

氧合指数联合 D 二聚体对热射病患者预后的临床意义^{*}

夏泉¹ 刘雪¹ 罗滔¹ 李佩轩¹ 徐平² 程涛³ 刘英¹

(1. 西南医科大学附属医院急诊医学部, 四川 泸州 646000; 2. 自贡市第四人民医院急诊科, 四川 自贡 643000;

3. 四川大学华西医院, 四川 成都 610041)

【摘要】 目的 探讨影响热射病患者预后的独立危险因素并构建列线图风险预测模型。方法 回顾性分析 2022 年 7 月—2023 年 8 月于西南医科大学附属医院急诊医学部和自贡市第四人民医院急诊科住院的 80 例热射病患者, 根据出院时的情况作为临床结局分为存活组($n=70$)与死亡组($n=10$)。收集患者入院 24 小时内首次的临床资料, 采用单因素及多因素 Logistic 回归分析筛选影响热射病患者预后的独立危险因素, 构建列线图预测模型, 并采用受试者工作特征(ROC)曲线、校准曲线及临床决策(DCA)曲线验证模型的区分度、一致性及临床实用度。结果 单因素分析结果显示, 热射病患者预后与序贯器官衰竭评估(SOFA)评分、淋巴细胞、D 二聚体(D-Di)、氧合指数相关($P<0.05$), 与活化部分凝血酶时间、肾小球滤过率、肌酸激酶、乳酸脱氢酶、脑钠肽、酸碱度、氧分压、吸氧浓度、血钾无明显相关($P>0.05$)。多因素分析结果显示, 氧合指数、D-Di 是热射病患者预后的独立危险因素($P<0.05$)。基于以上独立危险因素所建立的列线图预测模型具有较好的区分度(ROC 曲线下面积为 0.956)、一致性(Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验 $\chi^2=7.641$, $P=0.469$)及临床实用度。结论 氧合指数 <263.1 mmHg、D 二聚体 >13.31 $\mu\text{g/mL}$ 分别是热射病患者预后死亡的独立危险因素, 两者联合构建热射病患者发生死亡风险的列线图预测模型效能更优, 对热射病患者的预后具有预测价值, 能简单且准确评估热射病患者的病情严重程度, 精确指导后续治疗从而改善预后。

【关键词】 热射病; 氧合指数; D 二聚体; 预后

【中图分类号】 R594.1 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.12.010

Clinical significance of the oxygenation index combined with d-dimer in the prognosis of patients with heat stroke

XIA Quan¹, LIU Xue¹, LUO Tao¹, LI Peixuan¹, XU Ping², CHENG Tao³, LIU Ying¹

(1. Department of Emergency Medicine, The Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou 646000, Sichuan, China;

2. Department of Emergency Medicine, Zigong Fourth People's Hospital, Zigong 643000, Sichuan, China;

3. West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

【Abstract】 **Objective** To explore independent risk factors affecting the prognosis of patients with heat stroke and construct a nomogram prediction model. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 80 patients with heat stroke who were hospitalized in Emergency Department of Southwest Medical University Affiliated Hospital and Emergency Department of Zigong Fourth People's Hospital from July 2022 to August 2023. Based on the outcomes at discharge, patients were classified into a survival group and a death group. Collection of the first clinical data within 24 hours of patient admission. Univariate and multivariate logistic regression analyses were performed to identify independent risk factors affecting prognosis in heat stroke patients. A nomogram prediction model was constructed, and its discrimination, consistency, and clinical utility were validated using the receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve, and decision curve analysis (DCA). **Results** Univariate analysis revealed that the prognosis of heat stroke patients was significantly associated with the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score, lymphocyte count, D-Dimer, and oxygenation index ($P<0.05$), while no significant associations were found with activated partial thromboplastin time, glomerular filtration rate, creatine kinase, lactate dehydrogenase, brain natriuretic peptide, acid-base balance, partial pressure of oxygen, oxygen concentration, and blood potassium ($P>0.05$). Multivariate analysis indicated that the oxygena-

基金项目: 2023 年度北京协和医学基金-睿 E(睿意)急诊医学研究专项基金项目(22322012013)

通信作者: 刘英, 主任医师, E-mail: Liu61213@163.com

引用本文: 夏泉, 刘雪, 罗滔, 等. 氧合指数联合 D 二聚体对热射病患者预后的临床意义[J]. 西部医学, 2025, 37(12): 1777-1781. DOI:10.3969/

j.issn.1672-3511.2025.12.010

tion index and D-Dimer were independent risk factors for the prognosis of heat stroke patients ($P < 0.05$). The nomogram prediction model based on these independent risk factors demonstrated good discrimination (area under the ROC curve = 0.956), consistency (Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test $\chi^2 = 7.641$, $P = 0.469$), and clinical utility. **Conclusion** An oxygenation index of less than 263.1 mmHg and a D-dimer level greater than 13.31 $\mu\text{g/ml}$ are independent risk factors for mortality in patients with heat stroke. The combination of these two parameters into a nomogram for predicting the risk of death in heat stroke patients demonstrates enhanced predictive performance. This model provides significant prognostic value, allowing for a simple and accurate assessment of the severity of the condition and precise guidance for subsequent treatment, thereby improving patient outcomes.

【Key words】 Heat stroke; Oxygenation index; D-dimer level; Prognosis

热射病是因暴露在高温或高湿环境中机体体温调节功能失衡,产热大于散热,导致核心温度迅速升高,大于 40°C ,从而对细胞产生直接损伤作用,引起酶变形、线粒体功能紊乱、细胞膜稳定性丧失和有氧代谢途径中断导致多器官功能障碍或衰竭的严重急性热致疾病^[1-2];其主要临床表现包括皮肤灼热、严重凝血功能障碍、横纹肌溶解等等^[3]。近年来随着全球温度日益上升,国外既往研究报道 28 天和 2 年死亡率分别为 58% 和 71%^[4-5];预估到 2050 年,热射病所致死亡人数会比现在每年大约 2 000 人死亡的基线增加约 2.5 倍^[6]。我国有研究报道热射病死亡率可高达 70%~80%^[5,7],对热射病的研究也越来越多^[8]。本研究旨在探究影响热射病患者预后的危险因素并构建列线图风险评估模型,为个体化防治热射病患者发生死亡风险提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 7 月—2023 年 8 月于西南医科大学附属医院急诊医学部和自贡市第四人民医院急诊科住院的 83 例热射病患者的临床资料,以出院时状态作为观察终点,将热射病患者分为存活组和死亡组。按照纳入、排除标准共有 80 例符合,纳入标准:①符合我国《热射病急诊诊断与治疗专家共识(2021 版)》中的热射病诊断标准^[3]。②年龄 > 18 岁。③病例资料完整者。排除标准:①排除既往严重心脑血管疾病、精神障碍、认知障碍影响患者生存。②在院外心脏骤停的死亡患者。本研究是回顾性分析,符合免除知情同意的条件,且不涉及人体干预,已通过西南医科大学附属医院伦理委员会审批(编号:KY2024046)。根据文献研究发现 Logistic 回归样本量的估算是每个预测因子至少需要 5~10 例阳性数(5~10EPV 原则)^[9]。本研究预计纳入 2 个预后独立危险因素,因此至少需要热射病死亡组病例数 10 例。

1.2 研究方法 收集患者入院 24 小时内首次的临床资料包括性别、年龄、热射病分型、最高核心体温、既往史(高血压、糖尿病、冠心病、慢性阻塞性肺病)、氧疗模式包括鼻导管/面罩和机械通气(无创和有创机械通气)、使用气管插管情况(有创机械通气使用情

况)、序贯器官衰竭评估(SOFA)评分、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、血红蛋白(Hb)、红细胞压积(Hct)、血小板(PLT)、白细胞(WBC)、中性粒细胞(NEU)、淋巴细胞(LYM)、单核细胞(MONO)、降钙素原(PCT)、超敏反应蛋白(CRP)、凝血酶原时间(PT)、国际标准化比值(INR)、活化部分凝血酶时间(APTT)、凝血酶时间(TT)、凝血酶原时间比率(PT-REIO)、D 二聚体(D-Di)、纤维蛋白原(Fib)、总胆红素(TBIL)、直接胆红素(DBIL)、间接胆红素(IBIL)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天冬氨酸氨基转移酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)、谷氨酰转氨酶(GGT)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、尿素氮(BUN)、肌酐(Crea)、肾小球滤过率(GFR)、肌酸激酶(CK)、乳酸脱氢酶(LDH)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、肌红蛋白(MYO)、肌钙蛋白(TNI)、脑钠肽(BNP)、酸碱度(pH)、氧饱和度(SaO_2)、氧分压(PaO_2)、二氧化碳分压(PCO_2)、碱剩余(BE)、碳酸氢根(HCO_3^-)、阴离子间隙(AG)、吸氧浓度(FiO_2)、乳酸(Lac)、血糖(Glu)、钾离子(K^+)、钠离子(Na^+)、氯离子(Cl^-)、钙离子(Ca^{2+})、氧合指数值。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 26.0 软件对数据进行分析。计量资料进行正态性检验,正态分布资料使用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较应用 t 检验。非正态分布资料使用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,组间比较应用秩和检验。计数资料以(n)或(%)进行统计描述,组间比较应用 χ^2 检验及 Fisher 精确法。热射病死亡危险因素先采用单因素 Logistic 回归分析,然后对有差异的指标再采用多因素 Logistic 回归分析得出结果确定影响热射病患者预后死亡的独立危险因素。将上述结果纳入 R 软件(4.2.1),使用 rms 程序包构建预测热射病患者死亡风险的列线图模型,接着采用 Bootstrap 重抽样法 500 次用以内部验证;绘制受试者工作特征(Receiver operating characteristic,ROC)曲线评估模型的区分度,绘制校准曲线评估模型的一致性,绘制临床决策曲线分析(Decision curve analysis,DCA)评估模型的临床实用度。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组热射病患者一般基线资料及临床血液参数比较 两组患者在性别、年龄、热射病分型等等比较,差异无统计学意义($P>0.05$),SOFA 评分、LYM、APTT 等等比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组热射病患者的一般基线资料及临床血液参数比较 [$n(\times 10^{-2})$, ($\bar{x} \pm s$), $M(P_{25}, P_{75})$]

Table 1 Comparison of baseline characteristics and clinical blood parameters between the two groups of patients with heat stroke

项目	存活组($n=70$)	死亡组($n=10$)	χ^2/t	P
性别(男)	43(61.4)	7(70.0)	0.274	0.600
年龄(岁)	64.60±17.09	75.70±14.23	-1.956	0.054
分型(劳力型热射病)	6(8.6)	1(10.0)	<0.001	1.000
最高核心体温(°C)	40.15(39.50, 41.00)	41.15(40.20, 41.90)	223	0.064
既往史				
高血压	19(27.1)	5(50.0)	2.177	0.140
糖尿病	8(11.4)	1(10.0)	<0.001	1.000
冠心病	4(5.7)	2(20.0)	0.927	0.336
慢性阻塞性肺病	4(5.7)	1(10.0)	<0.001	1.000
氧疗模式				0.733 ^①
鼻导管/面罩	42(60)	5(50)		
机械通气	28(40)	5(50)		
气管插管	36(51)	8(80)		0.172 ^①
SOFA 评分(分)	7(5, 11)	12.5(8.25, 14.75)	168	0.008
SBP(mmHg)	113.73±23.46	98.3±25.32	1.819	0.096
DBP(mmHg)	65.53±15.95	60±15.54	1.049	0.315
Hb(g/L)	125.49±22.02	121.9±22.58	0.472	0.646
Hct	0.37(0.33, 0.41)	0.38(0.35, 0.41)	345.5	0.954
PLT($10^9/L$)	124(79.5, 160.75)	106.5(93.5, 167.75)	334.5	0.827
WBC($10^9/L$)	10.6(8.64, 15.3)	12.9(8.9, 14.36)	339	0.879
NEU($10^9/L$)	8.73(6.9, 13.16)	8.8(6.64, 10.32)	392.5	0.541
LYM($10^9/L$)	1.1(0.53, 1.78)	2.96(1.11, 4.34)	182.5	0.015
MONO($10^9/L$)	0.57(0.34, 0.88)	0.43(0.36, 0.56)	416.5	0.337
PCT(ng/ml)	2.83(1.4, 4.16)	6.88(2.83, 12.41)	250.5	0.143
CRP(mg/L)	1.47(0.73, 2.63)	1.47(0.79, 1.54)	343	0.924
PT(s)	14.1(13, 15.48)	14.15(13.65, 18.32)	283	0.333
INR	1.23(1.14, 1.35)	1.21(1.08, 1.68)	325	0.721
APTT(s)	27.2(24.15, 29.9)	32.1(28.27, 42)	181	0.014
TT(s)	18.85(18.05, 19.56)	19.7(18, 22.98)	268	0.236
PT-REIO	1.21(1.12, 1.33)	1.21(1.09, 1.6)	340	0.890
D-Di($\mu\text{g/mL}$)	4.11(1.5, 10.46)	26.5(14.17, 53.31)	90	<0.001
Fib(g/l)	2.51(2.01, 2.87)	2.19(1.52, 3.33)	400.5	0.467
TBIL($\mu\text{mol/L}$)	22.1(16.2, 26.85)	15.65(13.53, 35.02)	380	0.668
DBIL($\mu\text{mol/L}$)	8.55(5.7, 12.7)	9.25(5.47, 12.85)	322.5	0.694
ALT(U/L)	51.45(26.92, 102.45)	66.95(42.42, 123.57)	262.5	0.206
IBIL($\mu\text{mol/L}$)	12.52(9, 15.17)	8.55(6.25, 13.8)	437	0.208
AST(U/L)	80.35(38.1, 172.9)	160.25(79.47, 256.52)	231	0.085
ALP(U/L)	74(56.62, 97.75)	64.05(54.1, 82.95)	388	0.585
TP(g/L)	66.78(61.31, 71.05)	60.25(55.27, 66.33)	482.5	0.055
GGT(U/L)	41.9(22, 163.26)	55(29.88, 89.88)	318.5	0.652
ALB(g/L)	38.75(35.95, 42.05)	33.55(29.46, 39.6)	482.5	0.055
GLB(g/L)	27.93±5.59	26.09±5.76	0.95	0.361
BUN(mmol/L)	8.92(6.18, 11.23)	9.04(7.9, 13.64)	281	0.319
Crea($\mu\text{mol/L}$)	127.55(84.65, 176.78)	174.85(157.6, 221.05)	219	0.058
GFR(ml/min)	46.89(30.59, 68.95)	24.36(23, 31.45)	507.5	0.022
CK($\mu\text{g/L}$)	1275.78(226.75, 3650.23)	4139.92(3412.27, 4623.92)	157	0.005
LDH(U/L)	338(245.93, 456.16)	565.49(386.78, 682.32)	167	0.008
MYO($\mu\text{g/L}$)	1000(398.02, 1000)	1000(379.62, 2815.5)	285	0.341
CK-MB($\mu\text{g/L}$)	16.55(10.18, 34.32)	11.41(6.07, 66.97)	377	0.700
TNI($\mu\text{g/L}$)	0.86(0.11, 5.91)	0.71(0.18, 1.05)	393.5	0.532
BNP(ng/L)	195.08(46.74, 507.94)	1067.55(473.43, 1333.75)	189	0.020
pH	7.4(7.36, 7.44)	7.35(7.3, 7.38)	486.5	0.048
PaO ₂ (mmHg)	110(73.62, 148.5)	65.9(55.8, 78.12)	528	0.010
PCO ₂ (mmHg)	28.94±6.99	30.76±7.63	-0.713	0.490
BE(mmol/L)	-4.9(-8.15, -1.96)	-4.7(-8.52, -0.84)	335	0.833
HCO ₃ (mmol/L)	18.28±4.46	20.18±4.78	-1.187	0.259
AG(mmol/L)	14.66(12.22, 18.2)	15.28(13.05, 18.19)	320.5	0.673
Lac(mmol/L)	2.97(2.01, 5.27)	3.86(3.01, 5.6)	281	0.319
FiO ₂	0.35(0.33, 0.4)	0.4(0.4, 0.5)	207	0.033
SaO ₂ (%)	97(95, 98.75)	96.5(90.75, 97.75)	430.5	0.241
Na ⁺ (mmol/L)	135.45(130.65, 141.15)	138.7(133.35, 139.93)	286.5	0.359
K ⁺ (mmol/L)	3.5(2.88, 3.8)	4.11(3.66, 4.49)	181.5	0.015
Cl ⁻ (mmol/L)	103.41±11.14	106.91±4.26	-1.85	0.074
Ca ²⁺ (mmol/L)	2.22(2.09, 2.34)	2.19(2.15, 2.22)	423.5	0.288
Glu(mmol/L)	10.09(7.93, 12.89)	9.81(8.42, 11.29)	390	0.566
氧合指数(mmHg)	300(196.1, 300)	156.5(117.57, 221.43)	571.5	<0.001

注:①为 Fisher 精确检验。

2.2 热射病患者预后死亡危险因素的 Logistic 回归分析 单因素 Logistic 回归分析以森林图结果显示:热射病患者预后与 SOFA 评分、LYM、D-Di、氧合指数有关($P<0.05$),与 APTT、GFR、CK、LDH、BNP、pH、PaO₂、FiO₂、K⁺无明显相关($P>0.05$),见图 1。多因素 Logistic 回归分析以森林图结果显示,氧合指数、D-Di 为热射病患者预后死亡的独立危险因素($P<0.05$),见图 2。

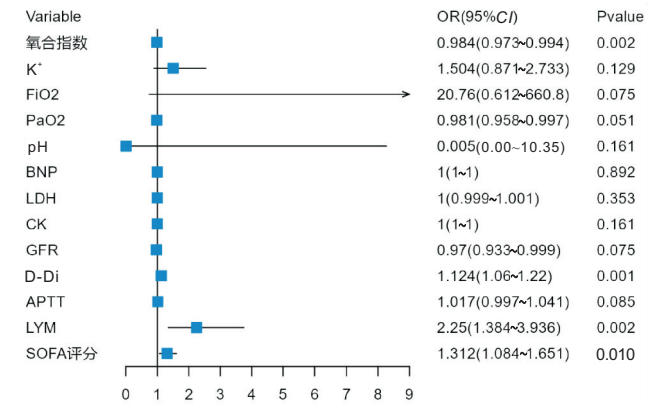


图 1 热射病患者单因素 Logistic 回归分析森林图

Figure 1 Forest plot of univariate logistic regression analysis for patients with heat stroke

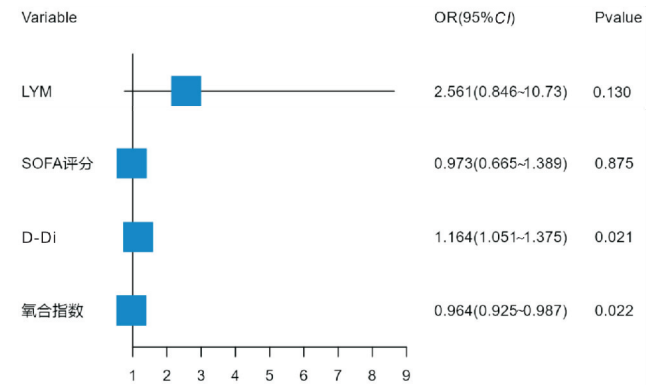


图 2 热射病患者多因素 Logistic 回归分析森林图

Figure 2 Forest plot of multivariate logistic regression analysis for patients with heat stroke

2.3 列线图预测模型的构建 将多因素 Logistic 回归分析得出的独立危险因素纳入 R 软件,并使用该软件包构建预测了热射病患者死亡风险的列线图模型,把每个因素对应的得分相加,总分所对应的预测概率提供了热射病患者死亡风险的预测值,见图 3。

2.4 列线图预测模型的验证 利用 ROC 曲线评估 2 个单独独立危险因素的预测能力和列线图预测模型的预测作用,结果显示,联合 2 个独立危险因素(氧合指数联合 D-Di)的预测模型 ROC 曲线下面积 0.956, 95%CI(0.896~0.995);而 D-Di、氧合指数 ROC 曲线

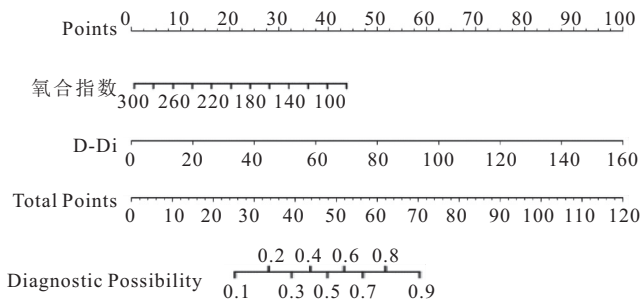


图 3 预测热射病患者预后死亡风险的列线图模型

Figure 3 Nomogram model for predicting mortality risk in patients with heat stroke

下面积及 95% CI 分别为 0.871 (95% CI: 0.749 ~ 0.994)、0.816 (95% CI: 0.675 ~ 0.958)。D-Di 的最佳诊断界值: 13.31 $\mu\text{g/mL}$, 氧合指数的最佳诊断界值: 261.3 mmHg。氧合指数联合 D-Di 预测模型的综合预测效果明显优于单独的独立危险因素, 且区分度较优(图 4)。预测模型校准曲线(图 5), Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验 $\chi^2 = 7.641, P = 0.469$, 一致性较好。预测模型 DCA 曲线见图 6, 提示临床实用度好。

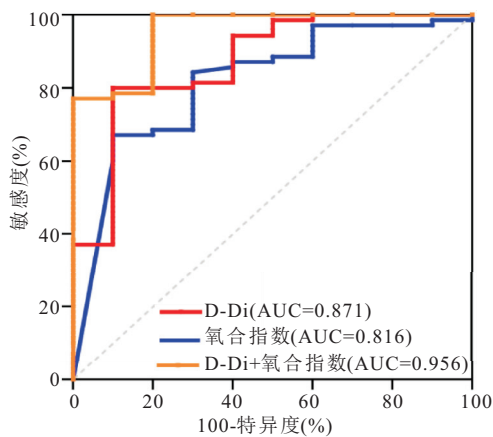


图 4 预测模型的 ROC 曲线

Figure 4 ROC curve of the predictive model

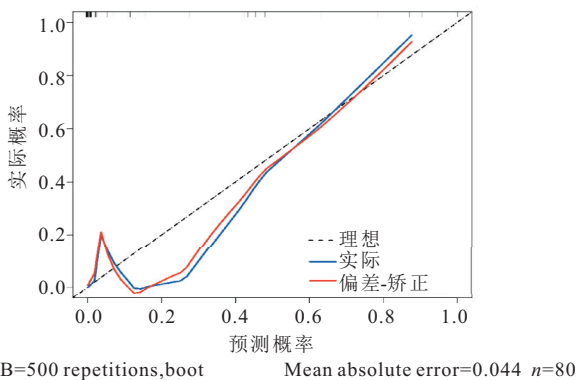


图 5 预测模型的校准曲线

Figure 5 Calibration curve of the predictive model

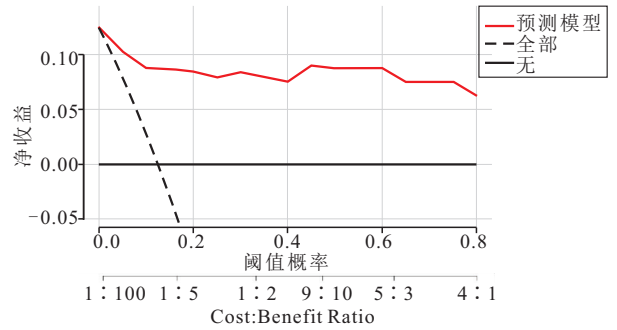


图 6 预测模型的 DCA 曲线

Figure 6 Decision curve analysis curve of the predictive model

3 讨论

氧合指数是临床工作中评估患者氧合情况的指标, 根据《急性呼吸窘迫综合征(Acute respiratory distress syndrome, ARDS): 柏林定义》将 ARDS 分为轻、中、重度进行诊断, 当 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300 \text{ mmHg}$ 即可诊断为 ARDS^[10]。有研究表明^[11] 热射病患者中有 85.7% 首发出现呼吸衰竭, 有 78.6% 需要呼吸机支持, 还发现呼吸衰竭与热射病的病死率明显有关, 肺损伤、ARDS 是热射病的特征之一。热射病导致氧合指数下降的病理生理机制主要有: ①热暴露直接引起的肺损伤, 高温时会引起肺组织里的热休克蛋白家族 (Heat shock proteins, HSP) 变形, HSP 是能够抑制肺部炎症反应的, 当热暴露就会引起 HSP 变形导致细胞通透性增加、细胞离子通道损伤、细胞凋亡, 从而引起肺损伤出现 ARDS^[12-14]。②间接的肠源性内毒素血症^[14-16]、全身炎症反应导致的肺损伤、ARDS。因此, 氧合指数下降是热射病所致 ARDS 的表现, 发生早并且凶险, 死亡率高。本研究发现, 氧合指数 $< 263.1 \text{ mmHg}$ 是热射病患者预后死亡的独立危险因素。

D-Di 是临床工作中评估患者凝血功能的指标, 广泛用于急性主动脉夹层排除性诊断^[17]、弥散性血管内凝血的诊断标准及深静脉血栓的筛查等^[18-19]。有文献报道热射病导致凝血功能障碍的发生率可高达 75%^[20], 热射病导致 D-Di 升高的病理生理机制主要是热暴露直接引起血管内皮损伤从而激活凝血酶, 促进血管内微血栓的形成, 从而引起纤溶酶活化、纤维蛋白降解所致 D-Di 含量升高。窦建林等^[21] 研究发现, $\text{D-Di} > 0.5 \mu\text{g/mL}$ 可以预测中暑发生了热射病。本研究发现 $\text{D-Di} > 13.31 \mu\text{g/mL}$ 是热射病患者预后死亡的独立危险因素。

本研究以氧合指数、D-Di 联合构建的列线图模型, 其区分度、一致性、临床实用度都较好, 并且这两项检查指标可在急诊科实施快速床旁检测^[22-23], 缩短了常规血液分析检验所需的时间、决策时间, 操作简

单、临床优势大,使急诊医师能够快速获得临床检测结果,早期识别高危人群,简单且准确评估热射病患者预后死亡的风险,有利于判断病情严重程度、快速决策、精准治疗,从而作为监测指标可以改善治疗效果并降低死亡率。但本研究有着一定局限性:①样本量少,存在偏倚。②这是非多个中心的回顾研究,研究参与者的选择存在一定的偏差,这可能并不具有普遍性。③研究还应需要合作其他地区医院进行外部验证,以提高其可靠性和有效性。

4 结论

氧合指数越低,热射病患者预后死亡的风险越高,氧合指数的最佳诊断界值为 261.3 mmHg;而 D-Di 越高,热射病患者预后死亡的风险越高,D-Di 的最佳诊断界值为 13.31 ug/mL。氧合指数、D-Di 是热射病患者预后死亡的独立危险因素,对热射病患者预后具有独立的预测价值,但两者联合构建的列线图模型预测价值准确性更高。

【参考文献】

- [1] BOUCHAMA A, ABUYASSIN B, LEHE C, *et al.* Classic and exertional heatstroke[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2022, 8(1): 8.
- [2] 张萍,杨莎,张琳,等.热射病患者发生急性肾损伤的危险因素分析及预测模型构建[J].*西部医学*,2025, 37(1):75-79.
- [3] 全军热射病防治专家组,热射病急诊诊断与治疗专家共识组.热射病急诊诊断与治疗专家共识(2021版)[J].*中华急诊医学杂志*, 2021, 30(11): 1290-1299.
- [4] ARGAUD L, FERRY T, LE Q H, *et al.* Short- and long-term outcomes of heatstroke following the 2003 heat wave in Lyon, France[J]. *Arch Intern Med*, 2007, 167(20): 2177-2183.
- [5] 程丽,刘德林,王敏娜,等.劳力性热射病发生急性肾损伤的危险因素分析[J].*中华劳动卫生职业病杂志*, 2021, 39(1): 29-32.
- [6] HIFUMI T, KONDO Y, SHIMIZU K, *et al.* Heat stroke[J]. *J Intensive Care*, 2018, 6(1): 30.
- [7] 张冬莉,文丹,王瑶,等. EHSS 评分系统对劳力性热射病患者预后的评估价值[J].*医学信息*, 2023, 36(14): 87-90.
- [8] 王玲,金红旭,郭俊峰,等.热射病临床研究进展[J].*创伤与急危重病医学*, 2022, 10(2): 81-82.
- [9] SOK C, GOYAL S, KOOBY D A, *et al.* Reply to: regarding the simple preoperative imaging measurements predict postoperative pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy[J]. *Ann Surg Oncol*, 2024, 31(8): 5009-5010.
- [10] ARDS Definition Task Force, RANIERI V M, RUBENFELD G D, *et al.* Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition[J]. *JAMA*, 2012, 307(23): 2526-2533.
- [11] VARGHESE G M. Predictors of multi-organ dysfunction in heatstroke[J]. *Emerg Med J*, 2005, 22(3): 185-187.
- [12] VILLAR J, MÉNDEZ-ALVAREZ S. Heat shock proteins and ventilator-induced lung injury[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2003, 9(1): 9-14.
- [13] HU J M, HSU C H, LIN Y C, *et al.* Ethyl pyruvate ameliorates heat stroke-induced multiple organ dysfunction and inflammatory responses by induction of stress proteins and activation of autophagy in rats[J]. *Int J Hypertherm*, 2021, 38(1): 862-874.
- [14] 易昱昊,陈峰,赵贵锋.热射病相关肺损伤机制及治疗研究进展[J].*中华灾害救援医学*, 2022, 10(2): 102-106.
- [15] VAN HELDEN H P, KUIJPERS W C, STEENVOORDEN D, *et al.* Intratracheal aerosolization of endotoxin (LPS) in the rat: a comprehensive animal model to study adult (acute) respiratory distress syndrome[J]. *Exp Lung Res*, 1997, 23(4): 297-316.
- [16] KOH Y, LIM C M, KIM M J, *et al.* Heat shock response decreases endotoxin-induced acute lung injury in rats[J]. *Respirology*, 1999, 4(4): 325-330.
- [17] MAGUIRE E M, PEARCE S W A, XIAO R, *et al.* Matrix metalloproteinase in abdominal aortic aneurysm and aortic dissection[J]. *Pharmaceuticals*, 2019, 12(3): 118.
- [18] YAMADA S, ASAKURA H. Therapeutic strategies for disseminated intravascular coagulation associated with aortic aneurysm[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(3): 1296.
- [19] LOBBES H, MAINBOURG S, MAI V, *et al.* Risk factors for venous thromboembolism in severe COVID-19: a study-level meta-analysis of 21 studies[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(24): 12944.
- [20] 曾庆波,宋景春,林青伟,等.血栓弹力图对热射病合并弥散性血管内凝血的诊断及预后判断价值[J].*解放军医学杂志*, 2018,43(9): 752-755.
- [21] 窦建林,宋景春,张玉想,等. D 二聚体预测中暑患者发生热射病的多中心回顾性研究[J].*血栓与止血学*, 2022, 28(4): 1100-1104.
- [22] 杨雪,巩婧.快速床旁检测在急诊抢救中的优势[J/OL].*临床检验杂志(电子版)*, 2019, 8(2): 107-108.
- [23] RODRÍGUEZ-VILLAR S, POZA-HERNÁNDEZ P, FREIGANG S, *et al.* Automatic real-time analysis and interpretation of arterial blood gas sample for Point-of-care testing: clinical validation[J]. *PLoS One*, 2021, 16(3): e0248264.

(收稿日期:2024-10-15;修回日期:2025-11-11;编辑:黎仕娟)