

血尿素氮与血清白蛋白的比率对重症监护室中急性胰腺炎患者住院期间全因死亡风险的预测价值

瞿 智^{1,2}, 郑海建^{1,3*}

¹扬州大学医学院, 江苏 扬州

²赣榆区人民医院重症医学科, 江苏 连云港

³赣榆区人民医院神经内科, 江苏 连云港

收稿日期: 2025年5月23日; 录用日期: 2025年6月16日; 发布日期: 2025年6月25日

摘 要

目的: 探究血尿素氮与血清白蛋白的比率(BUN/Alb)对重症监护室急性胰腺炎(AP)患者住院期间全因死亡风险的预测价值。方法: 回顾性分析MIMIC-IV数据库中904例重症AP患者临床资料。以BUN/Alb为暴露变量, 院内全因死亡为结局变量, 分为存活组(789例)与死亡组(115例)。对比两组基线, 用Logistic回归、趋势性检验、限制性三次样条图以及亚组分析探索BUN/Alb与死亡率关系及预测价值。结果: 死亡组年龄更高, 合并房颤、急性心梗比例更大, 血清阴离子间隙等多项指标更高, ICU住院时间更长, 更易使用血管活性药物($P < 0.05$)。Logistic多元回归显示, BUN/Alb是AP患者死亡率重要独立预测因子($OR = 1.05$, 95% CI: 1.03~1.08, $P < 0.001$)。将BUN/Alb分四分位数, 随其升高死亡率上升。限制性三次样条曲线示二者呈正相关线性关系。亚组分析表明, 高血压、糖尿病等与BUN/Alb和死亡率存在相关性相互作用。结论: 对于重症监护室中的AP患者而言, 住院期间的BUN/Alb是院内全因死亡发生的独立预测指标。

关键词

急性胰腺炎, 血尿素氮与血清白蛋白的比率, 院内死亡, 预后, 重症监护室

Predictive Value of Blood Urea Nitrogen-to-Serum Albumin Ratio on the Risk of in-Hospital All-Cause Death in Patients with Acute Pancreatitis in the Intensive Care Unit

*通讯作者。

文章引用: 瞿智, 郑海建. 血尿素氮与血清白蛋白的比率对重症监护室中急性胰腺炎患者住院期间全因死亡风险的预测价值[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(3): 719-729. DOI: 10.12677/jcpm.2025.43401

Zhi Qu^{1,2}, Haijian Zheng^{1,3*}

¹Medical College of Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

²Department of Critical Care Medicine, Ganyu District People's Hospital, Lianyungang Jiangsu

³Department of Neurology Medicine, Ganyu District People's Hospital, Lianyungang Jiangsu

Received: May 23rd, 2025; accepted: Jun. 16th, 2025; published: Jun. 25th, 2025

Abstract

Objective: To investigate the predictive value of the blood urea nitrogen to serum albumin ratio (BUN/Alb) for in-hospital all-cause mortality risk in acute pancreatitis (AP) patients admitted to the intensive care unit (ICU). **Methods:** A retrospective analysis was conducted on clinical data from 904 critically ill AP patients in the MIMIC-IV database. BUN/Alb served as the exposure variable, and in-hospital all-cause mortality as the outcome variable. Patients were categorized into survival (n = 789) and non-survival (n = 115) groups. Baseline characteristics were compared between groups. Logistic regression, trend tests, restricted cubic spline curves, and subgroup analyses were employed to explore the relationship between BUN/Alb and mortality, as well as its predictive value. **Results:** Compared with the survival group, non-survivors were older, had higher proportions of atrial fibrillation and acute myocardial infarction comorbidities, and exhibited elevated serum anion gap, blood urea nitrogen, serum creatinine, blood glucose, white blood cell count, blood lactate, plasma crystalloid osmotic pressure, sodium and potassium levels, SAPS II scores, SOFA scores, and longer ICU stays. They were also more likely to receive vasoactive medications (all $P < 0.05$). Fully adjusted multivariate logistic regression identified BUN/Alb as a significant independent predictor of mortality in AP patients (OR = 1.05, 95% CI: 1.03~1.08, $P < 0.001$). When BUN/Alb was divided into quartiles, mortality rates progressively increased with ascending BUN/Alb quartiles (P for trend < 0.05). Restricted cubic spline analysis revealed a positive linear correlation between BUN/Alb and in-hospital mortality. Subgroup analyses demonstrated significant interaction effects between hypertension, diabetes, chronic kidney disease, vasoactive medication use, and the association of BUN/Alb with mortality (P for interaction < 0.05). **Conclusion:** For AP patients in the ICU, BUN/Alb during hospitalization serves as an independent predictor of in-hospital all-cause mortality.

Keywords

Acute Pancreatitis, Blood Urea Nitrogen-to-Serum Albumin Ratio, In-Hospital Death, Prognosis, Intensive Care Unit

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

急性胰腺炎(acute Pancreatitis, AP)是以胰腺局部或全身炎症为特征的消化系统疾病,过去几十年其发病率显著上升,当前全球 AP 的发病率约为 34/(10 万) [1]。在重症监护室(Intensive Care Unit, ICU)中,重症 AP (severe AP, SAP)易伴有多脏器功能障碍(multiple Organ Dysfunction Syndrome, MODS),死亡率高达 30%~50% [2] [3]。血尿素氮(blood ureanitrogen, BUN)和血清白蛋白(albumin, Alb)作为重要生化指标,分

别反映肾功能和营养状态, 对评估 AP 预后有一定的价值[4] [5]。但少有研究探究 BUN 与 Alb 的比率 (BUN/Alb ratio, BAR)对 AP 院内全因死亡率的影响。本研究通过 MIMIC-IV 数据库资料, 旨在探究 BAR 与 AP 患者的关联, 以及其预测全因死亡风险的潜在价值, 有望为临床监测与早期干预开拓新思路。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

本研究回顾性检索 MIMIC-IV 数据库 2008 年至 2019 年期间的 AP 患者数据。该数据库是公开的重症医学数据库, 涵盖重症监护患者多方面真实医疗数据。本研究获得连云港市赣榆区人民医院医学伦理委员会的批准(审批号: GYLLWHY-LW-2025004)。

纳入标准: (1) 根据国际疾病分类(international classification of diseases, ICD)诊断为 AP; (2) 年龄 ≥ 18 岁。排除标准: (1) 入院时间 < 24 小时; (2) 孕妇; (3) 严重缺失数据或者入院时未检测 BUN 或 Alb。

2.2. 一般资料

记录患者的基线资料, 包括年龄、性别、种族、体重指数(body mass index, BMI)、身高、体重、血乳酸、血清阴离子间隙、BUN、肌酐、血糖、钠、钾、红细胞压积、血红蛋白、血小板、ICU 住院时长、Alb、白细胞、用药史(血管活性药物), 以及简化急性生理学评分 II (statistical analysis of protein sequences II, SAPS II), 序贯性器官衰竭评估(sequential organ failure assessment, SOFA)和各种合并症(心房颤动、急性心肌梗死、慢性肾脏病、高血压以及糖尿病)。血液检查结果均为患者在 ICU 初检结果。当患者在 ICU 多次住院时, 使用首次入院时的临床数据。

2.3. 终点事件和分组

终点事件定义为 AP 患者在 ICU 住院期间因所有原因造成的死亡, 即院内全因死亡率。根据 AP 患者住院期间是否发生死亡分为存活组和死亡组。

2.4. 统计分析

本研究采用 SPSS 23.0 和 R 4.4.0 软件进行数据分析。符合正态分布的连续性变量用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 t 检验。不符合正态分布的连续性变量采用 $M (Q1, Q3)$ 表示, 组间比较采用 Wilcoxon 检验。分类变量用百分比(%)表示, 组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归分析、趋势检验和限制性三次样条评价 BAR 与院内全因死亡之间的关系。最后, 进行亚组分析, 分析 BAR 水平与年龄、性别、种族及其他合并症之间是否存在相互作用。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 基线特征

本研究共收集 2008 年至 2019 年期间的 AP 患者 4233 例, 根据排除标准排除后, 最终纳入 904 例 AP 患者, 平均年龄 66.02 ± 45.58 岁, 其中女性 399 例(44.1%), 男性 505 例(55.9%)。根据 AP 患者住院期间是否发生死亡, 分为存活组(789 例)和死亡组(115 例)。如表 1 所示, 与存活组相比, 死亡组患者的年龄较大, 也更容易合并心房颤动和急性心肌梗死并发症。此外, 死亡组患者的白蛋白和血小板水平较低, 而血清阴离子间隙, 血尿素氮, 血肌酐, 血糖, 白细胞, 血乳酸, 血浆晶体渗透压, 钠离子, 钾离子, SAPS II 评分和 Sofa 评分均较高, 且住院时长更长, 更容易使用血管活性药物(均为 $P < 0.05$)。

Table 1. Baseline comparison between the survival group and the mortality group in the hospital for patients with severe AP
表 1. 重症 AP 患者院内存活组与死亡组的基线比较

变量	总体(n = 904)	存活组(n = 789)	死亡组(n = 115)	P-value
年龄, 年	66.02 ± 45.58	64.38 ± 43.90	77.33 ± 54.66	0.004
性别, (%)				0.879
男性	505 (55.9%)	440 (48.7%)	65 (7.2%)	
女性	399 (44.1%)	349 (38.6%)	50 (5.5%)	
种族, (%)				0.005
白种人	601 (66.5%)	532 (58.8%)	69 (7.6%)	
黑种人	89 (9.8%)	83 (9.2%)	6 (0.7%)	
其他种族	214 (23.7%)	174 (19.2%)	40 (4.4%)	
身高, cm	168.51 ± 10.59	168.56 ± 10.50	168.17 ± 11.19	0.731
体重, kg	84.39 ± 21.16	84.50 ± 24.33	83.67 ± 23.06	0.715
BMI, kg/m ²	29.58 ± 7.31	29.60 ± 7.34	29.42 ± 7.16	0.807
高血压, (%)				0.233
无	464 (51.3%)	399 (44.1%)	65 (7.2%)	
有	440 (48.7%)	390 (43.1%)	50 (5.5%)	
糖尿病, (%)				0.518
无	621 (68.7%)	539 (59.6%)	82 (9.1%)	
有	283 (31.3%)	250 (27.7%)	33 (3.7%)	
心房颤动, (%)				0.005
无	705 (78.0%)	627 (69.4%)	78 (8.6%)	
有	199 (22.0%)	162 (17.9%)	37 (4.1%)	
急性心肌梗死, (%)				0.008
无	886 (98.0%)	777 (86.0%)	109 (12.0%)	
有	18 (2.0%)	12 (1.3%)	6 (0.7%)	
慢性肾脏病, (%)				0.153
无	743 (82.2%)	643 (71.1%)	100 (11.1%)	
有	161 (17.8%)	146 (16.2%)	15 (1.7%)	
慢性阻塞性肺疾病, (%)				0.048
无	878 (97.1%)	763 (84.4%)	115 (12.7%)	
有	26 (2.9%)	26 (2.9%)	0 (0.0%)	
血管活血药物使用, %				<0.001
无	816 (90.3%)	748 (82.7%)	68 (7.5%)	
有	88 (9.7%)	41 (4.5%)	47 (5.2%)	
血清阴离子间隙, mmol/L	14.28 ± 3.78	13.86 ± 3.34	17.15 ± 5.14	<0.001
白蛋白, g/dL	2.91 ± 0.62	2.96 ± 0.61	2.54 ± 0.61	<0.001
血尿素氮, mg/dL	26.22 ± 26.33	22.69 ± 22.88	50.46 ± 34.57	<0.001

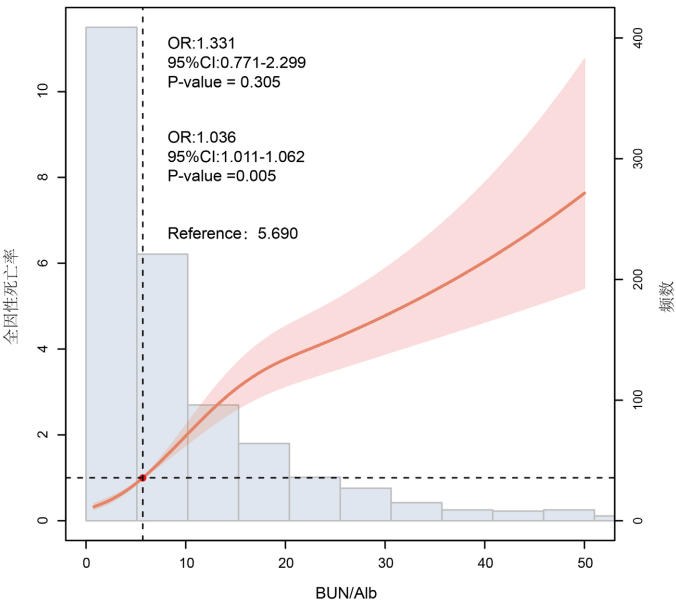
续表

血肌酐, mg/dL	1.56 ± 1.81	1.45 ± 1.70	2.37 ± 2.29	<0.001
血糖, mg/dL	135.00 ± 72.35	132.31 ± 68.92	153.48 ± 90.73	0.003
红细胞比容, %	30.62 ± 4.80	30.65 ± 4.78	30.45 ± 5.00	0.683
白细胞, ×10 ⁹ /L	12.57 ± 7.41	12.36 ± 7.26	14.06 ± 8.19	0.021
血红蛋白, g/L	102.61 ± 16.43	102.87 ± 16.44	100.9 ± 16.33	0.221
血小板, ×10 ⁹ /L	265.43 ± 177.15	274.23 ± 180.20	205.06 ± 141.13	<0.001
血乳酸, mmol/L	2.11 ± 2.34	1.73 ± 1.51	4.70 ± 4.46	<0.001
血浆晶体渗透压, mmol/L	301.60 ± 15.70	299.72 ± 14.20	314.47 ± 19.15	<0.001
钠离子, mmol/L	138.22 ± 4.96	137.99 ± 4.61	139.80 ± 6.69	<0.001
钾离子, mmol/L	4.17 ± 0.81	4.14 ± 0.79	4.36 ± 0.95	0.007
凝血酶原时间, 秒	15.54 ± 4.13	15.52 ± 4.19	15.70 ± 3.65	0.650
医院住院时长, 天	16.70 ± 15.62	16.54 ± 14.99	17.76 ± 19.40	0.434
ICU 住院时长, 天	7.60 ± 10.76	7.02 ± 10.17	11.59 ± 13.51	<0.001
SAPS 评分 II	36.88 ± 16.11	34.18 ± 14.03	55.38 ± 17.31	<0.001
SOFA 评分	5.15 ± 3.78	4.55 ± 3.25	9.25 ± 4.57	<0.001

注: BMI, 身体质量指数; SAPS 评分 II, 简化的急性生理评分 II; SOFA, 序贯器官衰竭评分。

3.2. 限制性立方图分析

结果显示, BAR 水平与重症 AP 患者院内全因死亡率呈正相关线性关系。随着 BAR 的升高, 重症 AP 患者的院内死亡率逐渐增加($P<0.001$)。当 BAR 水平超过 5.690 时, BAR 的院内全因性死亡率的 OR 和 95% CI 为 1.036 (1.011~1.062) (图 1)。



注: BUN/Alb: 血尿素氮与血清白蛋白的比率。

Figure 1. Restricted cubic spline plot showing the relationship between BAR and in-hospital all-cause mortality in patients with AP
图 1. BAR 和 AP 患者院内全因性死亡率之间关系的限制性立方体条图

3.3. Logistic 回归分析

通过单因素 *logistic* 回归分析模型发现, 乳酸是院内全因死亡率的预测指标(OR = 1.05, 95% CI: 1.03~1.08, $P<0.001$, 模型 I)。在控制了年龄、性别和种族变量后, BAR 水平是导致院内全因性死亡风险的独立危险因素(OR = 1.07, 95% CI: 1.05~1.10, 模型 II)。最后, 在模型 III 中, 我们调整了表 1 中除 BUN 和 Alb 以外的所有变量, BAR 仍然是 AP 患者院内全因死亡率的独立预测因素(OR = 1.05, 95% CI: 1.03~1.08)。在完全校正的模型 III 中, 与最低四分位数组(Q1)相比, BAR 各四分位数组的院内全因性死亡率的 ORs 和 95% CIs 分别为 1.66 (0.46~6.03)、4.47 (1.43~13.96)和 7.98 (2.56~24.84) (表 2)。

Table 2. Correlation between BUN/Alb and the risk of in-hospital all-cause mortality.

表 2. 血尿素氮与血清白蛋白的比率与院内全因性死亡风险的相关性

BAR	模型 I	模型 II	模型 III
	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)
	1.09 (1.07, 1.11) ***	1.07 (1.05, 1.10) ***	1.05 (1.03, 1.08) ***
四分位数			
Q1, mmol/L	1.00	1.00	1.00
Q2, mmol/L	2.06 (0.61, 6.91)	2.14 (0.63, 7.22)	1.66 (0.46, 6.03)
Q3, mmol/L	8.21 (2.84, 23.75) ***	7.86 (2.68, 23.01) ***	4.47 (1.43, 13.96) **
Q4, mmol/L	27.14 (9.72, 75.80) ***	28.39 (10.07, 79.99) ***	7.98 (2.56, 24.84) ***
<i>P</i> for trend	<0.001	<0.001	<0.001

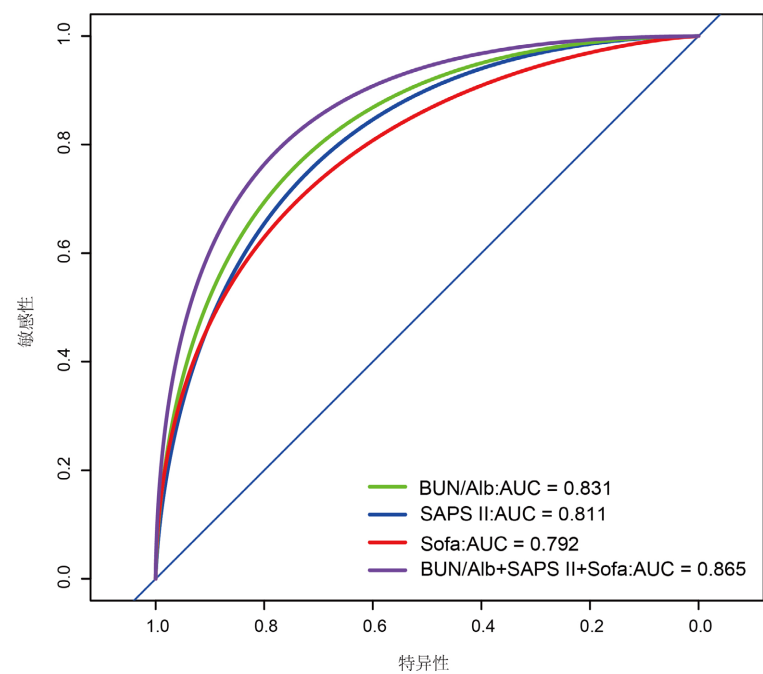
注: OR, odds ratio: 比值比; CI, confidence interval: 置信区间; Q1, 0.357~3.200 mmol/L; Q2, 3.201~5.690 mmol/L; Q3, 5.691~11.929 mmol/L; Q4, 11.930~70.952 mmol/L; ** $P<0.01$, *** $P<0.001$; 模型 I 未调整变量; 模型 II 根据年龄、性别、种族进行调整; 模型 III 根据年龄、性别、种族、BMI、高血压、糖尿病、心房颤动、急性心肌梗死、慢性肾脏病、慢性阻塞性肺病、血清阴离子间隙, 白蛋白, 血尿素氮, 血肌酐, 血糖, 红细胞比容, 白细胞, 血红蛋白, 血小板, 血乳酸, 血浆晶体渗透压, 钠离子, 钾离子, 凝血酶原时间, SAPS 评分 II 和 SOFA 评分进行调整。

3.4. BAR 联合 SAPS 评分 II 或 SOFA 评分对于全因性死亡的预测价值

我们使用变量 BAR, SAPS 评分 II, SOFA 评分, BAR 联合 SAPS 评分 II 以及乳酸联合 SOFA 评分生成的 ROC 曲线下面积来预测 AP 患者院内的全因死亡风险。如图 2 所示, 由变量 BAR 所构建的 ROC 曲线预测院内全因死亡风险的 AUC 为 0.831, SAPS 评分 II 预测 AP 患者院内全因死亡风险的 AUC 为 0.811, SOFA 评分对于预测 AP 院内全因死亡风险的 AUC 为 0.792, BAR 联合 SAPS 评分 II 以及 SOFA 评分预测 AP 患者院内全因死亡风险的 AUC 为 0.865。

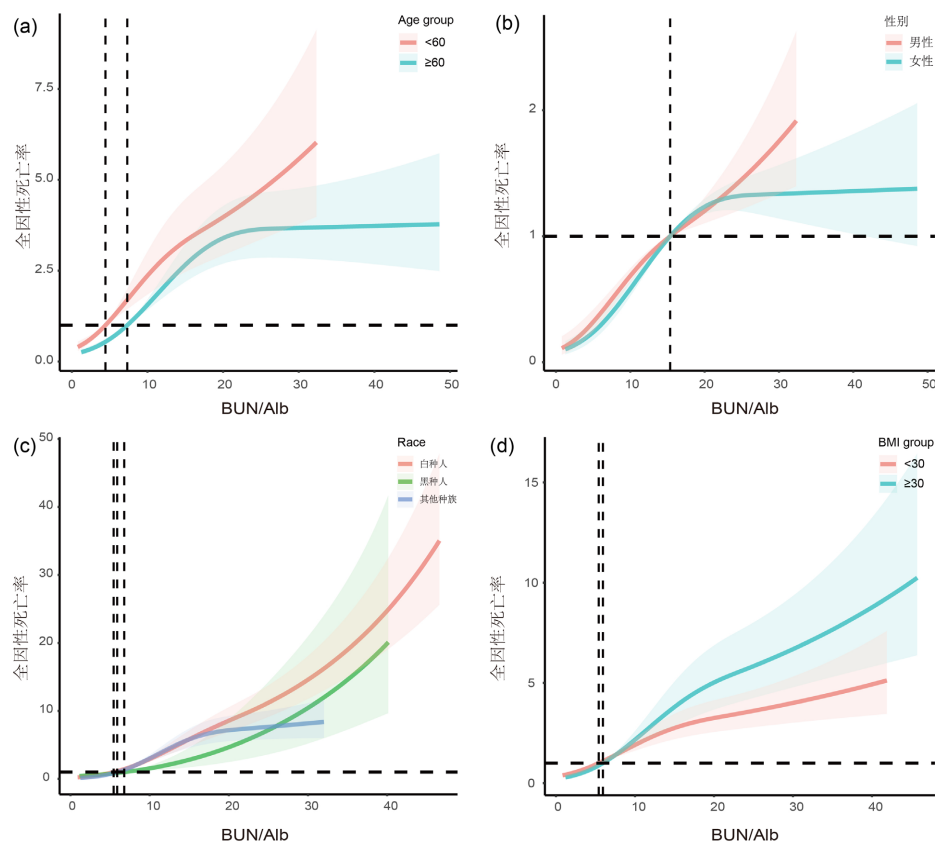
3.5. 亚组分析

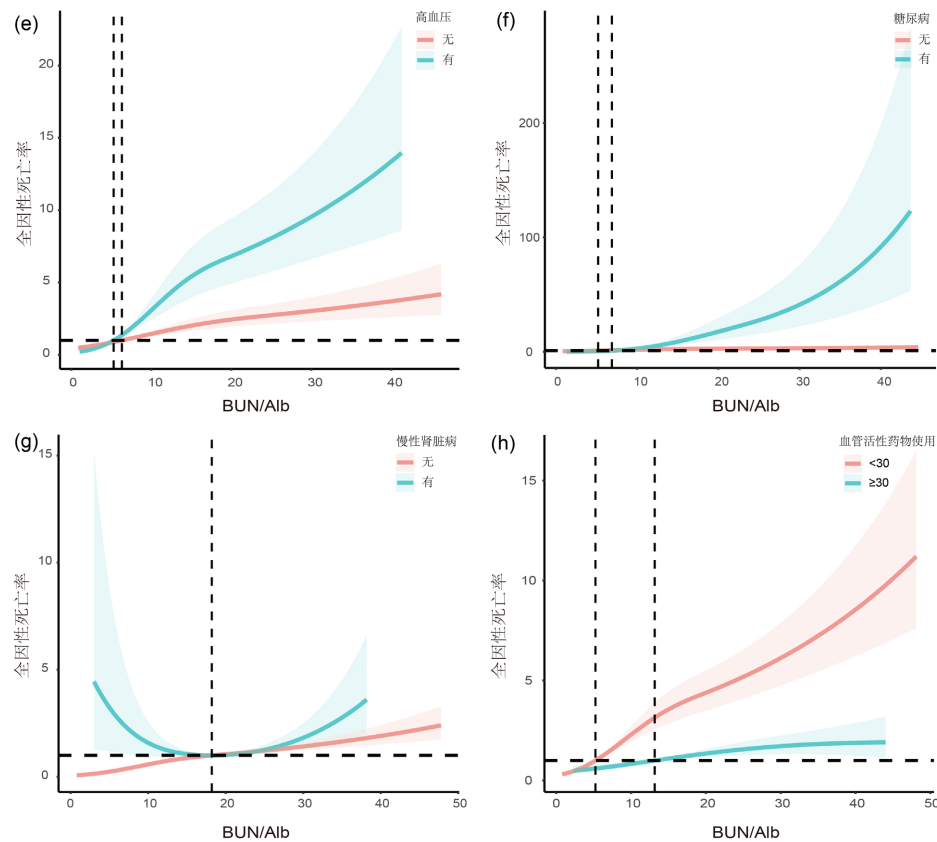
在亚组分析中, 我们纳入年龄、性别、种族、BMI、血管活性药物使用以及高血压、糖尿病和慢性肾脏病等并发症进一步探索 BAR 水平和院内全因性死亡的相关性。在图 3 中, 我们发现 BAR 与院内全因性死亡率成线性正相关趋势, 存在于任何年龄段, 无论男性或女性, 无论何种种族, 无论何种体型, 是否使用血管活性药物, 有或无高血压, 有糖尿病, 无慢性肾脏病的人群中。如表 3 所示, BAR 与院内全因死亡率之间的关联在部分亚组中表现出显著的交互作用效应, 包括种族(P for interaction = 0.001)、高血压(P for interaction = 0.001)、糖尿病(P for interaction = 0.007)、慢性肾脏病(P for interaction = 0.002)和血管活性药物使用(P for interaction = 0.027), 提示这些临床特征可能调节 BAR 与死亡风险之间的关系。值得



注: BUN/Alb: 血尿素氮与血清白蛋白的比率。

Figure 2. ROC curves for predicting in-hospital all-cause mortality risk in patients with AP using different indicators and combinations of indicators
图 2. 不同指标及指标组合预测 AP 患者院内全因死亡风险的 ROC 曲线





注: BUN/Alb: 血尿素氮与血清白蛋白的比率。

Figure 3. Trend plots showing the correlation between BAR levels and in-hospital all-cause mortality rate in different subgroups

图 3. 不同亚组中 BAR 水平与院内全因死亡率的相关性趋势图

Table 3. Subgroup analysis of the correlation between BUN/Alb and in-hospital all-cause mortality rate.

表 3. 亚组分析血尿素氮与血清白蛋白的比率和院内全因死亡率的相关性

变量	Q1	Q2	Q3	Q4	P for trend	P for interaction
年龄						0.108
<60	Ref.	1.21 (0.57, 4.97)	3.44 (0.84, 14.11)	4.75 (1.11, 20.24) *	0.010	
≥60	Ref.	5.85 (0.48, 71.27)	15.32 (1.46, 160.81) *	23.02 (2.18, 243.33) *	<0.001	
性别						0.171
男性	Ref.	1.07 (0.15, 7.54)	3.20 (0.64, 15.98)	8.41 (1.71, 41.38)	<0.001	
女性	Ref.	3.18 (0.52, 19.45)	7.96 (1.46, 43.33) *	9.28 (1.74, 49.59) *	0.003	
种族						0.001
白种人	Ref.	1.38 (0.66, 2.24)	2.76 (0.82, 9.29)	5.69 (1.72, 18.85) **	<0.001	
黑种人	Ref.	1.17 (0.74, 1.96)	2.58 (0.91, 8.75)	4.45 (1.55, 15.15) **	0.004	
其他种族	Ref.	1.08 (0.66, 1.94)	2.06 (0.82, 7.29)	3.69 (1.32, 13.85) **	0.020	
BMI						0.092
<30	Ref.	2.96 (0.54, 16.16)	5.26 (1.06, 26.00) *	8.13 (1.65, 39.96) *	0.003	
≥30	Ref.	1.38 (0.23, 4.58)	3.32 (0.63, 17.56)	7.96 (1.50, 42.20) *	0.001	

续表

高血压						0.001
无	Ref.	1.84 (0.32, 10.59)	4.23 (0.83, 21.52)	6.35 (1.32, 30.60) *	0.042	
有	Ref.	1.57 (0.20, 12.17)	2.56 (0.44, 14.79)	18.12 (3.47, 94.70) **	<0.001	
糖尿病						0.007
无	Ref.	1.55 (0.41, 5.89)	2.78 (0.83, 9.34)	4.16 (1.22, 14.16) *	0.009	
有	Ref.	1.55 (0.61, 1.89)	1.78 (0.83, 2.34)	1.16 (0.45, 2.16)	0.012	
慢性肾脏病						0.002
无	Ref.	1.67 (0.46, 6.08)	4.32 (1.37, 13.66) *	8.37 (2.66, 26.35) ***	<0.001	
有	Ref.	0.91 (0.56, 2.08)	0.75 (0.37, 1.66)	1.37 (0.86, 2.35)	0.885	
血管活性药物使用						0.027
无	Ref.	1.09 (0.26, 4.63)	2.97 (0.91, 9.74)	6.84 (2.11, 22.20) **	<0.001	
有	Ref.	1.01 (0.15, 3.42)	1.85 (0.56, 4.56)	3.58 (1.06, 6.75) *	0.025	

注：OR：odds ratio：比值比；CI，confidence interval：置信区间；Q1，0.357~3.200 mmol/L；Q2，3.201~5.690 mmol/L；Q3，5.691~11.929 mmol/L；Q4，11.930~70.952 mmol/L；****P*<0.001，***P*<0.01，**P*<0.05；根据年龄、性别、种族、BMI、高血压、糖尿病、心房颤动、急性心肌梗死、慢性肾脏病、慢性阻塞性肺病、血清阴离子间隙，白蛋白，血尿素氮，血肌酐，血糖，红细胞比容，白细胞，血红蛋白，血小板，血乳酸，血浆晶体渗透压，钠离子，钾离子，凝血酶原时间，SAPS 评分 II 和 SOFA 评分进行调整。

注意的是，尽管上述交互作用 *P* 值具有统计学意义，但并非所有亚组内部的 *BAR* 与死亡率之间均呈现显著的线性趋势。例如，在合并慢性肾脏病的患者中，*BAR* 四分位与死亡率之间的趋势性 *P* 值为 0.885，提示该亚组中未观察到明确的剂量 - 反应关系。这种结果提示，某些亚组中 *BAR* 对死亡风险的预测效应可能受到其他因素的干扰，如样本量有限、指标分布不均或合并症严重程度差异等。

4. 讨论

BUN 与 *ALB* 作为临床常用的生化指标，它们在生理学和内科医学中具有重要意义。血尿素氮是肝脏代谢蛋白质的最终产物，其浓度水平能够反映机体蛋白质代谢的动态变化以及肾功能的状态。而血清白蛋白作为最主要的血浆蛋白，不仅在维持胶体渗透压方面发挥主导作用，还参与多种物质的转运及磷酸化等生理过程。在 *AP* 的临床背景下，病理生理变化会导致 *BUN* 和 *ALB* 水平的显著波动[6]。研究表明，急性胰腺炎患者通常表现出高水平的 *BUN*，这是由于胰腺损伤导致的炎症反应、肾血流减少或脱水等因素所引起的。与此同时，由于急性合并症的发展及全身炎症反应综合征的发生，患者的 *ALB* 水平往往下降，这与肝脏合成功能受损、炎症介质的改变以及营养状态的下降密切相关。因此，在急性胰腺炎患者中，*BUN* 与 *ALB* 比率的变化，为干预 *AP* 持续进展提供新的临床标志物。

陈等人在脓毒症人群中发现 *BUN* 不仅反映了肾脏损伤状态，也能部分体现蛋白质的分解代谢状态，更是死亡率的独立危险因素[7]。白蛋白作为维持血浆渗透压的主要蛋白，还与抗炎、抗氧化、结合外源性及外源性毒素等功能，低蛋白血症提示患者预后不佳[8] [9]。我们运用限制性立方图分析发现 *BAR* 与重症 *AP* 患者院内全因死亡率呈正相关线性关系，其结点为 5.69。我们团队还比较了不同评分系统对于 *AP* 患者院内全因死亡风险的效能，发现 *BAR* 联合 *SAPS* 评分 II 以及 *SOFA* 评分相较于传统评分可以明显提高诊断精确度(*AUC* 为 0.865)。研究数据显示，*BUN* 与 *ALB* 的比率升高与急性胰腺炎患者肺部并发症(如急性呼吸窘迫综合征)发生率显著相关。通过定期监测 *BAR* 的变化，可以为医务人员提供及时的干

预依据[10]。例如, 当该比率显示异常升高时, 医务团队可早期针对性地加强营养支持, 优化通气策略, 或采取其他综合措施, 以降低肺部并发症发生的风险。

BUN 与 ALB 比率的预后价值较早地在呼吸系统疾病如社区获得性肺炎、医院获得性肺炎、吸入性肺炎和慢性阻塞性肺炎得到应用[11]-[14], 近来在大肠埃希菌菌血症、脓毒症、急性呼吸窘迫综合征等疾病相关预后得到报道[10][15][16]。鉴于这种非特异性表现, 我们对年龄、性别、种族、体重以及合并症分别进行亚组分析, 发现 BAR 和院内全因性死亡率与种族、血管活性药物使用、高血压、糖尿病和慢性肾脏病等并发症存在相互作用关系。当实际应用于临床时, 应关注患者的共病状态。此外, 尽管部分亚组间存在显著交互作用, 但并非所有亚组内部均呈现稳定的剂量反应趋势, 提示 BAR 的预后价值在不同人群中可能存在异质性, 需结合个体化因素综合判断。

本研究存在一定局限性。首先, 尽管我们通过多因素回归模型调整了多项潜在混杂因素, 仍可能存在未测量或未充分控制的变量, 如患者的营养状况、炎症程度及部分合并症的严重程度, 这些可能影响 BAR 与死亡率之间的关系, 导致结果偏倚。未来研究应纳入更全面的临床资料, 以增强结论的稳健性。其次, 本研究为回顾性观察性分析, 虽揭示了 BAR 与重症 AP 患者院内全因死亡风险的显著关联, 但未探讨其生物学机制, 尚停留在统计学层面。未来有必要结合基础实验(如细胞或动物模型)进一步验证 BAR 对疾病进展的影响, 为其作为生物标志物提供更坚实的理论依据。

在这项研究中, 我们确认了 BUN 和 ALB 作为趋近于生物标志物的价值, 具体而言, 通过将 BAR 纳入常规监测程序中, 临床医师能够及时识别高风险患者, 进而实施个性化的干预措施。这一发现使我们重新审视了 AP 患者的预后评估指标, 提示我们在日常临床决策中整合新兴生物标志物的重要性。

作者贡献

瞿智撰写论文, 郑海建进行论文的修订; 郑海建负责文章的质量控制与审查, 对文章整体负责, 监督管理。

基金项目

连云港市科技计划(社会发展)项目(SF2116); 连云港市卫生科技项目面上课题(202131)。

参考文献

- [1] Petrov, M.S. and Yadav, D. (2018) Global Epidemiology and Holistic Prevention of Pancreatitis. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, **16**, 175-184. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0087-5>
- [2] 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.
- [3] 中国医师协会胰腺病学专业委员会. 中国急性胰腺炎多学科诊治(MDT)共识意见(草案)[J]. 中国实用内科杂志, 2015, 35(12): 1004-1010.
- [4] Li, S., Zhang, Y., Li, M., Xie, C. and Wu, H. (2017) Serum Albumin, a Good Indicator of Persistent Organ Failure in Acute Pancreatitis. *BMC Gastroenterology*, **17**, Article No. 59. <https://doi.org/10.1186/s12876-017-0615-8>
- [5] 张云, 朱瑾, 刘欢, 等. 血尿素氮与白蛋白比值对重症急性胰腺炎患者 28 d 预后的预测价值——一项基于 MIMIC-III 数据库的回顾性队列研究[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2022, 29(3): 315-319.
- [6] 田光芳, 张渊智, 余玉红, 等. 血钙与 APACHE II 评分评价急性胰腺炎重症倾向的价值分析[J]. 卫生职业教育, 2022, 40(10): 147-149.
- [7] 陈维校. 血尿素氮/血清白蛋白比值与脓毒症患者的 ICU 死亡率的关系: 一项回顾性队列研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州医科大学, 2023.
- [8] Peters, T. (1977) Serum Albumin: Recent Progress in the Understanding of Its Structure and Biosynthesis. *Clinical Chemistry*, **23**, 5-12. <https://doi.org/10.1093/clinchem/23.1.5>
- [9] Sheng, S., Zhang, Y., Ma, H. and Huang, Y. (2022) Albumin Levels Predict Mortality in Sepsis Patients with Acute

- Kidney Injury Undergoing Continuous Renal Replacement Therapy: A Secondary Analysis Based on a Retrospective Cohort Study. *BMC Nephrology*, **23**, Article No. 52. <https://doi.org/10.1186/s12882-021-02629-y>
- [10] 槐永军, 马壮, 陈萍. 血清白蛋白及血尿素氮对急性呼吸窘迫综合征患者预后影响分析[J]. 大连医科大学学报, 2009, 31(6): 686-688.
- [11] Ugajin, M., Yamaki, K., Iwamura, N., Yagi, T. and Asano, T. (2012) Blood Urea Nitrogen to Serum Albumin Ratio Independently Predicts Mortality and Severity of Community-Acquired Pneumonia. *International Journal of General Medicine*, **2012**, 583-589. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s33628>
- [12] Feng, D., Zhou, Y., Zou, X., Zhou, M., Yang, H., Chen, X., *et al.* (2019) Elevated Blood Urea Nitrogen-to-Serum Albumin Ratio as a Factor That Negatively Affects the Mortality of Patients with Hospital-Acquired Pneumonia. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, **2019**, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2019/1547405>
- [13] Yu, X., Zhu, G., Cai, T. and Zheng, J. (2020) Establishment of Risk Prediction Model and Risk Score for In-Hospital Mortality in Patients with AECOPD. *The Clinical Respiratory Journal*, **14**, 1090-1098. <https://doi.org/10.1111/crj.13246>
- [14] Ryu, S., Oh, S.k., Cho, S.U., You, Y., Park, J.S., Min, J.H., *et al.* (2021) Utility of the Blood Urea Nitrogen to Serum Albumin Ratio as a Prognostic Factor of Mortality in Aspiration Pneumonia Patients. *The American Journal of Emergency Medicine*, **43**, 175-179. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.02.045>
- [15] Zou, X., Feng, D., Wu, W., Yang, H. and Zhang, T. (2021) Blood Urea Nitrogen to Serum Albumin Ratio Independently Predicts 30-Day Mortality and Severity in Patients with *Escherichia coli* Bacteraemia. *Medicina Clinica*, **157**, 219-225. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2020.06.060>
- [16] 吴娟, 谢菲菲, 尤常赞. 血尿素氮与血清白蛋白比值对脓毒症患者的预后价值分析[J]. 现代实用医学, 2023, 35(7): 903-905.