

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.07.001

消化系统疾病专题

pH 校正钙离子浓度联合未成熟血小板分数对老年急性上消化道出血伴发弥散性血管内凝血的预测价值

彭丽滢, 关岚, 刘志伟, 付阳阳, 田兆兴

基金项目: 2022 年国家临床重点专科建设项目; 北京市医院管理中心青年人才培养“青苗”计划项目(QML20210405)

作者单位: 100035 北京, 首都医科大学附属北京积水潭医院急诊科

通信作者: 田兆兴 E-mail: tjtx@126.com



【摘要】 目的 探讨 pH 校正钙离子浓度联合未成熟血小板分数(IPF)对老年急性上消化道出血(AUGIB)患者伴发弥散性血管内凝血(DIC)的预测价值。方法 选取 2022 年 1 月—2025 年 1 月首都医科大学附属北京积水潭医院急诊科就诊的老年 AUGIB 患者 126 例作为观察对象,根据是否伴发 DIC 分为 DIC 组 40 例和非 DIC 组 86 例。采用全自动生化分析仪检测血清 pH 校正钙离子浓度,全自动血液分析仪检测 IPF 及其他凝血相关指标;Pearson 相关性分析 pH 校正钙离子浓度、IPF 与 APACHE II 评分的相关性;多因素 Logistic 回归分析老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的影响因素;相对危险度分析不同水平 pH 校正钙离子浓度、IPF 对老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的影响;受试者工作特征(ROC)曲线分析 pH 校正钙离子浓度、IPF 对老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的预测价值。结果 DIC 组 pH 校正钙离子浓度低于非 DIC 组,IPF 水平高于非 DIC 组($t/P=8.963/<0.001$ 、 $12.365/<0.001$);Pearson 相关性分析显示,老年 AUGIB 患者 pH 校正钙离子浓度与 APACHE II 评分呈负相关($r/P=-0.723/<0.001$),IPF 与 APACHE II 评分呈正相关($r/P=0.756/<0.001$);APACHE II 评分高、D-D 高、IPF 高是老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的独立危险因素[OR(95%CI)=1.752(1.198~2.568)、2.785(1.463~5.298)、3.486(1.675~7.200)];pH 校正钙离子浓度高、PLT 高是独立保护因素[OR(95%CI)=0.312(0.158~0.612)、0.311(0.196~0.621)];相对危险度分析显示,pH 校正钙离子浓度低水平患者伴发 DIC 的风险是高水平患者的 2.286 倍($\chi^2/P=10.895/<0.001$),IPF 高水平患者伴发 DIC 的风险是低水平患者的 2.573 倍($\chi^2/P=12.658/<0.001$);pH 校正钙离子浓度、IPF 及二者联合预测老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的曲线下面积(AUC)分别为 0.828、0.845、0.915,二者联合预测的 AUC 高于其各自单独预测($Z/P=2.985/0.003$ 、 $3.216/<0.001$)。结论 pH 校正钙离子浓度低、IPF 高是老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的独立危险因素,二者联合检测可提高预测效能,为临床早期识别高风险患者提供参考。

【关键词】 急性上消化道出血; 弥散性血管内凝血; pH 校正钙离子浓度; 未成熟血小板分数; 预测价值; 老年人**【中图分类号】** R573.2; R554+.8**【文献标识码】** A

The predictive value of pH-corrected calcium concentration combined with immature platelet fraction for disseminated intravascular coagulation in elderly patients with acute upper gastrointestinal bleeding Peng Liying, Guan Lan, Liu Zhiwei, Fu Yangyang, Tian Zhaoxing. Emergency Department, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China

Funding program: National Key Clinical Specialty Construction Project 2022; Beijing Hospital Management Center Youth Talents Training 'Qingmiao' Project (QML20210405)

Corresponding author: Tian Zhaoxing, E-mail: tjtx@126.com

【Abstract】 Objective To investigate the predictive value of pH-corrected calcium concentration combined with immature platelet fraction (IPF) for disseminated intravascular coagulation (DIC) in elderly patients with acute upper gastrointestinal bleeding (AUGIB). **Methods** A total of 126 elderly patients with AUGIB who visited the Emergency Department of Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University from January 2022 to January 2025 were enrolled as study subjects. They were divided into a DIC group (40 cases) and a non-DIC group (86 cases) based on the presence or absence of DIC. Serum pH-corrected calcium concentration was measured using an automatic biochemical analyzer, and IPF and other coagulation-related indicators were detected using an automatic hematology analyzer. Multivariate logistic regression analysis was used

to identify independent risk factors for DIC in elderly AUGIB patients. Relative risk analysis was conducted to evaluate the impact of different levels of pH-corrected calcium concentration and IPF on DIC. The predictive value of the two indicators alone and in combination was assessed using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** The pH-corrected calcium concentration was significantly lower, while the IPF level was significantly higher, in the DIC group compared to the non-DIC group ($t=8.963, 12.365$, both $P<0.001$). Pearson correlation analysis showed that in elderly AUGIB patients, pH-corrected calcium concentration was significantly negatively correlated with the APACHE II score ($r=-0.723, P<0.001$), whereas IPF was significantly positively correlated with the APACHE II score ($r=0.756, P<0.001$). Elevated IPF, elevated APACHE II score, and elevated D-dimer were independent risk factors for DIC in elderly AUGIB patients [$OR(95\%CI)=3.486(1.675-7.200), 1.752(1.198-2.568), 2.785(1.463-5.298)$], while elevated pH-corrected calcium concentration and high platelet count (PLT) were protective factors [$OR(95\%CI)=0.312(0.158-0.612), 0.311(0.196-0.621)$]. The areas under the ROC curve (AUC) for pH-corrected calcium concentration, IPF, and their combination in predicting DIC in elderly AUGIB patients were 0.828, 0.845, and 0.915, respectively. The AUC of the combined prediction was significantly higher than that of either indicator alone ($Z=2.985, 3.216; P=0.003, <0.001$). **Conclusion** Decreased pH-corrected calcium concentration and increased IPF are independent risk factors for DIC in elderly AUGIB patients. Combined detection of these two factors can improve predictive efficiency and provide a reference for early identification of high-risk patients.

【Key words】 Acute upper gastrointestinal bleeding; Disseminated intravascular coagulation; pH-corrected calcium concentration; Immature platelet fraction; Predictive value; Elderly

老年急性上消化道出血(acute upper gastrointestinal bleeding, AUGIB)是消化内科常见急症,随着老龄化加剧其发病率逐年上升^[1]。老年患者血管弹性差、凝血功能生理性下降,且多合并基础疾病,严重出血后易诱发弥散性血管内凝血(disseminated intravascular coagulation, DIC)^[2]。DIC可致微循环衰竭与多器官损伤,显著增加病死率,故早期识别高危人群至关重要^[3]。传统凝血指标如 PT、D-D 等在中晚期才显著异常,缺乏预警价值^[4]。pH 校正钙离子浓度直接参与凝血因子激活与血小板聚集,可早期反映凝血异常倾向^[5];未成熟血小板分数(imature platelet fraction, IPF)敏感提示血小板生成状态,在凝血激活早期即可升高^[6]。目前二者联合预测老年 AUGIB 患者并发 DIC 的研究较少,本研究旨在探讨其预测价值,为临床早期干预提供参考,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2022 年 1 月—2025 年 1 月首都医科大学附属北京积水潭医院急诊科就诊的老年 AUGIB 患者 126 例作为观察对象,根据是否伴发 DIC 分为 DIC 组 40 例和非 DIC 组 86 例。DIC 组患者年龄、合并冠心病比例、出血量、APACHE II 评分、SOFA 评分及 PT、APTT、D-D 水平均高于非 DIC 组,PLT 低于非 DIC 组($P<0.05$ 或 $P<0.01$),见表 1。本研究经医院伦理委员会审批通过(积伦科审字第 202201-49 号-备 01 号),患者和/或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 诊断标准: DIC 诊断参照国

际血栓与止血学会(ISTH) 2019 年制定的诊断标准^[7]: 存在明确的致病因素(如严重出血),同时满足血小板计数(PLT) $<100\times 10^9/L$ 或进行性下降、PT 延长 $>3s$ 、APTT 延长 $>5s$ 、D-D 升高(超过参考值上限 3 倍)符合上述 3 项及以上指标即可诊断。(2) 纳入标准: ①年龄 ≥ 60 岁; ②符合急性上消化道出血诊断标准^[8]经胃镜或影像学检查证实出血部位; ③临床资料完整,可完成相关指标检测及随访。(3) 排除标准: ①入院前已诊断 DIC 或存在凝血功能障碍病史; ②合并恶性肿瘤、自身免疫性疾病、严重肝肾功能衰竭; ③近期使用抗凝药物、抗血小板药物或影响钙离子代谢的药物; ④创伤、手术等其他原因导致的出血; ⑤存在严重感染、电解质紊乱(未纠正)。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 pH 校正钙离子浓度、IPF 检测: 采集患者入院 24 h 内空腹肘静脉血 5 ml,其中 2 ml 注入 EDTA 抗凝试管(货号: KJ-EDTA-01,江苏康健医疗用品有限公司),取血浆采用全自动血液分析仪[型号: 日本 Sysmex XN-9000,希森美康医用电子(上海)有限公司]检测 PLT、IPF;另取静脉血 1 ml,注入普通干燥试管(货号: GD-1001,浙江拱东医疗器械股份有限公司),室温下静置 30 min,以 3 000 r/min、离心半径 10 cm 离心 10 min,分离血清,采用全自动生化分析仪[型号: 日立 7600,日立高新技术(上海)有限公司],通过离子选择电极法检测 pH 校正钙离子浓度,经仪器自动完成 pH 值校正后,计算机体实际钙离子浓度。检测所用试剂为仪器配套试剂[pH 校正钙离子检测

表 1 非 DIC 组与 DIC 组老年 AUGIB 患者临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data of elderly patients with AUGIB between non-DIC group and DIC group

项 目		非 DIC 组(<i>n</i> = 86)	DIC 组(<i>n</i> = 40)	<i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
性别[例(%)]	男	52(60.47)	24(60.00)	0.098	0.754
	女	34(39.53)	16(40.00)		
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)		69.89 $\pm$ 5.76	72.35 $\pm$ 6.12	2.215	0.029
BMI($\bar{x} \pm s$ kg/m ²)		22.78 $\pm$ 3.15	23.05 $\pm$ 3.32	0.452	0.652
吸烟史[例(%)]		28(32.56)	14(35.00)	0.125	0.723
饮酒史[例(%)]		23(26.74)	12(30.00)	0.258	0.611
出血原因[例(%)]	胃溃疡	26(30.23)	12(30.00)	1.896	0.595
	十二指肠溃疡	30(34.88)	14(35.00)		
	食管胃底静脉曲张破裂	16(18.60)	9(22.50)		
	急性胃黏膜病变	14(16.28)	5(12.50)		
	合并基础疾病[例(%)]				
	高血压	38(44.19)	18(45.00)	0.012	0.913
	糖尿病	24(27.91)	11(27.50)	0.004	0.951
	冠心病	22(25.58)	15(37.50)	3.125	0.047
出血至就诊时间($\bar{x} \pm s$,h)		8.42 $\pm$ 3.15	8.96 $\pm$ 3.42	0.985	0.326
出血量($\bar{x} \pm s$,ml)		450.00 $\pm$ 150.23	750.00 $\pm$ 200.35	8.432	<0.001
APACHE II 评分($\bar{x} \pm s$,分)		16.32 $\pm$ 4.25	21.85 $\pm$ 5.02	6.985	<0.001
SOFA 评分($\bar{x} \pm s$,分)		5.68 $\pm$ 2.05	8.12 $\pm$ 2.53	5.896	<0.001
PLT($\bar{x} \pm s$, $\times 10^9$ /L)		182.35 $\pm$ 44.86	92.58 $\pm$ 31.65	11.892	<0.001
PT($\bar{x} \pm s$,s)		12.45 $\pm$ 0.85	16.52 $\pm$ 1.20	19.315	<0.001
APTT($\bar{x} \pm s$,s)		35.15 $\pm$ 1.85	47.25 $\pm$ 2.50	27.328	<0.001
D-D($\bar{x} \pm s$, μ g/L)		1.35 $\pm$ 0.35	5.65 $\pm$ 0.85	30.803	<0.001

试剂盒 ,货号: 7600-Ca-01 ,日立高新技术(上海) 有限公司; IPF 检测试剂盒 ,货号: XN-IPF-02 ,希森美康医用电子(上海) 有限公司] ,所有操作严格按照仪器及试剂盒说明书执行。

1.3.2 凝血指标检测: 取上述静脉血 2 ml ,注入含枸橼酸钠抗凝剂的试管(抗凝剂与血液体积比为 1 : 9 ,货号: KJ-Citrate-02 ,江苏康健医疗用品有限公司) ,以 3 500 r/min、离心半径 10 cm 离心 15 min ,分离血浆。采用全自动凝血分析仪(型号: 西门子 CA7000 ,西门子医疗系统有限公司) 检测 PT、APTT、D-D 水平 ,所用试剂均为仪器配套试剂(货号: CA7000-PT-01、CA7000-APTT-01、CA7000-DD-01) ,操作过程严格遵循试剂盒及仪器标准操作规程。

1.3.3 出血量、病情严重程度评估: 出血量采用临床综合评估法 ,结合患者呕吐物量(按毫升估算)、黑便量(采用称重法换算 ,1 g 黑便约对应 1 ml 出血量) ,同时参考患者生命体征(血压、心率) 变化及入院时与入院 24 h 血红蛋白水平差值进行综合判断 ,确保评估结果准确。病情严重程度采用急性生理学与慢性健康状况评分 II(APACHE II) 评估 ,分值范围为 0~71 分 ,得分越高提示患者病情越严重^[9]; 器官功能障碍程度采用序贯器官衰竭评估(SOFA) 评分评估 ,总分范围为 0~24 分 ,涵盖呼吸、循环、肝、肾、凝血、神经系统等 6

个器官系统 ,总分越高提示器官功能不全程度越明显 ,评分标准遵循国际重症医学学会(SCCM) 制定的规范^[10]。

1.3.4 随访情况: 由专人负责对所有患者进行住院期间全程随访 ,采用“床旁问诊+体征检查+实验室复查”相结合的方式开展随访。每日进行 1 次床旁随访 ,记录患者临床症状、体征变化; 每 1~2 天复查 1 次凝血功能、血常规及 pH 校正钙离子浓度、IPF 等相关指标 ,动态监测病情变化。随访记录内容: DIC 发生时间(若发生)、临床干预措施及调整情况、治疗效果(症状缓解/加重) ,以及预后情况(包括是否好转出院、住院期间死亡及死亡原因等) 。以患者出院或住院期间死亡为随访终点。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 27.0 统计软件处理数据。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; Pearson 相关法分析 pH 校正钙离子浓度、IPF 与 APACHE II 评分的相关性; 多因素 Logistic 回归分析老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的影响因素; 相对危险度分析不同水平 pH 校正钙离子浓度、IPF 对老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的影响; 受试者工作特征(ROC) 曲线分析 pH 校正钙离子浓度、IPF 对老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的预测价值。 *P* < 0.05 为

差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组 pH 校正钙离子浓度、IPF 水平比较 DIC 组 pH 校正钙离子浓度低于非 DIC 组 ,IPF 水平高于非 DIC 组 ($P < 0.01$) ,见表 2。

表 2 非 DIC 组与 DIC 组老年 AUGIB 患者 pH 校正钙离子浓度、IPF 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of pH-adjusted calcium ion concentration and immature platelet fraction (IPF) levels between the non-DIC group and the DIC group

组 别	例数	pH 校正钙离子浓度 (mmol/L)	IPF (%)
非 DIC 组	86	1.24±0.14	6.18±1.25
DIC 组	40	0.99±0.1	10.56±2.08
t 值		8.963	12.365
P 值		<0.001	<0.001

2.2 pH 校正钙离子浓度、IPF 与 APACHE II 评分的相关性分析 老年 AUGIB 患者 pH 校正钙离子浓度与 APACHE II 评分呈负相关 ($r/P = -0.723 / < 0.001$) ,IPF 与 APACHE II 评分呈正相关 ($r/P = 0.756 / < 0.001$) 。

2.3 多因素 Logistic 回归分析老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的影响因素 以老年 AUGIB 伴发 DIC 为因变量 (赋值: 是为“1”; 否为“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: APACHE II 评分高、D-D 高、IPF 高是老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的独立危险因素 ,pH 校正钙离子浓度高、PLT 高是独立保护因素 ($P < 0.05$) ,见表 3。

2.4 不同水平 pH 校正钙离子浓度、IPF 对老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的相对危险度分析 以老年 AUGIB 患者血清 pH 校正钙离子浓度均值 (1.12 mmol/L) 、IPF 均值 (8.92%) 为界 ,将患者分为低/高水平组。相对危险度分析显示 ,pH 校正钙离子浓度低水平患者伴发 DIC 的风险是高水平患者的

2.286 倍 ($\chi^2/P = 10.895 / < 0.001$) ,IPF 高水平患者伴发 DIC 的风险是低水平患者的 2.573 倍 ($\chi^2/P = 12.658 / < 0.001$) ,见表 4。

2.5 pH 校正钙离子浓度、IPF 对老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的预测价值 绘制 pH 校正钙离子浓度、IPF 预测老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的 ROC 曲线 ,并计算曲线下面积 (AUC) 结果显示: pH 校正钙离子浓度、IPF 及二者联合预测老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的 AUC 分别为 0.828、0.845、0.915 ,二者联合预测的 AUC 高于其各自单独预测 ($Z/P = 2.985 / 0.003$ 、 $3.216 / < 0.001$) ,见表 5、图 1。

表 3 多因素 Logistic 回归分析老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的影响因素

Tab.3 Multivariate Logistic regression analysis of the influencing factors of DIC in elderly patients with AUGIB

指 标	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
年龄大	0.012	0.008	2.25	0.134	1.012	0.996~1.028
合并冠心病	0.325	0.218	2.236	0.135	1.384	0.895~2.142
出血量多	0.001	0.001	1.892	0.169	1.001	0.999~1.003
SOFA 评分高	0.125	0.086	2.128	0.145	1.133	0.960~1.337
APACHE II 评分高	0.554	0.228	6.025	0.014	1.752	1.198~2.568
PT 高	0.086	0.052	2.789	0.095	1.090	0.984~1.207
APTT 高	0.042	0.028	2.256	0.133	1.043	0.988~1.101
PLT 高	-1.168	0.345	11.452	<0.001	0.311	0.196~0.621
D-D 高	1.025	0.398	6.689	0.010	2.785	1.463~5.298
pH 校正钙离子浓度高	-1.168	0.345	11.452	<0.001	0.312	0.158~0.612
IPF 高	1.245	0.372	11.286	<0.001	3.486	1.675~7.200

表 5 pH 校正钙离子浓度、IPF 对老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的预测价值

Tab.5 Comparison of the value of pH correction of calcium ion concentration , IPF , and their combined prediction in predicting DIC associated with elderly AUGIB

指 标	截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
pH 校正钙离子浓度	1.08 mmol/L	0.828	0.756~0.885	0.775	0.802	0.577
IPF	9.15%	0.845	0.778~0.898	0.800	0.826	0.626
二者联合		0.915	0.862~0.953	0.850	0.872	0.722

表 4 不同水平 pH 校正钙离子浓度、IPF 对老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的相对危险度分析

Tab.4 The relative risk of DIC in different levels of pH adjusted calcium concentration and IPF was analyzed

指 标	非 DIC 组 (n=86)	DIC 组 (n=40)	相对危险度	95%CI	χ^2 值	P 值
pH 校正钙离子浓度			2.286	1.485~3.512	10.895	<0.001
低水平 (<1.12 mmol/L)	27 (31.40)	31 (77.50)				
高水平 (≥ 1.12 mmol/L)	59 (68.60)	9 (22.50)				
IPF			2.573	1.658~4.005	12.658	<0.001
高水平 ($\geq 8.92\%$)	24 (27.91)	33 (82.50)				
低水平 (<8.92%)	62 (72.09)	7 (17.50)				

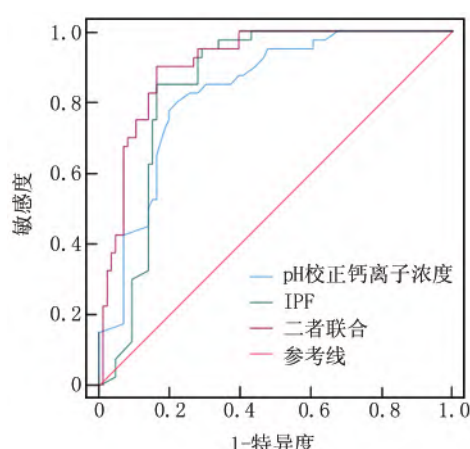


图1 pH 校正钙离子浓度、IPF 预测老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of pH-corrected calcium concentration combined with IPF for predicting DIC in elderly AUGIB patients

3 讨论

老年 AUGIB 作为临床常见急症,其诱发的 DIC 是导致患者病情恶化、病死率升高的关键并发症。老年患者因血管弹性生理性减退、凝血功能自然下降,且多合并多种基础疾病,严重出血后极易触发凝血系统紊乱,进而进展为 DIC,因此早期精准识别 DIC 高危信号、明确其发生机制,对优化临床干预策略、改善患者预后具有重要临床意义。

pH 校正钙离子浓度是反映机体钙离子实际生理活性的核心指标,钙离子作为凝血过程的关键离子,直接参与凝血因子的激活、血小板聚集及纤维蛋白凝块的形成,其活性直接决定凝血功能的正常发挥^[11-12]。老年 AUGIB 患者发生严重出血时,大量血液丢失会直接导致钙离子流失,同时组织灌注不足引发的代谢性酸中毒会进一步降低钙离子活性,而经 pH 校正后的钙离子浓度能更精准反映其实际生理功能,避免单纯钙离子检测因酸碱失衡导致的误判^[13-14]。本研究中相关指标的变化是严重出血引发的钙离子代谢紊乱与凝血系统激活相互作用的结果,钙离子丢失会降低凝血因子活性,而 DIC 发生过程中凝血因子的大量消耗会进一步导致钙离子需求增加,形成恶性循环,这也是 pH 校正钙离子浓度降低成为 DIC 独立危险因素的核心机制。

IPF 是反映血小板生成及活化状态的新型敏感指标,其与 DIC 的关联主要源于其对凝血系统早期激活的预警作用^[15-16]。IPF 代表未成熟血小板占总血小板的百分比,此类血小板富含 RNA 及凝血相关蛋白,相较于成熟血小板具有更强的聚集和黏附能力,可快速

参与凝血反应^[17-18]。老年 AUGIB 患者发生急性出血时,机体凝血系统被快速激活,血小板大量消耗,骨髓造血系统会被代偿性激活,释放大量的未成熟血小板进入外周血,导致 IPF 水平升高,这一变化早于传统凝血指标的异常,可作为 DIC 早期发生的敏感信号^[19-21]。本研究中 IPF 高是 DIC 独立危险因素的结果,与 Asghar 等^[22]研究中 IPF 可有效预测重症患者凝血功能异常的结论相一致,但本研究聚焦老年 AUGIB 人群,进一步明确了 IPF 在该特定人群中预测 DIC 的特异性,弥补了以往研究对老年群体关注不足的局限。

本研究发现,pH 校正钙离子浓度联合 IPF 检测可显著提升对老年 AUGIB 伴发 DIC 的预测效能,其优势源于 2 项指标从不同维度揭示 DIC 发生机制的互补性:pH 校正钙离子浓度反映凝血过程的物质基础,其水平降低提示凝血过程中物质基础存在异常,影响凝血反应的正常启动与进展;IPF 反映凝血系统的激活状态,其水平升高提示凝血反应处于代偿性激活阶段,更全面、精准地识别 DIC 发生的早期信号。与单一指标检测相比,二者联合检测的 AUC 显著升高,敏感性与特异性均维持在较高水平,这一结果与同类研究中多指标联合检测的预测效能优于单一指标的研究共识相一致,但本研究首次将 pH 校正钙离子浓度与 IPF 联合应用于老年 AUGIB 人群,突破了以往研究多聚焦单一指标或传统凝血指标联合检测的局限,为老年 AUGIB 伴发 DIC 的早期预警提供了新的临床思路与技术方法。

4 结论

综上所述,pH 校正钙离子浓度低、IPF 高是老年 AUGIB 伴发 DIC 的独立危险因素,二者联合检测可提高预测效能,为临床早期识别高风险患者提供参考。但本研究也存在一定局限性,其一,为单中心回顾性研究,样本量相对有限,可能存在选择偏倚,研究结果需多中心、大样本前瞻性研究进一步验证;其二,本研究对 2 项指标的动态监测间隔较长,可能未能捕捉到短期波动,无法评估其与治疗效果及预后的关联;其三,未探讨 2 项指标与其他凝血指标的联合预测价值。未来可开展更高频次的动态监测研究,结合多指标构建更精准的预测模型,同时扩大样本量、纳入多中心数据,进一步验证本研究结论的可靠性,为老年 AUGIB 患者伴发 DIC 的精准防控提供更全面的依据。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

彭丽滢:研究设计、临床数据收集、数据整理及论文初稿撰

写;关岚: 试验检测、指标分析及数据核对;刘志伟: 随访资料收集、统计分析辅助工作;付阳阳: 文献检索、论文格式规范及修改;田兆兴: 项目统筹、研究方案审核、论文终稿审定及质量控制,全程指导研究开展

参考文献

- [1] Marmo R ,Occhipinti V ,Zullo A ,et al.Improved survival for patients with acute upper gastrointestinal bleeding while on antithrombotic therapy: A multicenter prospective cohort study [J].J Clin Gastroenterol ,2023 ,57(3) : 278-284.DOI: 10.1097/MCG.0000000000001674.
- [2] 杨沛沛,汪金金,李萌,等.血液系统疾病合并血流感染患者继发弥散性血管内凝血的诊断标准及危险因素分析[J].国际输血及血液学杂志,2023 ,46(1) : 40-50.DOI: 10.3760/cma.j.cn511693-20221125-00205.
- [3] 乔璿,朱长太,苏斌,等.血栓弹力图参数联合血清白细胞表面分化抗原 40 配体、6-酮前列腺素 F1 α 对乙型病毒性肝炎肝硬化上消化道出血伴发弥散性血管内凝血的早期诊断价值[J].临床内科杂志,2025 ,42(10) : 819-823.DOI: 10.3969/j.issn.1001-9057.2025.10.007.
- [4] 吕文毅,陈灵敏,徐阳.重症肺炎患者并发弥散性血管内凝血列线图风险预测模型构建与验证[J].中国急救医学,2025 ,45(1) : 57-62.DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2025.01.009.
- [5] Chapman NG ,O'Flynn CS ,Moore JE.pH-corrected ionised calcium predicts coagulopathy after major trauma: A retrospective cohort study [J].Emerg Med Australas ,2025 ,37(5) : e70161.DOI: 10.1111/1742-6723.70161.
- [6] 罗丽香,熊德芳,杨潇,等.IPF、H-IPF 在血流感染中的应用价值[J].广州医药,2022 ,53(6) : 36-41.DOI: 10.3969/j.issn.1000-8535.2022.06.008.
- [7] Iba T ,Levy JH ,Yamakawa K ,et al.Proposal of a two-step process for the diagnosis of sepsis-induced disseminated intravascular coagulation [J].J Thromb Haemost ,2019 ,17(8) : 1265-1268.DOI: 10.1111/jth.14482.
- [8] 中国医师协会急诊医师分会,中华医学会急诊医学分会,全军急救医学专业委员会,等.急性上消化道出血急诊诊治流程专家共识[J].中国急救医学,2021 ,41(1) : 1-10.DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2021.01.001.
- [9] Deng K ,Jing W ,Yang J. Adding the analysis or discussion to the APACHE II score may clearly explain the predictive risk associated with upper gastrointestinal bleeding via the Re.Co.De score [J].Gastrointest Endosc ,2022 ,96(2) : 385. DOI: 10.1016/j.gie.2022.03.019.
- [10] Lincoln M ,Keating N ,O'Loughlin C ,et al. Comparison of risk scoring systems for critical care patients with upper gastrointestinal bleeding: Predicting mortality and length of stay [J].Anaesthesiol Intensive Ther ,2022 ,54(4) : 310-314. DOI: 10.5114/ait.2022.120741.
- [11] Faarvang AA ,Rosengren TS ,Pedersen LE ,et al.Reference ranges for ionized calcium in plasma in Danish children aged 0 days to 3 years using laboratory registry data [J].Clin Chem Lab Med ,2025 ,63(11) : 2304-2309.DOI: 10.1515/ccbm-2025-0353.
- [12] Kimura S ,Iwasaki T ,Oe K ,et al.High ionized calcium concentration is associated with prolonged length of stay in the intensive care unit for postoperative pediatric cardiac patients [J].J Cardiothorac Vasc Anesth ,2018 ,32(4) : 1667-1675.DOI: 10.1053/j.jvca.2017.11.006.
- [13] Korytny A ,Mazzawi F ,Marcusohn E ,et al.Admission hypocalcemia and the need for endoscopic and clinical interventions among patients with upper gastrointestinal bleeding [J].Eur Surg Res ,2023 ,64(4) : 398-405.DOI: 10.1159/000534522.
- [14] Korytny A ,Klein A ,Marcusohn E ,et al.Hypocalcemia is associated with adverse clinical course in patients with upper gastrointestinal bleeding [J].Intern Emerg Med ,2021 ,16(7) : 1813-1822.DOI: 10.1007/s11739-021-02671-6.
- [15] Gumiezn K ,Barus P ,Sygitowicz G ,et al.Immature platelet fraction in cardiovascular diagnostics and antiplatelet therapy monitoring [J].Cardiol J ,2023 ,30(5) : 817-824.DOI: 10.5603/CJ.a2023.0019.
- [16] Tauseef A ,Zafar M ,Arshad W ,et al.Role of immature platelet fraction (IPF) in sepsis patients: A systematic review [J].J Family Med Prim Care ,2021 ,10(6) : 2148-2152. DOI: 10.4103/jfmpe.jfmpe_2293_20.
- [17] 吴晓,蓝淑琴,龚恩来,等.应用未成熟血小板和血栓弹力图评估血液毒毒蛇咬伤出血风险的研究[J].中华劳动卫生职业病杂志,2025 ,43(2) : 134-138. DOI: 10.3760/cma.j.cn121094-20240322-00112.
- [18] Buttarello M ,Mezzapelle G ,Freguglia F ,et al.Reticulated platelets and immature platelet fraction: Clinical applications and method limitations [J].Int J Lab Hematol ,2020 ,42(4) : 363-370.DOI: 10.1111/ijlh.13177.
- [19] 魏菁琳,孙锦华,刘连培,等.老年人上消化道出血危险度临床分层预警模型的建立与实证[J].临床误诊误治,2025 ,38(16) : 25-30.DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2025.16.006.
- [20] 池碧霞,何林方.注射用生长抑素联合艾普拉唑治疗非静脉曲张性上消化道出血的临床效果[J].中国当代医药,2023 ,30(19) : 45-48.DOI: 10.3969/j.issn.1674-4721.2023.19.011.
- [21] 田浩,熊永红,陶洁,等.重症上消化道出血患者的临床特征及死亡相关危险因素分析[J].中国医药,2022 ,17(4) : 544-548. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2022.04.016.
- [22] Asghar MB ,Akhtar F ,Mahmood A ,et al. Diagnostic accuracy of immature platelet fraction (IPF) to differentiate between thrombocytopenia due to peripheral destruction versus bone marrow failure [J].J Coll Physicians Surg Pak ,2023 ,33(7) : 760-764. DOI: 10.29271/jcsp.2023.07.760.

(收稿日期: 2026-01-19)