

血乳酸与白蛋白比值联合 D-二聚体对院内心脏骤停后患者短期预后的评估价值

万本杰¹ 宋娟娟¹ 王志国¹ Emilia Obono¹ 邓颖¹

[摘要] 目的:探讨血乳酸与白蛋白比值(lactate-to-albumin ratio,LAR)联合 D-二聚体对院内心脏骤停(in-hospital cardiac arrest,IHCA)后患者短期预后的评估价值。方法:选取 2017 年 7 月—2024 年 6 月哈尔滨医科大学附属第二医院收治的 78 例心肺复苏后自主循环恢复的患者进行回顾性研究,根据患者 7 d 内是否存活分为存活组和死亡组。收集患者的人口统计数据、合并症信息及实验室检查结果,包括乳酸、白蛋白、D-二聚体等,并计算 LAR。采用 logistic 回归分析评估影响患者短期预后的独立危险因素,并建立列线图预测模型。结果:单因素和多因素 logistic 回归分析显示,LAR 和 D-二聚体是影响 IHCA 患者 7 d 预后的独立危险因素($P<0.05$)。基于 LAR 和 D-二聚体构建的列线图预测模型显示出良好的预测性能,曲线下面积(AUC)为 0.786(95%CI:0.685~0.882),灵敏度为 83.3%,特异度为 66.7%。结论:血乳酸与白蛋白比值联合 D-二聚体能够有效评估 IHCA 患者复苏后的短期预后,为临床决策提供参考。

[关键词] 院内心脏骤停;血乳酸;白蛋白;D-二聚体;短期预后

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2024.11.003

[中图分类号] R541.7 **[文献标志码]** A

Evaluation of the short-term prognosis in patients after cardiopulmonary resuscitation using the combination of blood lactate-to-albumin ratio and D-dimer

WAN Benjie SONG Juanjuan WANG Zhiguo Emilia Obono DENG Ying

(Department of Emergency, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin, 150086, China)

Corresponding author: DENG Ying, E-mail:ldlrrr@163.com

Abstract Objective: To evaluate the prognostic value of the lactate-to-albumin ratio(LAR) combined with D-dimer for short-term outcomes in patients after in-hospital cardiac arrest(IHCA). **Methods:** A retrospective study was conducted among 78 patients who achieved return of spontaneous circulation(ROSC) following cardiopulmonary resuscitation(CPR) for IHCA at the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University from July 2017 to June 2024. Patients were divided into survival and non-survival groups based on their survival status within 7 days. Demographic data, comorbidity information, and laboratory test results including lactate, albumin, and D-dimer were collected, and the LAR was calculated, logistic regression analysis was used to identify independent risk factors affecting short-term prognosis, and a nomogram prediction model was established. **Results:** Univariate and multivariate logistic regression analyses revealed that LAR and D-dimer were independent risk factors for 7-day mortality in IHCA patients($P<0.05$). The nomogram prediction model based on LAR and D-dimer exhibited good predictive performance, with an area under the curve(AUC) of 0.786(95%CI: 0.685—0.882), a sensitivity of 83.3%, and a specificity of 66.7%. **Conclusion:** The combination of the lactate-to-albumin ratio and D-dimer effectively assesses the short-term prognosis of IHCA patients after resuscitation, providing valuable information for clinical decision-making.

Key words in-hospital cardiac arrest; lactate; albumin; D-dimer; short-term prognosis

院内心脏骤停(in-hospital cardiac arrest,IHCA)是与高死亡率和不良预后相关的主要不良事件,美国心脏协会获取复苏指南(get the guide-

lines-resuscitation,GWTG-R)的数据统计,美国成人 IHCA 的发生率为 0.97%,幸存出院率为 19.3%^[1]。我国在 2022 年发布了第一份自主设计并实施的国家院内心脏骤停基线调查(baseline investigation of in-hospital cardiac arrest,BASIC-IHCA)。基于 BASIC 数据库进行数据分析,2020

¹ 哈尔滨医科大学附属第二医院急诊科(哈尔滨,150086)
通信作者:邓颖,E-mail:ldlrrr@163.com

年中国七大地理区域成人 IHCA 发病率为 8.4‰^[2]。其中,相当大比例的患者无法在复苏尝试中存活,无法实现稳定的自发循环。此外,在复苏后阶段死亡的患者比例也很显著^[3-4]。

复苏后阶段以复杂的病理生理变化为特征,这些变化是由先前的缺血、再灌注和心脏骤停(cardiac arrest, CA)的潜在原因引起的^[5]。准确预测 IHCA 后的结果可以为医生和家属提供关键信息,并有助于做出适当的治疗决策。决定是否继续、限制或终止重症监护治疗是一个具有伦理和社会经济意义的重大问题。

乳酸是无氧情况下糖酵解代谢产物,反映组织缺氧状态及灌注不足程度,可作为反映细胞缺氧和组织灌注不良的有效指标。已有研究表明,乳酸在心脏骤停后、败血症以及其他危重疾病的死亡率相关^[6-7]。血清白蛋白(albumin, ALB)产生于肝脏,是血浆中发现的主要蛋白质,在各种身体功能中起着至关重要的作用。它有助于维持肿瘤压力,具有抗炎和抗氧化特性,并作为一种重要的运输蛋白。然而,炎症、危重疾病或肝脏疾病等因素可减少其合成^[8-9]。因此,研究表明,血清 ALB 水平的降低与心脏骤停后较高的死亡率有关^[10]。将乳酸与 ALB 相结合,可以综合评估患者的组织灌注、炎症反应和营养状况等多个方面,从而更准确地预测患者的短期预后。此外,已有研究表明,血乳酸与白蛋白比值(lactate-to-albumin ratio, LAR)在其他疾病中(如脓毒症、重症急性胰腺炎等)也具有一定的预后评估价值,这进一步支持了 LAR 作为 IHCA 后患者短期预后评估指标的合理性^[11-12]。心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)过程中微血管血流的状态是预后的预测指标^[13]。D-二聚体(D-dimer, D-D)是交联纤维蛋白单体的降解产物,已被定性为纤维蛋白溶解激活和高凝状态的指标^[14]。越来越多的证据正在验证其在各种疾病中的诊断和预后价值,如肺栓塞、心肌梗死、急性缺血性卒中、深静脉血栓形成等^[15-17]。已有众多学者对乳酸、ALB、D-D 等生物标志物在预测心肺复苏后自主循环恢复(restoration of spontaneous circulation, ROSC)患者预后结局中的价值进行了深入探讨,尽管这些单项指标在预测预后方面显示出一定的价值,但将 LAR 与 D-D 联合用于预测 ROSC 患者短期预后的研究尚不多见。这种联合预测可能更全面地反映了患者的生理病理状态,包括组织灌注、炎症反应、凝血功能等多个方面,从而提供更加准确的预后信息。因此,本研究旨在填补这一研究空白,通过回顾性分析 ROSC 患者的临床资料及相关生物标志物水平,探讨 LAR 与 D-D 联合预测 ROSC 患者短期预后的价值,以期临床决策提供更为科学的依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2017 年 7 月—2024 年 6 月哈尔滨医科大学附属第二医院收治的 78 例 ROSC 患者进行回顾性研究,其中男 35 例,女 43 例。根据患者 7 d 内是否存活,分为存活组 36 例与死亡组 42 例。本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则,并经哈尔滨医科大学附属第二医院伦理委员会批准(No:KY2024-131)。

纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②心脏骤停后恢复稳定的自主循环(≥ 20 min);③心脏骤停的判断与救治遵循美国心脏协会基础与高级生命支持指南^[18];④病历资料完整。

排除标准:①年龄 < 18 岁;②各种外伤所致心脏骤停;③静脉血栓栓塞症;④临床资料不全者。

收集人口统计数据,包括年龄、性别、合并症、入院时生命体征,记录 ROSC 后即刻白细胞(WBC)、中性粒细胞(NEUT)、淋巴细胞(LYMPH)、单核细胞(MONO)、血小板计数(PLT)、血红蛋白(Hb)、乳酸、ALB、肌酐(serum creatinine, Scr)、D-D、凝血酶原时间(PT)、纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)等,并用标准公式计算 $LAR = \text{乳酸} / \text{ALB}$ 。

1.2 统计学方法

本研究采用 SPSS 22.0 及 R 语言软件(版本 4.1.3)进行数据分析与处理。变量表示为 $\bar{X} \pm S$ 、 $M(P_{25}, P_{75})$ 或例(%)。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验对数据的正态分布进行检验。Student t 检验用于比较正态分布数据, Mann-Whitney U 检验用于比较非正态分布数据, Pearson χ^2 检验或 Fisher 检验用于比较分类变量。此外,使用单变量和多变量 logistic 回归分析研究了可能的临床变量与 7 d 生存率之间的相关性,并计算了 OR 及 95% CI。为评估模型的拟合优度,进行了 Hosmer-Lemeshow 检验。多变量 logistic 回归分析仅纳入单变量 logistic 回归分析中 $P < 0.05$ 的变量。通过绘制数据的受试者工作特征(ROC)曲线,评估 LAR 和 D-D 预测生存结局的效力。因此,计算曲线下面积(AUC)和最佳临界值。根据参数的最佳临界值计算灵敏度、特异度。采用 Youden 指数(灵敏度+1-特异度)确定生化参数的最佳临界水平。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

两组年龄、性别、合并症、WBC、NEUT、LYMPH、MONO、PLT、Hb、PT、FIB、Scr、ALB 差异无统计学意义($P > 0.05$)。与生存组比较,死亡组 D-D、血乳酸、LAR 显著升高,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

表 1 生存组与死亡组 IHCA 后 ROSC 患者一般资料比较

项目	存活组(36 例)	死亡组(42 例)	P
年龄/岁	55.47±16.66	59.79±15.82	0.245
性别/例(%)			0.598
男	15(41.7)	20(47.6)	
女	21(58.3)	22(58.4)	
高血压/例(%)	8(22.2)	13(31.0)	0.386
糖尿病/例(%)	8(22.2)	8(19.0)	0.729
冠心病/例(%)	15(41.7)	20(47.6)	0.598
肺部感染/例(%)	14(38.9)	18(42.9)	0.722
脑血管病/例(%)	13(36.1)	13(31.0)	0.630
肾功能不全/例(%)	6(16.7)	10(23.8)	0.436
WBC/($\times 10^9/L$)	16.78±7.30	17.20±10.94	0.844
NEUT/($\times 10^9/L$)	14.39±6.57	13.61±10.47	0.698
LYMPH/($\times 10^9/L$)	1.92±1.46	3.03±2.65	0.290
MONO/($\times 10^9/L$)	0.39±0.34	0.48±0.53	0.415
PLT/($\times 10^9/L$)	235.94±107.07	210.19±124.95	0.336
HGB/(g/L)	115.97±31.15	118.64±36.43	0.731
PT/(SEC)	12.99±3.19	18.88±23.52	0.141
FIB/(g/L)	3.25±1.11	2.89±1.18	0.171
D-D/(ng/mL)	3 491.39±3 845.35	10 051.54±12 978.62	0.005
Scr/($\mu\text{mol/L}$)	245.78±328.43	233.55±168.98	0.833
乳酸/(mmol/L)	6.83±4.55	11.29±3.88	<0.001
ALB/(g/L)	33.75±5.31	31.59±7.69	0.161
LAR	0.22±0.17	0.39±0.17	<0.001

2.2 两组患者 7 d 预后的 logistic 回归分析

根据单因素 logistic 回归分析,乳酸、LAR、D-D 均与 IHCA 患者 7 d 内不良预后显著相关,所有变量均纳入多因素 logistic 回归分析,分析显示 LAR、D-D 是预后不良的独立危险因素($P < 0.05$)。不良预后预测因子的单因素及多因素 logistic 回归分析见表 2。

2.3 列线图预测模型的构建

基于多因素 logistic 回归分析得出的结果,本研究构建了 IHCA 患者后 ROSC 7 d 内预后的列线图模型,见图 1。ROC 曲线分析(图 2)揭示,该

列线图模型的曲线下面积(AUC)为 0.786(95% CI:0.685~0.882),使用 bootstrap 法进行内部验证,其中涉及随机抽样执行 1 000 次。C 指数为 0.785(0.674~0.879)。H-L 检验($\chi^2 = 11.364$, $P = 0.182$)表明模型拟合效果良好。校准曲线(图 3)进一步证实,模型的预测概率与患者实际死亡概率的趋势高度一致。在预测 IHCA 患者短期死亡风险方面,该列线图模型展现出了 83.3%的敏感度和 66.7%的特异度(表 3)。此外,决策曲线分析(DCA)亦提示,该预测模型具有良好的临床适用性,见图 4。

表 2 单因素及多因素 logistic 回归分析 IHCA 后 ROSC 患者 7 d 死亡的危险因素

变量	单因素 logistic 回归分析		多因素 logistic 回归分析	
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
LYMPH	1.292 5(1.014 2~1.647 3)	0.381		
乳酸	1.3155(1.154 6~1.498 8)	<0.001		
LAR	190.656 7(9.010 0~4034.416 0)	<0.001	2 112.699 8(29.345 7~1 521.495 8)	0.000 5
D-D	1.000 1(1.000 1~1.000 3)	0.009 7	1.000 2(1.000 1~1.000 4)	0.030 2

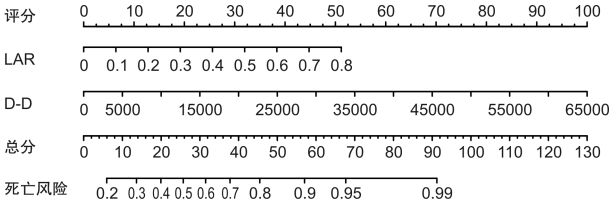


图 1 IHCA 后 ROSC 患者 7 d 死亡列线图预测模型

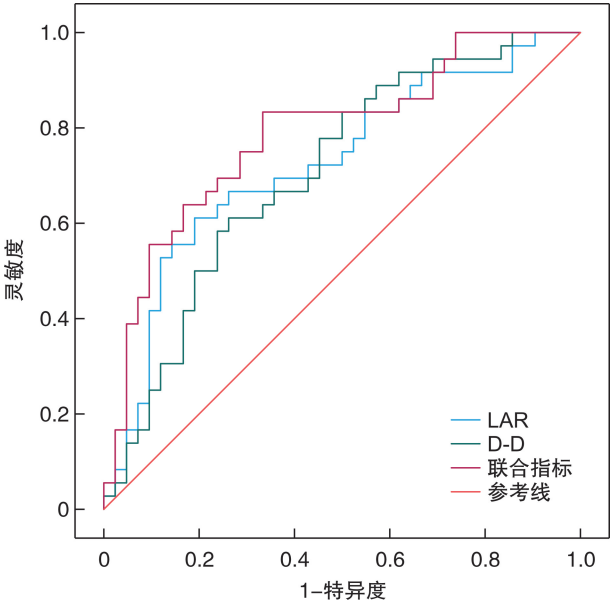


图 2 IHCA 后 ROSC 患者短期预后的列线图预测模型的 ROC 曲线

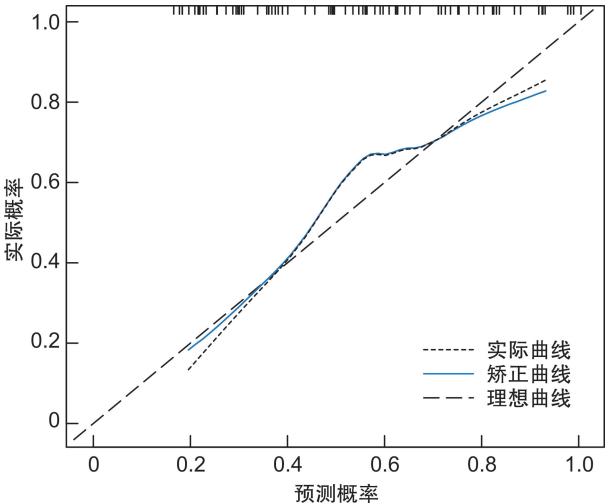
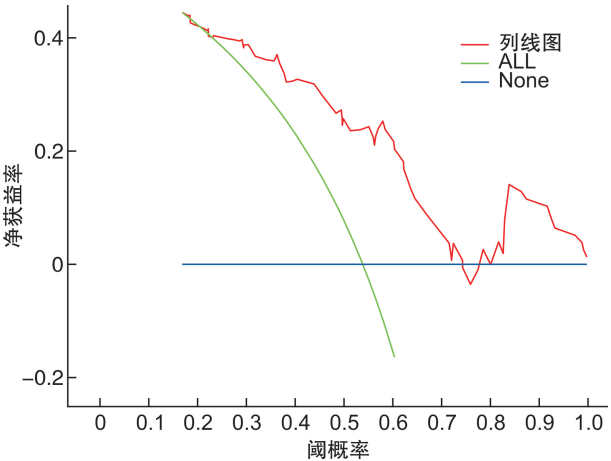


图 3 IHCA 后 ROSC 患者短期预后列线图预测模型的校准曲线

表 3 LAR 与 D-D 评价 IHCA 后 ROSC 患者短期预后的评估价值

预测指标	AUC	截断值	灵敏度	特异度
LAR	0.724	0.272	0.694	0.786
D-D	0.706	2 665.5	0.661	0.738
联合指标	0.786	0.567	0.833	0.667



注:ALL 为假设所有患者 7 d 内全部死亡的决策曲线;None 为假设所有患者 7 d 内不发生死亡的决策曲线。

图 4 IHCA 后 ROSC 患者短期预后列线图预测模型的决策曲线

3 讨论

CA 作为一种急危重症,其存活率普遍较低,其中 IHCA 的存活率为 6%~26%,而院外心脏骤停(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)的存活率通常低于 10%^[3]。CPR 是挽救 CA 患者生命的重要手段。然而,研究发现,尽管部分患者经过 CPR 后实现了自主循环恢复,但他们中的相当一部分在复苏后的早期阶段仍然面临死亡的风险。这一现象的原因在于,当机体的自主循环在短时间内未能恢复,或者尽管恢复但处于血流动力学不稳定和微循环灌注不足的状态时,会触发一种独特而复杂的病理生理过程,这一过程被称为“心脏骤停后综合征”^[19]。因此,ROSC 并不能单纯地作为患者临床结局良好的指标,寻找更为简便、可靠且易于实施的监测指标,以用于患者的预后评估,具有重要的临床意义。本研究发现,恢复自主循环后立即测量的 LAR、D-D 及二者的联合指标对患者短期预后有良好的预测价值。

乳酸水平升高与死亡率相关,并被广泛用于危重症患者的早期诊断、管理和风险分层^[20]。高水平的乳酸也与 IHCA^[21-22]后较低的生存率相关,并且在心脏骤停后,与组织低灌注和缺血-再灌注^[22]相关。然而,乳酸水平可能受到几种不同条件的影响,包括肝或肾功能不全导致的乳酸清除减少以及糖酵解加速等,而单独应用乳酸水平进行诊断可能是低价值的^[23-24]。有研究表明,与单独应用乳酸相比,复苏后最初 6 h 或 12 h 内有效的乳酸清除率与良好的神经预后和改善的生存率显著相关,而不依赖于初始乳酸水平^[25-26]。Kong 等^[27]分析了 LAR 对心脏骤停患者院外心脏骤停的预后价值。他们证明,在 OHCA 后良好的神经系统预后和生存后

方面,LAR 比单独使用乳酸有更好的预测性能。

ALB 作为血浆胶体渗透压的主要维持者,其水平降低常伴随炎症和营养状况恶化,也被认为是评估危重患者预后的重要指标^[10]。有几个过程与血清 ALB 浓度相关,包括 ALB 合成的绝对速率、分解代谢率分数、血管内外之间的 ALB 分布以及 ALB 的外源性丢失。相关研究观察到血清 ALB 与 CA 风险之间的非线性关系,对于 3.26 ~ 5.60 g/dL 范围内的血清 ALB 浓度,血清 ALB 浓度每增加 1 g/dL,CA 风险降低 68%,而未检测到 <3.26 g/dL 的血清 ALB 浓度与 CA 风险之间的关系^[28]。低 ALB 浓度导致不良的临床结果有多种潜在的机制,本研究中两组患者 ALB 均小于正常值范围(40~55 g/L),但二者差异无统计学意义($P=0.161$),分析原因可能与患者基础营养状态、合并症及采集血液样本的时间有关,需要更多的研究了解低 ALB 浓度与 CA 风险之间的生物学机制。为了最大限度地利用乳酸作为预后因素,我们应用 IHCA 后 ROSC 患者即时乳酸和 ALB 的比值 LAR。我们的研究显示,ALB 和乳酸水平联合相较于单独乳酸值在多因素逻辑回归分析中仍然保持了显著的预测价值。

D-D 水平是危重症^[29]或早期菌血症^[30]中疾病严重程度和死亡率的已知非特异性标志物。Deng 等^[31]在 192 例住院心脏骤停患者中确定了唯一的 D-D 水平作为即刻死亡率的指标。在一项规模较小的波兰研究中,D-D 同样与院外心脏骤停的全因死亡率密切相关^[32]。我们的数据表明,D-D 水平不仅是 OHCA 预后不良的全球标志物,也与 IHCA 成功复苏后的短期死亡率相关。

本研究首次将 LAR 联合 D-D 应用于 IHCA 后患者短期预后的评估,旨在探索这一新型组合标志物的预测价值。与既往研究多集中于单一生物标志物的评估不同,本研究通过引入 LAR 联合 D-D 的多维度综合评估体系,实现了对患者病理生理状态的更全面反映。通过构建基于 LAR 和 D-D 的列线图预测模型,实现了 IHCA 患者短期预后的可视化、便捷化评估,为医生和家属提供信息,作出适当治疗决策。

综上所述,本研究联合 LAR 及 D-D 所建立的列线图模型可以较好地预测 IHCA 复苏后 ROSC 患者 7 d 后的预后。尽管本研究在 IHCA 预后评估中取得了初步成果,但仍存在一些局限性。首先,本研究为单中心回顾性研究,样本量相对较小,且均来源于同一家医院,可能受到该医院特定治疗流程和患者群体特征的影响,限制了研究结果的外部有效性。未来需要多中心、大样本的前瞻性研究来进一步验证本研究的结果。其次,本研究未对患者的长期预后进行评估,无法全面了解 LAR 和 D-

D 在 IHCA 预后评估中的长期价值。因此,未来的研究应关注这些标志物的长期预测能力。第三,本研究在探讨 LAR 与 D-D 对 IHCA 患者预后评估价值的同时,忽略了心脏骤停抢救过程中的多个关键细节因素。这些因素对于全面理解患者预后具有重要意义,通过前瞻性设计纳入更多关键变量,以提供更加准确、全面的预后评估结果。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Holmberg MJ, Ross CE, Fitzmaurice GM, et al. Annual Incidence of Adult and Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest in the United States [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2019, 12(7): e005580.
- [2] Wang CY, Zheng W, Zheng JQ, et al. A national effort to improve outcomes for in-hospital cardiac arrest in China: the BASeline investigation of cardiac arrest (BASIC-IHCA) [J]. *Resusc Plus*, 2022, 11: 100259.
- [3] 中国心脏骤停与心肺复苏报告编写组. 中国心脏骤停与心肺复苏报告(2022 年版)概要[J]. *中国循环杂志*, 2023, 38(10): 1005-1017.
- [4] Yan SJ, Gan Y, Jiang N, et al. The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 61.
- [5] 中华医学会急诊医学分会复苏学组, 中国医药教育协会急诊专业委员会, 成人心脏骤停后综合征诊断和治疗中国急诊专家共识组. 成人心脏骤停后综合征诊断和治疗中国急诊专家共识 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2021, 30(7): 799-808.
- [6] Donnino MW, Andersen LW, Giberson T, et al. Initial lactate and lactate change in post-cardiac arrest: a multicenter validation study [J]. *Crit Care Med*, 2014, 42(8): 1804-1811.
- [7] Dell'Anna AM, Sandroni C, Lamanna I, et al. Prognostic implications of blood lactate concentrations after cardiac arrest: a retrospective study [J]. *Ann Intensive Care*, 2017, 7(1): 101.
- [8] Arques S. Human serum albumin in cardiovascular diseases [J]. *Eur J Intern Med*, 2018, 52: 8-12.
- [9] Belinskaia DA, Voronina PA, Shmurak VI, et al. Serum albumin in health and disease: esterase, antioxidant, transporting and signaling properties [J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(19): 10318.
- [10] Hong SI, Kim YJ, Cho YJ, et al. Predictive value of pre-arrest albumin level with GO-FAR score in patients with in-hospital cardiac arrest [J]. *Sci Rep*, 2021, 11: 10631.
- [11] Turcato G, Zaboli A, Sibilio S, et al. The role of lactate-to-albumin ratio to predict 30-day risk of death in patients with sepsis in the emergency department: a decision tree analysis [J]. *Curr Med Res Opin*, 2024, 40(3): 345-352.

- [12] Liu Q,Zheng HL,Wu MM,et al. Association between lactate-to-albumin ratio and 28-days all-cause mortality in patients with acute pancreatitis: a retrospective analysis of the MIMIC-IV database[J]. *Front Immunol*,2022,13:1076121.
- [13] Fries M,Tang WC,Chang YT,et al. Microvascular blood flow during cardiopulmonary resuscitation is predictive of outcome[J]. *Resuscitation*,2006,71(2): 248-253.
- [14] Udoenko A,Makogonenko Y,Korolova D,et al. Formation and elimination of soluble fibrin and D-dimer in the bloodstream[J]. *Croat Med J*,2023,64(6): 421-429.
- [15] Geissenberger F,Schwarz F,Probst M,et al. D-dimer predicts disease severity but not long-term prognosis in acute pulmonary embolism[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*,2019,25:1076029619863495.
- [16] Zhou BY,Zhang Q,Hu YC,et al. Association of D-dimer with long-term prognosis in type 2 diabetes mellitus patients with acute coronary syndrome[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*,2022,32(8):1955-1962.
- [17] Wang JM,Feng AQ,Xu J,et al. D-dimer and its combination with blood lipid on prognosis of patients with acute ischemic stroke[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*,2020,29(12):105394.
- [18] Panchal AR,Bartos JA,Cabañas JG,et al. Part 3: adult basic and advanced life support;2020 American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. *Circulation*,2020,142(16_suppl_2):S366-S468.
- [19] Nolan JP,Sandroni C,Böttiger BW,et al. European resuscitation council and European society of intensive care medicine guidelines 2021: post-resuscitation care[J]. *Intensive Care Med*,2021,47(4):369-421.
- [20] Evans L,Rhodes A,Alhazzani W,et al. Surviving sepsis campaign:international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021[J]. *Intensive Care Med*,2021,47(11):1181-1247.
- [21] Issa MS,Grossestreuer AV,Patel H,et al. Lactate and hypotension as predictors of mortality after in-hospital cardiac arrest[J]. *Resuscitation*,2021,158: 208-214.
- [22] Zhang MQ,Zhang Q,Yu YN,et al. Effects of early hemodynamics, oxygen metabolism, and lactate dynamics on prognosis of post-cardiac arrest syndrome[J]. *Chin Med J*,2021,135(3):344-346.
- [23] Shin TG,Jo IJ,Hwang SY,et al. Comprehensive interpretation of central venous oxygen saturation and blood lactate levels during resuscitation of patients with severe sepsis and septic shock in the emergency department[J]. *Shock*,2016,45(1):4-9.
- [24] Park J,Hwang SY,Jo IJ,et al. Impact of metformin use on lactate kinetics in patients with severe sepsis and septic shock[J]. *Shock*,2017,47(5):582-587.
- [25] Lee TR,Kang MJ,Cha WC,et al. Better lactate clearance associated with good neurologic outcome in survivors who treated with therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Crit Care*,2013,17(5):R260.
- [26] Hayashida K,Suzuki M,Yonemoto N,et al. Early lactate clearance is associated with improved outcomes in patients with postcardiac arrest syndrome; a prospective, multicenter observational study (SOS-KANTO 2012 study) [J]. *Crit Care Med*,2017,45(6): e559-e566.
- [27] Kong T,Chung SP,Lee HS,et al. The prognostic usefulness of the lactate/albumin ratio for predicting clinical outcomes in out-of-hospital cardiac arrest: a prospective, multicenter observational study (ko-CARC) study[J]. *Shock*,2020,53(4):442-451.
- [28] Zeng YQ,Qin ZA,Guo ZW,et al. Non-linear relationship between basal serum albumin concentration and cardiac arrest in critically ill patients with end-stage renal disease; a cross-sectional study[J]. *BMJ Open*,2022,12(2):e051721.
- [29] Ichikawa Y,Wada H,Ezaki M,et al. Elevated D-dimer levels predict a poor outcome in critically ill patients [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*,2020,26: 1076029620973084.
- [30] Esmailian M,Vakili Z,Nasr-Esfahani M,et al. D-dimer levels in predicting severity of infection and outcome in patients with COVID-19[J]. *Tanaffos*,2022,21(4):419-433.
- [31] Deng YS,He LY,Yang J,et al. Serum D-dimer as an indicator of immediate mortality in patients with in-hospital cardiac arrest[J]. *Thromb Res*,2016,143: 161-165.
- [32] Szymanski FM,Karpinski G,Filipiak KJ,et al. Usefulness of the D-dimer concentration as a predictor of mortality in patients with out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Am J Cardiol*,2013,112(4):467-471.

(收稿日期:2024-08-13)