

血细胞比容与白蛋白差值预测脓毒症患者预后的价值

王少波¹ 黄彬¹ 徐钰欣¹ 韦冰玉² 龙榕芳² 丘瑛³

¹ 广西医科大学第一附属医院重症医学科, 南宁 530021; ² 广西柳钢医疗有限公司医院重症医学科, 柳州 545002; ³ 广西医科大学第一附属医院急诊科, 南宁 530021

王少波现在广西柳钢医疗有限公司医院重症医学科, 柳州 545002

通信作者: 丘瑛, Email: 8452724@qq.com

【摘要】 目的 探讨血细胞比容(HCT)与白蛋白(Alb)差值对脓毒症患者预后的预测价值。**方法** 采用回顾性研究方法,选择2024年1月至10月广西医科大学第一附属医院收治的脓毒症患者作为研究对象。收集患者的性别、年龄、体质量指数(BMI)、高血压或糖尿病病史、入院时生命体征,以及入院48 h内序贯器官衰竭评分(SOFA)、急性生理学与慢性健康状况评分II(APACHE II)、血乳酸(Lac)、氧合指数(PaO₂/FiO₂)、血红蛋白(Hb)、白细胞计数(WBC)、血小板计数(PLT)、淋巴细胞计数(LYM)、HCT、Alb、HCT与Alb差值、胆红素、血肌酐(SCr)、纤维蛋白原(Fib)等,同时收集患者28 d预后。采用二元多因素Logistic回归分析筛选脓毒症患者28 d死亡危险因素;绘制受试者工作特征曲线(ROC曲线),评价HCT与Alb差值对28 d死亡的预测效能。**结果** 最终共纳入180例脓毒症患者,其中28 d存活140例,死亡40例。与存活组比较,死亡组患者年龄更大(岁:64±16比55±15, $P<0.05$),入院48 h内SOFA评分、APACHE II评分、SCr更高[SOFA评分(分):6(4, 9)比3(2, 5), APACHE II评分(分):13(10, 18)比8(6, 11), SCr(μmol/L):136(70, 416)比77(58, 126),均 $P<0.05$], Hb、PLT、HCT、HCT与Alb差值、Fib更低[Hb(g/L):90±30比106±79, PLT($\times 10^9$ /L):158(57, 240)比215(110, 315), HCT:0.258±0.081比0.333±0.077, HCT与Alb差值:-6.52±7.40比1.07±7.63, Fib(g/L):3.72±1.57比4.59±1.55, 均 $P<0.05$];两组患者性别、BMI、高血压或糖尿病病史、入院时生命体征及其他实验室指标差异均无统计学意义。二元多因素Logistic回归分析显示,年龄[优势比(OR)=1.040, 95%置信区间(95%CI)为1.004~1.078, $P=0.030$], APACHE II评分(OR=1.218, 95%CI为1.038~1.430, $P=0.016$)、Hb(OR=1.040, 95%CI为1.014~1.068, $P=0.003$)、HCT与Alb差值(OR=0.804, 95%CI为0.727~0.889, $P<0.001$)是脓毒症患者28 d死亡独立危险因素。ROC曲线分析显示,HCT与Alb差值预测脓毒症患者28 d死亡的ROC曲线下面积(AUC)为0.764(95%CI为0.679~0.849, $P<0.001$);HCT与Alb差值 ≤ -5.35 时,敏感度为80.7%,特异度为65.0%。**结论** 入院早期HCT与Alb差值对脓毒症患者预后具有较好的预测价值,差值 ≤ -5.35 提示脓毒症患者死亡风险增大。

【关键词】 脓毒症; 血细胞比容; 白蛋白; 预后

基金项目: 广西壮族自治区临床医学研究中心建设项目(2024-158)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250311-00234

Prognostic value of difference between hematocrit and albumin in patients with sepsis

Wang Shaobo¹, Huang Bin¹, Xu Yuxin¹, Wei Bingyu², Long Rongfang², Qiu Ying³

¹Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, China; ²Department of Critical Care Medicine, Guangxi Liugang Medical Co., Ltd. Hospital, Liuzhou 545002, China;

³Department of Emergency Medicine, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, China
Wang Shaobo is working on the Department of Critical Care Medicine, Guangxi Liugang Medical Co., Ltd. Hospital, Liuzhou 545002, China

Corresponding author: Qiu Ying, Email: 8452724@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the value of difference between hematocrit (HCT) and albumin (Alb) in predicting the prognosis of patients with sepsis. **Methods** A retrospective study was conducted on the septic patients hospitalized at the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University from January to October in 2024. Clinical data including gender, age, body mass index (BMI), history of hypertension or diabetes, vital signs on admission, and sequential organ failure assessment (SOFA) score, acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score, blood lactic acid (Lac), oxygenation index (PaO₂/FiO₂), hemoglobin (Hb), white blood cell count (WBC), platelet count (PLT), lymphocyte count (LYM), HCT, Alb, difference between HCT and Alb, bilirubin, serum creatinine (SCr), and fibrinogen (Fib) within 48 hours of admission were collected. The 28-day prognosis of patients was also recorded. Binary multivariate Logistic regression analysis was used to identify risk factors for 28-day death in patients with sepsis. The predictive efficacy of the difference between HCT and Alb on 28-day death was evaluated using the receiver operator characteristic curve (ROC curve). **Results** Among 180 enrolled septic patients, 140 survived and 40 died on 28 days. Compared with the survival group, the patients in the death group was significantly older (years old: 64±16 vs. 55±15, $P<0.05$), and

had higher SOFA score, APACHE II score, and SCr [SOFA score: 6 (4, 9) vs. 3 (2, 5), APACHE II score: 13 (10, 18) vs. 8 (6, 11), SCr ($\mu\text{mol/L}$): 136 (70, 416) vs. 77 (58, 126), all $P < 0.05$] as well as lower Hb, PLT, HCT, difference between HCT and Alb, and Fib within 48 hours of admission [Hb (g/L): 90 ± 30 vs. 106 ± 79 , PLT ($\times 10^9/\text{L}$): 158 (57, 240) vs. 215 (110, 315), HCT: 0.258 ± 0.081 vs. 0.333 ± 0.077 , difference between HCT and Alb: -6.52 ± 7.40 vs. 1.07 ± 7.63 , Fib (g/L): 3.72 ± 1.57 vs. 4.59 ± 1.55 , all $P < 0.05$]. No significant difference in gender, BMI, history of hypertension or diabetes, vital signs on admission, or other laboratory indicators was found between the two groups. Binary multivariate Logistic regression analysis revealed that age [odds ratio (OR) = 1.040, 95% confidence interval (95%CI) was 1.004–1.078, $P = 0.030$], APACHE II score (OR = 1.218, 95%CI was 1.038–1.430, $P = 0.016$), Hb (OR = 1.040, 95%CI was 1.014–1.068, $P = 0.003$), and difference between HCT and Alb (OR = 0.804, 95%CI was 0.727–0.889, $P < 0.001$) were independent risk factors for 28-day death of septic patients. ROC curve analysis showed that the area under the ROC curve (AUC) of difference between HCT and Alb for predicting 28-day death of septic patients was 0.764 (95%CI was 0.679–0.849, $P < 0.001$). A cut-off value of difference between HCT and Alb ≤ -5.35 yielded a sensitivity of 80.7% and specificity of 65.0%. **Conclusions** The difference between HCT and Alb at early admission is a valuable predictor of prognosis in septic patients. A difference ≤ -5.35 indicates an increased death risk of septic patients.

【Key words】 Sepsis; Hematocrit; Albumin; Prognosis

Fund program: Clinical Medical Research Center Construction Project of Guangxi Zhuang Autonomous Region (2024–158)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430–20250311–00234

脓毒症是一种危及生命的疾病,由宿主对感染的反应失调引起,可导致全身炎症、组织损伤和器官功能衰竭^[1]。高难度的诊疗、高昂的治疗费用及较高的病死率,使脓毒症成为严重的社会公共卫生安全问题^[2]。脓毒症被认为是由免疫反应失衡引起的,可导致反复的免疫刺激和宿主损伤^[3]。过去几十年中,越来越多的指标和预测模型被研究人员挖掘并应用于脓毒症的诊断及预后预测^[4]。目前常用临床评估工具包括序贯器官衰竭评分(sequential organ failure assessment, SOFA)、急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 及 C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)等生物标志物^[5–6]。虽然这些传统指标在评估脓毒症患者预后方面具有一定价值,但也存在一定局限性,如对早期疾病变化的敏感性不足、存在固有的复杂性或缺乏特异性^[1]。候选脓毒症诊疗预测指标,如肾上腺髓质中段肽、成纤维细胞生长因子 21、Delta 样蛋白 1 等仍需要进行大规模研究予以证实^[7]。因此,识别简单有效的生物标志物对于提高脓毒症患者预后预测的准确性和及时性具有重要意义。

在肝脏中合成的白蛋白(albumin, Alb)具有扩大血容量、维持血浆胶体渗透压、提供营养和运输等多种生理功能,血清 Alb 测量值是预测包括脓毒症在内的多种疾病预后的标准指标^[8–10]。患者血管中大量液体丢失和存在慢性缺氧均可增加血细胞比容(hematocrit, HCT)^[11], HCT 也是预测脓毒症和脓毒性休克患者死亡风险的变量^[12–13]。在正常生理条件下, HCT 和 Alb 水平保持稳定,并通过半选择

性渗透性微血管内皮屏障保持平衡^[14]。感染、失血、贫血、代谢亢进、慢性缺氧等多种因素都会导致 Alb 和 HCT 波动,从而改变其比例^[15–16]。由于炎症反应,炎症细胞因子可损伤内皮细胞,扩大细胞间隙,破坏毛细血管内皮屏障,并诱导大分子渗漏,导致 Alb 和 HCT 波动。HCT 与 Alb 的差值在感染性疾病患者中具有高度敏感性和特异性,因此是鉴别诊断感染的潜在指标^[17]。脓毒症患者通常表现为全身炎症反应,与感染性疾病存在相似的宿主反应,而有关 HCT 与 Alb 差值预测脓毒症患者预后的研究较少。为此,本研究采用回顾性分析探讨了 HCT 与 Alb 差值是否可以作为预测脓毒症患者不良预后的生物标志物。

1 资料与方法

1.1 研究对象: 采用回顾性研究方法,选择 2024 年 1 月至 10 月广西医科大学第一附属医院收治的脓毒症患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准: ① 年龄 ≥ 18 岁; ② 符合脓毒症 3.0 诊断标准^[1]。

1.1.2 排除标准: ① 入院早期(48 h 内)无 HCT 或 Alb 数据; ② 数据缺失 $\geq 30\%$; ③ 恶性肿瘤; ④ 主动放弃治疗。

1.1.3 伦理学: 本研究符合医学伦理学标准,并经过广西医科大学第一附属医院医学伦理委员会批准(审批号: 2025–E0126),所有治疗和检测均获得过患者或家属知情同意。

1.2 资料收集: 收集患者一般资料,包括性别、年龄、体质质量指数(body mass index, BMI)、高血压病史、糖尿病病史、入院时生命体征,以及入院 48 h 内 SOFA 评分、APACHE II 评分、血乳酸(lactic acid, Lac)、氧

合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、白细胞计数(white blood cell count, WBC)、血小板计数(platelet count, PLT)、淋巴细胞计数(lymphocyte count, LYM)、HCT、Alb、HCT 与 Alb 差值、胆红素、血肌酐(serum creatinine, SCr)、纤维蛋白原(fibrinogen, Fib)等;收集患者 28 d 预后。

1.3 统计学方法:应用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;非正态分布的计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用秩和检验。计数资料以例或率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析筛选脓毒症患者 28 d 死亡的独立危险因素;采用受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线)评价 HCT 与 Alb 差值对脓毒症患者 28 d 死亡的预测效能。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

2.1 基本资料(表 1):最终共纳入 180 例脓毒症患者,其中 28 d 存活 140 例,死亡 40 例。死亡组患者年龄较存活组更大($P < 0.05$);两组患者性别、BMI、高血压病史、糖尿病病史及入院时生命体征差异均无统计学意义。

表 1 不同 28 d 预后两组脓毒症患者基本资料比较

指标	存活组 ($n=140$)	死亡组 ($n=40$)	$\chi^2/t/Z$ 值	P 值
性别[例(%)]			0.860	0.769
男性	91 (65.0)	27 (67.5)		
女性	49 (35.0)	13 (32.5)		
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	55 $\pm$ 15	64 $\pm$ 16	-3.338	0.001
BMI [kg/m ² , $M(Q_1, Q_3)$]	23.87 (21.30, 26.79)	23.04 (19.17, 24.88)	-1.776	0.076
高血压[例(%)]	38 (27.1)	13 (32.5)	0.574	0.449
糖尿病[例(%)]	38 (27.1)	15 (37.5)	1.628	0.202
生命体征 [$M(Q_1, Q_3)$]				
体温(℃)	36.7 (36.5, 37.3)	36.7 (36.3, 37.6)	-0.897	0.370
呼吸频率(次/min)	20 (20, 21)	20 (20, 22)	-0.159	0.874
脉搏(次/min)	91 (79, 101)	95 (78, 110)	0.395	0.840
MAP(mmHg)	91 (81, 102)	89 (76, 102)	-0.719	0.472

注: BMI 为体质指数, MAP 为平均动脉压; 1 mmHg=0.133 kPa

2.2 实验室指标(表 2):与存活组比较,死亡组患者 SOFA 评分、APACHE II 评分、SCr 更高,而 Hb、PLT、HCT、HCT 与 Alb 差值、Fib 更低(均 $P < 0.05$);两组患者其他实验室指标差异均无统计学意义。

2.3 二元多因素 Logistic 回归分析(表 3):年龄、APACHE II 评分、Hb、HCT 与 Alb 差值是脓毒症患者 28 d 死亡的独立危险因素(均 $P < 0.05$)。

表 2 不同 28 d 预后两组脓毒症患者入院 48 h 内实验室指标比较

指标	存活组 ($n=140$)	死亡组 ($n=40$)	Z/t 值	P 值
SOFA [分, $M(Q_1, Q_3)$]	3 (2, 5)	6 (4, 9)	-5.015	<0.001
APACHE II [分, $M(Q_1, Q_3)$]	8 (6, 11)	13 (10, 18)	-5.574	<0.001
Lac [mmol/L, $M(Q_1, Q_3)$]	1.7 (1.1, 2.4)	2.1 (1.1, 3.0)	-1.835	0.067
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ [mmHg, $M(Q_1, Q_3)$]	305 (241, 364)	275 (190, 372)	-1.436	0.151
Hb (g/L, $\bar{x} \pm s$)	106 $\pm$ 79	90 $\pm$ 30	3.029	0.003
WBC [$\times 10^9/\text{L}$, $M(Q_1, Q_3)$]	11.90 (7.63, 17.53)	8.98 (6.58, 13.44)	-1.846	0.065
PLT [$\times 10^9/\text{L}$, $M(Q_1, Q_3)$]	215 (110, 315)	158 (57, 240)	-3.064	0.002
LYM [$\times 10^9/\text{L}$, $M(Q_1, Q_3)$]	1.10 (0.68, 1.52)	0.86 (0.41, 1.71)	-1.474	0.140
HCT ($\bar{x} \pm s$)	0.333 $\pm$ 0.077	0.258 $\pm$ 0.081	5.427	<0.001
Alb (g/L, $\bar{x} \pm s$)	32.27 $\pm$ 6.08	32.30 $\pm$ 4.68	-0.057	0.955
HCT 与 Alb 差值($\bar{x} \pm s$)	1.07 $\pm$ 7.63	-6.52 $\pm$ 7.40	5.583	<0.001
胆红素 [$\mu\text{mol/L}$, $M(Q_1, Q_3)$]	12.9 (7.5, 28.1)	14.2 (7.0, 27.7)	-0.003	0.997
SCr [$\mu\text{mol/L}$, $M(Q_1, Q_3)$]	77 (58, 126)	136 (70, 416)	-3.558	<0.001
Fib (g/L, $\bar{x} \pm s$)	4.59 $\pm$ 1.55	3.72 $\pm$ 1.57	3.128	0.002

注: SOFA 为序贯器官衰竭评分, APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, Lac 为血乳酸, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 为氧合指数, Hb 为血红蛋白, WBC 为白细胞计数, PLT 为血小板计数, LYM 为淋巴细胞计数, HCT 为血细胞比容, Alb 为白蛋白, SCr 为血肌酐, Fib 为纤维蛋白原; 1 mmHg=0.133 kPa

表 3 脓毒症患者 28 d 死亡危险因素的
二元多因素 Logistic 回归分析

指标	β 值	s_β	χ^2 值	OR 值	95%CI	P 值
年龄	0.039	0.018	4.731	1.040	1.004 ~ 1.078	0.030
SOFA	0.159	0.129	1.528	1.173	0.911 ~ 1.510	0.216
APACHE II	0.197	0.082	5.834	1.218	1.038 ~ 1.430	0.016
Hb	0.040	0.013	8.965	1.040	1.014 ~ 1.068	0.003
PLT	-0.003	0.003	1.155	0.997	0.992 ~ 1.002	0.283
HCT 与 Alb 差值	-0.218	0.051	18.243	0.804	0.727 ~ 0.889	<0.001
SCr	0.002	0.001	2.253	1.002	0.999 ~ 1.004	0.133
Fib	-0.258	0.175	2.182	0.773	0.549 ~ 1.088	0.140

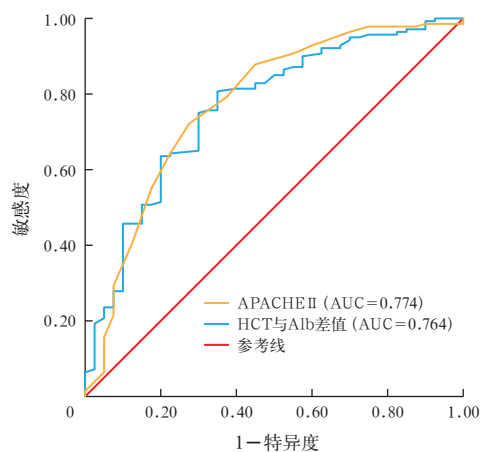
注: SOFA 为序贯器官衰竭评分, APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, Hb 为血红蛋白, PLT 为血小板计数, HCT 为血细胞比容, Alb 为白蛋白, SCr 为血肌酐, Fib 为纤维蛋白原, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 置信区间

2.4 ROC 曲线分析(表 4;图 1):HCT 与 Alb 差值和 APACHE II 评分对脓毒症患者 28 d 死亡均有预测价值;当 HCT 与 Alb 差值 ≤ -5.35 时,敏感度为 80.7%,特异度为 65.0%。

表 4 HCT 与 Alb 差值及 APACHE II 评分
对脓毒症患者 28 d 死亡的预测价值

指标	最佳 截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)	AUC	95%CI	P 值
HCT 与 Alb 差值	-5.35	80.7	65.0	0.764	0.679 ~ 0.849	<0.001
APACHE II	10.47	72.1	72.5	0.774	0.685 ~ 0.863	<0.001

注: HCT 为血细胞比容, Alb 为白蛋白, APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, AUC 为受试者工作特征曲线下面积, 95%CI 为 95% 置信区间



注: HCT 为红细胞比容, Alb 为白蛋白, APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, ROC 为受试者工作特征曲线, AUC 为 ROC 曲线下面积

图 1 HCT 与 Alb 差值和 APACHE II 评分预测脓毒症患者 28 d 死亡的 ROC 曲线

3 讨论

脓毒症是一种复杂的临床综合征,可表现为代谢性酸中毒、凝血障碍、休克和意识障碍,可伴急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)、急性肺损伤(acute lung injury, ALI)、急性心力衰竭等并发症^[18],是导致患者死亡的主要原因之一^[19]。目前亟需简单有效的指标来预测脓毒症患者预后。本研究旨在探讨血清 HCT 与 Alb 差值对脓毒症患者预后的预测价值。

HCT 和 Alb 是简单且易获取的指标,两者的差值与疾病严重程度相关,并逐渐受到研究者的关注。有研究表明, HCT 与 Alb 的差值同新型冠状病毒感染患者的预后相关,且将该指标与 SOFA 评分和 Lac 相结合,可提升预测效能^[20]。HCT 与 Alb 差值升高同更严重的恙虫病或急性百草枯中毒也相关^[21-22]。此外, HCT 与 Alb 差值还可以用于疾病诊断及治疗的参考。前期研究表明, HCT 与 Alb 差值 > 12.65 有助于孕妇产前和子痫的诊断^[23];同时有研究表明,感染患者 HCT 与 Alb 差值较健康人群更高,建议使用 HCT 与 Alb 差值 > 10.25 快速诊断感染,并进行早期抗菌药物治疗^[24]。

本研究显示,存活组和死亡组脓毒症患者 HCT 与 Alb 差值及 APACHE II 评分差异有统计学意义;此外,二元多因素 Logistic 回归分析显示,两者均是脓毒症患者 28 d 死亡的独立危险因素。然而, HCT 与 Alb 差值更易获得,也容易对其进行动态监测,可成为预测脓毒症患者预后的潜在指标。研究表明, HCT 与 Alb 差值越小,脓毒症患者 28 d 死亡风险越

大。然而,有研究者认为,由于红细胞体积明显大于 Alb,因此,与红细胞相比, Alb 从血管腔到间质间隙的泄漏更多,从而导致 Alb 水平降低, HCT 水平保持不变或升高(由于液体转移到第三间隙),扩大了 HCT 与 Alb 差值^[25]。一项基于两大数据库的回顾性研究也表明, HCT 与 Alb 差值 ≥ 6.7 同老年脓毒症患者重症监护病房(intensive care unit, ICU)和住院死亡风险增加相关^[26]。

在本研究中,存活组与死亡组患者 Alb 差异无统计学意义,但死亡组患者 HCT 较存活组显著降低,从而导致死亡组患者 HCT 与 Alb 差值显著低于存活组,这可能是死亡组脓毒症患者红细胞减少及血液稀释所致。Duan 等^[27]研究表明,死亡组脓毒症患者 HCT 水平较存活组更低;一项基于美国重症监护医学信息数据库 IV (Medical Information Mart for Intensive Care-IV, MIMIC-IV) 的研究也表明,入 ICU 24 h 内低 HCT 脓毒症患者 30 d 病死率更高,低 HCT 是脓毒症患者 30 d 病死率升高的独立危险因素,可作为脓毒症患者临床预后的重要预测指标^[28]。急性全身性感染可引起炎症反应,从而导致脓毒症,使进入血液循环的红细胞显著减少^[29]。活性氧的产生可能有助于抑制红细胞运输氧气的能力和红细胞膜畸形。在炎症反应和氧化应激的整个过程中,红细胞数量减少,液体治疗诱导的血液稀释导致 HCT 降低^[30-32]。研究表明,肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)、白细胞介素-1 (interleukin-1, IL-1) 等炎症因子会触发中性粒细胞和内皮细胞黏附,导致微血栓形成^[33]。这种机制可能与脓毒症炎症反应和氧化应激引起的红细胞从循环血液中快速清除有关,表现为贫血和红细胞凋亡加速^[34]。此外,红细胞输注可改善氧气运输和代谢,从而缓解脓毒症和脓毒性休克患者微循环障碍^[35]。液体复苏是治疗脓毒症危重患者的重要组成部分^[36],早期液体复苏可能导致血液稀释,从而降低 HCT 水平。总之,脓毒症患者可受各种因素影响,导致 HCT 与 Alb 差值减小。

目前, HCT 与 Alb 差值预测脓毒症患者预后的研究较少。本研究显示, HCT 与 Alb 差值 ≤ -5.35 可用于预测脓毒症患者预后,该指标简便易获得,可为临床医师快速预测脓毒症患者预后提供参考价值。

然而,本研究也存在局限性。首先,本研究为回顾性单中心研究,样本量偏少,部分混杂性偏倚不可避免。其次,本研究未对脓毒症患者的病因进行亚组分析,这也可能导致结果存在偏差。此外,本研究收

集的是脓毒症患者入院时实验室指标,但患者可能处于脓毒症病程不同时期,也可能对结果产生影响。

综上所述,入院早期 HCT 与 Alb 差值可作为脓毒症预后的预测指标,差值 ≤ -5.35 提示脓毒症患者死亡风险增大。未来需要进一步探讨 HCT 与 Alb 差值预测脓毒症患者临床结局的病理生理学机制,并进行更多的多中心研究,为脓毒症患者预后的早期预测提供临床参考。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 王少波:课题设计、论文撰写;黄彬、徐钰欣:数据收集、数据统计;韦冰玉、龙榕芳:数据整理、结果解读与分析;丘瑛:研究指导、论文审阅

参考文献

- [1] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3) [J]. *JAMA*, 2016, 315 (8): 801–810. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
- [2] 刘怡雯,李旭.脓毒症凝血病的诊断及生物标志物研究进展[J].实用检验医师杂志, 2024, 16 (4): 289–294. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2024.04.001.
- [3] van der Poll T, van de Veerdonk FL, Scicluna BP, et al. The immunopathology of sepsis and potential therapeutic targets [J]. *Nat Rev Immunol*, 2017, 17 (7): 407–420. DOI: 10.1038/nri.2017.36.
- [4] 庄燕,戴林峰,张海东,等.基于机器学习的脓毒症患者早期生存预测模型构建[J].中国中西医结合急救杂志, 2024, 31 (6): 653–658. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2024.06.003.
- [5] Jia X, Li XJ, Miao LZ, et al. The predictive value of absolute lymphocyte count and T cell subpopulations for sepsis prognosis [J]. *Infect Drug Resist*, 2024, 17: 5215–5227. DOI: 10.2147/IDR.S480864.
- [6] Gregoriano C, Heilmann E, Molitor A, et al. Role of procalcitonin use in the management of sepsis [J]. *J Thorac Dis*, 2020, 12 (Suppl 1): S5–S15. DOI: 10.21037/jtd.2019.11.63.
- [7] 谢维,刘建源,王黎森,等.脓毒症早期诊断生物标志物的研究进展[J].中国中西医结合急救杂志, 2023, 30 (4): 498–502. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.04.024.
- [8] Infusino I, Panteghini M. Serum albumin: accuracy and clinical use [J]. *Clin Chim Acta*, 2013, 419: 15–18. DOI: 10.1016/j.cca.2013.01.005.
- [9] Kendall H, Abreu E, Cheng AL. Serum albumin trend is a predictor of mortality in ICU patients with sepsis [J]. *Biol Res Nurs*, 2019, 21 (3): 237–244. DOI: 10.1177/1099800419827600.
- [10] Arnaud-Barrès I, Güerri-Fernández R, Luque S, et al. Serum albumin is a strong predictor of sepsis outcome in elderly patients [J]. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2019, 38 (4): 743–746. DOI: 10.1007/s10096-019-03478-2.
- [11] Balasubramanian S, Anandnathan K, Shivbalan S, et al. Cut-off hematocrit value for hemoconcentration in dengue hemorrhagic fever [J]. *J Trop Pediatr*, 2004, 50 (2): 123–124. DOI: 10.1093/tropej/50.2.123.
- [12] Juncal VR, Britto Neto LA, Camelier AA, et al. Clinical impact of sepsis at admission to the ICU of a private hospital in Salvador, Brazil [J]. *J Bras Pneumol*, 2011, 37 (1): 85–92. DOI: 10.1590/s1806-37132011000100013.
- [13] Block S, Büchler M, Bittner R, et al. Sepsis indicators in acute pancreatitis [J]. *Pancreas*, 1987, 2 (5): 499–505. DOI: 10.1097/00006676-198709000-00002.
- [14] Vercueil A, Grocott MP, Mythen MG. Physiology, pharmacology, and rationale for colloid administration for the maintenance of effective hemodynamic stability in critically ill patients [J]. *Transfus Med Rev*, 2005, 19 (2): 93–109. DOI: 10.1016/j.tmr.2004.11.006.
- [15] Fleck A, Raines G, Hawker F, et al. Increased vascular permeability: a major cause of hypoalbuminaemia in disease and injury [J]. *Lancet*, 1985, 1 (8432): 781–784. DOI: 10.1016/s0140-6736(85)91447-3.
- [16] Gotts JE, Matthay MA. Sepsis: pathophysiology and clinical management [J]. *BMJ*, 2016, 353: i1585. DOI: 10.1136/bmj.i1585.
- [17] Hao Y, Sun J, Wang XY, et al. Difference in hematocrit and plasma albumin levels as an early biomarker of severity and prognosis in patients with severe fever and thrombocytopenia syndrome [J]. *J Med Virol*, 2024, 96 (10): e29941. DOI: 10.1002/jmv.29941.
- [18] Chen GH, Zhang W, Wang CL, et al. Identification of prognostic biomarkers of sepsis and construction of ceRNA regulatory networks [J]. *Sci Rep*, 2025, 15 (1): 2850. DOI: 10.1038/s41598-024-78502-3.
- [19] Cavaillon JM, Singer M, Skirecki T. Sepsis therapies: learning from 30 years of failure of translational research to propose new leads [J]. *EMBO Mol Med*, 2020, 12 (4): e10128. DOI: 10.15252/emmm.201810128.
- [20] Zhu Y, Li LY, Wang WX, et al. Hematocrit and albumin levels at admission predict in-hospital mortality in pediatric COVID-19 Omicron variant patients [J]. *Infect Drug Resist*, 2024, 17: 4067–4078. DOI: 10.2147/IDR.S479580.
- [21] 许汪斌,胡锐,王雨平,等.红细胞比容与血浆白蛋白差值评估恙虫病病情严重程度的可行性研究[J].中华危重病急救医学, 2019, 31 (12): 1527–1530. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.12.018.
- [22] 左瑞玲,谢媛,张伟,等.红细胞比容与白蛋白差值评估急性百草枯中毒程度的临床研究[J].中华危重病急救医学, 2021, 33 (8): 999–1002. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201022-00682.
- [23] Dai DM, Cao J, Yang HM, et al. Hematocrit and plasma albumin levels difference may be a potential biomarker to discriminate preeclampsia and eclampsia in patients with hypertensive disorders of pregnancy [J]. *Clin Chim Acta*, 2017, 464: 218–222. DOI: 10.1016/j.cca.2016.12.001.
- [24] Dai DM, Wang D, Hu D, et al. Difference in hematocrit and plasma albumin levels as an additional biomarker in the diagnosis of infectious disease [J]. *Arch Med Scim*, 2019, 16 (3): 522–530. DOI: 10.5114/aoms.2019.86898.
- [25] Piety NZ, Reinhart WH, Stutz J, et al. Optimal hematocrit in an artificial microvascular network [J]. *Transfusion*, 2017, 57 (9): 2257–2266. DOI: 10.1111/trf.14213.
- [26] Wang ZC, Zhang LM, Li SJ, et al. The relationship between hematocrit and serum albumin levels difference and mortality in elderly sepsis patients in intensive care units: a retrospective study based on two large database [J]. *BMC Infect Dis*, 2022, 22 (1): 629. DOI: 10.1186/s12879-022-07609-7.
- [27] Duan WT, Yang F, Ling H, et al. Association between lactate to hematocrit ratio and 30-day all-cause mortality in patients with sepsis: a retrospective analysis of the Medical Information Mart for Intensive Care-IV database [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2024, 11: 1422883. DOI: 10.3389/fmed.2024.1422883.
- [28] Luo MD, Chen Y, Cheng Y, et al. Association between hematocrit and the 30-day mortality of patients with sepsis: a retrospective analysis based on the large-scale clinical database MIMIC-IV [J]. *PLoS One*, 2022, 17 (3): e0265758. DOI: 10.1371/journal.pone.0265758.
- [29] Fagerberg SK, Patel P, Andersen LW, et al. Erythrocyte P2X1 receptor expression is correlated with change in haematocrit in patients admitted to the ICU with blood pathogen-positive sepsis [J]. *Crit Care*, 2018, 22 (1): 181. DOI: 10.1186/s13054-018-2100-3.
- [30] Aird WC. The hematologic system as a marker of organ dysfunction in sepsis [J]. *Mayo Clin Proc*, 2003, 78 (7): 869–881. DOI: 10.4065/78.7.869.
- [31] Janz DR, Bastarache JA, Peterson JF, et al. Association between cell-free hemoglobin, acetaminophen, and mortality in patients with sepsis: an observational study [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41 (3): 784–790. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3182741a54.
- [32] Loisa P, Rinne T, Laine S, et al. Anti-inflammatory cytokine response and the development of multiple organ failure in severe sepsis [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2003, 47 (3): 319–325. DOI: 10.1034/j.1399-6576.2003.00004.x.
- [33] Cecconi M, Evans L, Levy M, et al. Sepsis and septic shock [J]. *Lancet*, 2018, 392 (10141): 75–87. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30696-2.
- [34] Kempe DS, Akel A, Lang PA, et al. Suicidal erythrocyte death in sepsis [J]. *J Mol Med (Berl)*, 2007, 85 (3): 273–281. DOI: 10.1007/s00109-006-0123-8.
- [35] Arango-Granados MC, Umaña M, Sánchez ÁI, et al. Impact of red blood cell transfusion on oxygen transport and metabolism in patients with sepsis and septic shock: a systematic review and meta-analysis [J]. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2021, 33 (1): 154–166. DOI: 10.5935/0103-507X.20210017.
- [36] Zampieri FG, Bagshaw SM, Semler MW. Fluid therapy for critically ill adults with sepsis: a review [J]. *JAMA*, 2023, 329 (22): 1967–1980. doi: 10.1001/jama.2023.7560. PMID: 37314271.

(收稿日期: 2025-03-11)

(本文编辑: 张耘菲)