指标显著升高时，年龄、性别的影响会被弱化，提示急性期生理紊乱状态较人口学特征更能决定短期预后。此外，住院时间延长更多反映的是病情重、并发症多的结果，而非预后不良的原因；纳入 BISAP 评分、RDW 衍生物后，其独立评估作用消失，也印证本研究复合指标与患者近期预后不良的关联更为密切。本研究 ROC 曲线分析结果显示，RPR、RAR、RCR 及 BISAP 评分评估 AP 患者预后不良的灵敏度分别为 80.49%、78.05%、85.37%、80.49%，特异度分别为 70.99%、82.44%、77.10%、77.86%，4 项联合模型评估的灵敏度可提高至 92.68%，特异度提高至 87.79%，提示 4 项联合能够提高对 AP 患者预后不良的评估准确性。

本研究中 BISAP 评分升高也是 AP 患者预后不良的影响因素。BISAP 评分通过评估患者的精神状态、年龄、全身炎症反应综合征、胸腔积液及血尿素氮水平，综合反映多器官功能障碍的风险。研究表明，较高的 BISAP 评分主要反映患者发生早期器官衰竭的风险增加，是预后不良的重要预测指标[33]。同时，RDW 的升高作为全身炎症反应和氧化应激增强的标志，反映了红细胞生成紊乱及微循环功能障碍，提示胰腺组织的缺氧与坏死。值得注意的是，BISAP 评分与 RDW 升高虽机制不同，但均与疾病严重程度密切相关，在本研究中共同纳入多因素 Logistic 模型后仍具有独立评估价值，提示临床结合评分系统与血液学指标可更全面地评估 AP 患者预后。因此，临床中可通过监测 RPR、RAR、RCR，并结合 BISAP 评分进行综合评估，以更准确地评估 AP 患者预后不良的风险，有助于临床医师制订个体化的治疗方案，及时干预，防止病情进一步恶化。

综上所述，RPR、RAR 及 RCR 升高与 AP 患者的病情严重程度和预后不良有关，可作为评估 AP 患者预后不良的指标，且上述指标结合 BISAP 评分建立的联合模型可提高对 AP 患者预后不良的评估效能，有临床应用推广价值。然而，本研究为单中心回顾性研究，尽管制订了严格的纳入与排除标准，但仍难以完全避免选择偏倚；同时，由于数据来源于既往病历，实验室检测虽遵循常规流程，但难以像前瞻性研究那样严格控制所有混杂因素，这可能对结果的精确度产生潜在影响。其次，总体样本量相对有限，尤其是 SAP 组，不仅限制了亚组分析的统计效能，也可能影响多因素 Logistic 回归模型的稳定性，导致某些潜在关联未能显现。此外，RPR、RAR 及 RCR 的生物学机制尚未完全阐明，其与炎症、氧化应激及微循环障碍的因果关系有待基础研究进一步验证。因此，未来需要开展多中心、前瞻性、大样本队列研究，并结合动态生物标志物监测，以验证本研究结果，并探索其在临床风险分层与个体化干预中的应用潜力。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 杨雪梅：负责研究设计、研究实施、论文撰写与最终审核；昝颖：负责资金获取，行政及技术性支持、数据汇总及分析；杨希萍、王德莉：负责数据收集与统计分析；杨洪润：负责文献调研与初稿撰写。

参考文献

[1] 王臣臣，邹雪飞，陈楠. 不同严重程度急性胰腺炎患者血清 MMP-9、SAA、TPS-2 水平比较[J]. 河北医科大学学报，2025，46(3)：304-308.

[2] Qin X，Xiang S，Li W. Analysis of factors influencing onset and survival of patients with severe acute pancreatitis：a clinical study[J]. Immun Inflamm Dis，2024，12(6)：e1267.

[3] 张凤莲，施荣杰，杨开霞，等. 急性胰腺炎严重程度及预后

评估指标的研究进展[J]. 临床医学进展，2022，12(7)：6659-6670.

[4] Liu C P，Chen Z，Wu G，et al. Quantitative CT features on admission combined with laboratory biomarkers for predicting severe acute pancreatitis[J]. Clin Radiol，2024，79(2)：e256-e263.

[5] Oloche O，Kesego T，Charles O O，et al. Red blood cell distribution width as a prognostic biomarker for viral infections：prospects and challenges[J]. Biomark Med，2022，16(1)：41-50.

[6] Deepthy M S，Harichandrakumar K T，Karun K M，et al. Prognostic accuracy of red blood cell distribution width in predicting mortality among acute pancreatitis patients：a systematic review and hierarchical bivariate meta-analysis[J]. Sultan Qaboos Univ Med J，2025，25(1)：521-530.

[7] Liu H Q，Wang G Q，Zhang C S，et al. Nucleated red blood cell distribution in critically ill patients with acute pancreatitis：a retrospective cohort study[J]. BMC Gastroenterol，2024，24(1)：353.

[8] Zheng M H，Lonardo A. Red cell distribution width/platelet ratio predicts decompensation of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease-related compensated advanced chronic liver disease[J]. World J Gastroenterol，2025，31(3)：100393.

[9] Guo H，Wang Y，Miao Y，et al. Red cell distribution width/albumin ratio as a marker for metabolic syndrome：findings from a cross-sectional study[J]. BMC Endocr Disord，2024，24(1)：227.

[10] Huang Y Y，Jiang K W，Liu Y，et al. Association between red blood cell distribution width to serum calcium ratio and all-cause mortality in critically ill patients with diabetic nephropathy：a retrospective analysis of the MIMIC-IV database[J]. BMC Nephrol，2025，26(1)：475.

[11] Para O，Caruso L，Savo M T，et al. The challenge of prognostic markers in acute pancreatitis：internist′s point of view[J]. J Genet Eng Biotechnol，2021，19(1)：77.

[12] 冷芳，杨力，常志刚，等. 急性胰腺炎分类 2012：亚特兰大分类和定义修订的国际共识[J]. 临床肝胆病杂志，2013，29(4)：322-328.

[13] 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.

[14] Obeng E，Ergashev A，Yao Q，et al. Bioactive nanomaterials：comprehensive monitoring and regulation of acute pancreatitis induced acute lung injury[J]. Int J Nanomedicine，2025，20(12)：9517-9558.

[15] Liau M Y Q，Liau J Y J，Selvakumar S V，et al. Heart rate variability in acute pancreatitis：a narrative review[J]. Transl Gastroenterol Hepatol，2024，9：68.

[16] 王琦琦，程亚丽，周灿灿，等. 急性胰腺炎患者的临床特征分析[J]. 中华消化外科杂志，2023，22(增刊 1)：38-43.

[17] Wang Q L，Lv J T，Chen D，et al. An early warning model for predicting major adverse kidney events within 30 days in acute pancreatitis patients[J]. Ren Fail，2024，46(2)：2424468.

[18] 杨海龙，王冬利，王晶，等. 中性粒细胞与淋巴细胞比值联合红细胞分布宽度与血小板计数比值在急诊老年脓毒症患者中的应用价值[J]. 中国综合临床，2022，38(6)：509-514.

[19] 程志鹏，陈镜伊，刘雯丽，等. 红细胞分布宽度与白蛋白比值对重症肺炎所致急性呼吸窘迫综合征预后的预测价值[J]. 解放军医学院学报，2024，45(4)：357-361.

[20] 郭旻晞，朱炳喜. qSOFA 评分联合红细胞分布宽度与血钙比值对重症急性胰腺炎的早期识别及 Nomogram 图的构建[J]. 医学研究杂志，2024，53(6)：146-150.

[21] 刘黎明，成熙芸. 外周血淋巴细胞、单核细胞计数及其比值、红细胞分布宽度对急性冠脉综合征患者预后的预测价值[J]. 内科急危重症杂志，2020，26(4)：325-328.

[22] 濮尊国，朱伯金. 中心静脉压和乳酸对重症急性胰腺炎相关肾损害早期有预测价值[J]. 内科急危重症杂志，2022，28(3)：241-244.

[23] 李孟可，陈三洋，刘艳娜，等. 动态血小板及凝血相关指标对急性胰腺炎严重程度的预测价值[J]. 中华急诊医学杂志，2021，30(9)：1113-1118.

[24] Akdur G，Bardakçi O，Das M，et al. Diagnostic utility of hematological indices in predicting adverse outcomes and severity of acute pancreatitis based on BISAP and modified Glasgow score[J]. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg，2022，28(3)：268-275.

[25] 朱令娟，崔静. 血清 CRP/ALB 与 PCT/ALB 对急性胰腺炎严重程度的早期预测价值[J]. 中国临床研究，2024，37(5)：760-763.

[26] Zhao Z F，Yu Y P，Xie R L，et al. Prognostic value of the creatinine-albumin ratio in acute pancreatitis debridement[J]. BMC Surg，2020，20(1)：322.

[27] 尹阳，张瑞. 红细胞分布宽度与血清钙比值在急性胰腺炎患者病情及预后评估中的价值[J]. 医学临床研究，2021，38(4)：526-529.

[28] Chen X，Huang Y，Xu Q，et al. C-reactive protein to serum calcium ratio as a novel biomarker for predicting severity in acute pancreatitis：a retrospective cross-sectional study[J]. Front Med(Lausanne)，2025，12(13)：1506543.

[29] 王东东，魏丰贤，张宇浩，等. 血常规相关指标对急性胰腺炎病情严重程度预测价值的研究现状[J]. 中国普外基础与临床杂志，2022，29(2)：264-269.

[30] 王逸美，陈小红，李昌平. 红细胞压积差值、红细胞分布宽度与白蛋白比值联合炎性指标对急性胰腺炎病情严重程度及合并肝损伤风险的临床预测价值[J]. 现代消化及介入诊疗，2023，28(8)：951-956.

[31] Yang J，Sha X W，Wu D，et al. Formononetin alleviates acute pancreatitis by reducing oxidative stress and modulating intestinal barrier[J]. Chin Med，2023，18(1)：78.

[32] 严舒，范婧妍，吴斌，等. 红细胞分布宽度与血钙比值结合 BISAP 评分对急性胰腺炎严重程度的预测价值[J]. 西部医学，2023，35(2)：262-265.

[33] 舒玉林，王逸美，陈小红，等. BISAP 评分、MLR、NAR 在急性胰腺炎病情评估与预后中的价值[J]. 现代消化及介入诊疗，2024，29(2)：146-150.

(收稿日期：2026-02-05　修回日期：2026-05-08)
(编辑：廖薇薇　伍晓敏)