

改良 4 分区肺超声评分法对急性心衰 3 月死亡或重返 ICUs 的预测价值*

黄文彬 徐平 李靓 刘伟 黄奎 周媛 朱元芳

(自贡市第四人民医院急诊科, 四川 自贡 643000)

【摘要】 目的 探讨入住急诊重症监护室(EICU)的急性心衰(AHF)患者其改良 4 分区肺超声评分法预测 3 月内死亡或重返重症监护室(ICUs)的临床价值。方法 回顾性纳入 2018 年 2 月—2020 年 5 月在自贡市第四人民医院 EICU 诊断为 AHF 患者 71 例作为研究对象。以 3 月内存活且未重返 ICUs 作为预后良好组($n=34$)、3 月全因死亡或重返 ICUs 作为预后不良组($n=37$)及终点指标,计算不同肺超声评分法预测结局的校正后的比值比(OR),比较改良 4 分区法与传统 4 分区法、8 分区法的曲线下面积(AUC)、净重新分类指数(NRI)、综合判别指数(IDI)区分度,并绘制校正、决策曲线评价校准度与临床实用性。结果 满足研究条件的 AHF 患者 71 例,3 月全因死亡或重返 ICUs 37 例(52.11%)。传统 4 分区法的 AUC 值为 0.601,改良 4 分区法的 AUC 值为 0.679,8 分区法的 AUC 值为 0.717。与传统 4 分区法比较,改良 4 分区法($NRI=0.700, P=0.002; IDI=0.088, P=0.006$)及 8 分区法($NRI=0.719, P=0.001; IDI=0.095, P=0.008$)预测能力均正向改善。校准度以 8 分区法最佳,改良 4 分区法次之,传统 4 分区法最差;临床实用性改良 4 分区法与 8 分区法较佳,而传统 4 分区法较差。结论 改良 4 分区法较传统 4 分区法对 AHF 患者预测 3 月内死亡或重返 ICUs 的临床价值更高。

【关键词】 急性心力衰竭;肺超声;改良 4 分区法;预测价值

【中图分类号】 R541.6 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.03.020

Predictive value of modified 4-zone lung ultrasonography within 3 months death or readmission in acute heart failure

HUANG Wenbin, XU Ping, LI Liang, LIU Wei, HUANG Kui, ZHOU Yuan, ZHU Yuanfang

(Department of Emergency, Zigong Fourth People's Hospital, Zigong 643000, Sichuan, China)

【Abstract】 **Objective** To assess the value of the modified 4-zone lung ultrasonography (LUS) for predicting death or return to intensive care units (ICUs) within 3 months in patients with acute heart failure admitted to the EICU. **Methods** Retrospective inclusion of patients with acute heart failure diagnosed in the EICU of Zigong Fourth People's Hospital from February 7, 2018 to May 22, 2020 were used as the poor prognosis group and endpoint index. Death or return to ICUs within 3 months was used as the end point. To calculate adjusted odds ratios for predicting outcome by different lung ultrasound scores. Analyze the area under curve(AUC), net reclassification improvement(NRI), and integrated discrimination improvement(IDI) of the 4-zone LUS, the modified 4-zone LUS and the 8-zone LUS. The calibration and decision curves were drawn to evaluate the degree of calibration and clinical utility. **Results** Among the 71 patients with acute heart failure who met the study conditions, and 37(52.11%) death or return to ICUs within 3 months. The AUC value of the 4-zone LUS was 0.601, the AUC value of the modified 4-zone LUS was 0.679, and the AUC value of the 8-zone LUS was 0.717. Compared with the 4-zone LUS, the modified 4-zone LUS ($NRI=0.700, P=0.002; IDI=0.088, P=0.006$) and 8-zone LUS ($NRI=0.719, P=0.001; IDI=0.095, P=0.008$) both showed a positive improvement in predictive ability. The 8-zone LUS was the best in calibration degree, followed by the modified 4-zone LUS, and the 4-

基金项目:2021 年自贡市第四人民医院科研计划院内培育项目(202102)

通信作者:朱元芳, E-mail:736745613@qq.com

引用本文:黄文彬,徐平,李靓,等.改良 4 分区肺超声评分法对急性心衰 3 月死亡或重返 ICUs 的预测价值[J].西部医学,2025,37(3):419-424.

DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2025.03.020

zone LUS was the worst. Clinical Practicality the modified 4-zone LUS and the 8-zone LUS were better, while the 4-zone LUS was worse. **Conclusion** The modified 4-zone LUS is more valuable than the 4-zone LUS in predicting death or readmission within 3 months in patients with acute heart failure.

【Key words】 Acute heart failure; Lung ultrasound; Modified 4- point method; Predictive value

急性心力衰竭(Acute heart failure, AHF)是继发于心脏功能异常而迅速发生或恶化的以肺淤血、体循环淤血以及组织器官低灌注为特征并伴有血浆利钠肽水平升高的常见急危重症^[1]。据 2021 版欧洲心衰指南报道 AHF 的发病率为 1% 左右,而 70 岁以上老年人心衰发病率高达 10%,并且 2000—2010 年这 10 年期间诊断心衰后 1 年内全因病死亡率高达 23%^[2],心衰患者中约占 24% 因各种原因再次入院^[3-4]。肺部超声作为无创、快捷、方便、廉价的以 B 线为基础的检查手段在急诊或重症医学科应用于肺部及心血管疾病的诊断及病情评估^[5],成为评价 AHF 患者肺淤血的床旁工具^[6-8]。目前 8 分区法是指南推荐的常用肺超声分区方法^[9],而 4 分区法是操作最简便的方法,改良 4 分区法结合两者优点改进扫描区域,但目前国内鲜有比较 3 种评分方法优劣的研究,故本研究针对急诊重症监护室(Emergency intensive care unit, EICU)的 AHF 患者行传统 4 分区法、改良 4 分区法、8 分区法肺部超声,便于选择最优的肺超声评分方法,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性纳入 2018 年 2 月—2020 年 5 月在自贡市第四人民医院诊断为 AHF 患者 71 例的临床资料。根据患者的病史、查体、胸部影像学检查、B 型利钠肽(B-type natriuretic peptide, BNP)、超声心动图检查等明确诊断。以 3 月内存活且未重返重症监护室(Intensive care units, ICUs)作为预后良好组($n=34$)、3 月死亡或重返 ICUs 作为预后不良组($n=37$)。纳入标准:①所有在我院 EICU 住院的 AHF 或慢性心衰急性加重病人。②年龄 ≥ 18 岁。③诊断符合 2016 年欧洲心脏病学会、2019 年韩国心血管协会急性心衰指南制定 AHF 诊断标准及流程^[10-11]。参考 Coiro 等^[12] 研究方案制定排除标准:①肺纤维化、大量胸腔积液、严重肺气肿、胸膜炎、肺切除术或肺叶切除术手术史、肺癌、乳房假体。②妊娠。③无法行肺超声的患者。

1.2 资料收集 查询医院信息系统(Hospital information system, HIS)、实验室信息系统(Laboratory information system, LIS)、嘉禾病历系统,完善病人数据,建立数据库,变量包括年龄、性别、体温、心率、呼吸、血压、氧饱和度、意识、既往史、临床症状、生化指

标、心脏超声相关参数(左室射血分数、下腔静脉直径)、不同分区肺部超声 B 线数量、治疗措施、预后情况(3 月死亡或重返 ICUs)等。生命体征结果选取离开 EICU 时 24 h 之内最差生命体征值,心脏彩超参数及肺超声评分也是离开 EICU 时的数值。

1.3 肺部超声评分方法 ①传统 4 分区法^[13]:检测部位为胸骨旁和锁骨中线之间第三、四肋间隙和第六、七肋间隙,左右各两处;图像深度 10 cm;根据每一肋间隙切面 B 线的多少记为 0~8 分,计算四个部位的分数总和。超声评分标准:无 B 线 0 分,1 根 B 线 1 分,2 根 B 线 2 分,3 根 B 线 3 分,4 根 B 线 4 分,5 根 B 线 5 分,肋间隙 $>50\%$ 融合 B 线 6 分, $>75\%$ 肋间隙融合 B 线 7 分,肋间隙 100%融合 B 线 8 分。②改良 4 分区法^[14]:对患者两侧前胸壁、腋中线 4 分肺区进行检查,图像深度 10 cm,评分方法参考传统四分区法。③8 分区法^[9,15]:双侧胸腔分为八个区域(胸骨旁线、腋前线、腋后线),记录 B 线数量 ≥ 3 或者合并胸腔积液的区域的数量。

1.4 统计学分析 使用 R 3.6.0 软件进行统计学分析。定量数据以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)、中位数[四分位数间距]表示,分类资料以 $n(\%)$ 表示。应用“CB-Cgrps”^[16] 软件包通过独立样本 t 检验、卡方检验、Fisher 精确检验和 Wilcoxon 秩和检验比较基线资料组间差异;应用“pROC”软件包绘制受试者操作特征(ROC)曲线并比较不同分区法曲线下面积(AUC)差异;通过 Logistic 回归方程计算不同肺超声评分方法预测 3 月死亡或重返 ICUs 的比值比(Odds ratio, OR)及 P for trend 值,并将基线资料 $P < 0.05$ 的指标纳入不同的新模型对 OR 值及 P for trend 值进行校正;应用“PredictABEL”、“rms”、“nricens”、“foreign”等软件包计算净重新分类指数(Net reclassification improvement, NRI)、综合判别指数(Integrated discrimination improvement, IDI);应用“rms”、“HLtest.R”等软件包绘制校正曲线;应用“rms”、“nricens”、“foreign”、“dca.R”等软件包绘制决策曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较 纳入研究的 AHF 患者共 71 例,其中男性 35 例(49.3%),年龄 79(71.50, 84.00)岁,两组患者病因构成比、美国纽约心脏病学

会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级构成比、检验指标、心脏超声指标等变量比较无统计学差异($P>0.05$),预后良好组(3 月内存活且未重返 ICUs)收缩压、血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张

素受体阻滞剂使用比例高于预后不良组(3 月死亡或重返 ICUs)($P<0.05$),预后良好组血钾水平低于预后不良组($P<0.05$);预后良好组改良 4 分区法、8 分区法评分均低于预后不良组($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组基线资料比较 [$M(P_{25}, P_{75})$, $n(\times 10^{-2})$, ($\bar{x} \pm s$)]

Table 1 Baseline information of the two groups

参数	预后良好组($n=34$)	预后不良组($n=37$)	$Z/\chi^2/t$	P
人口学特征				
年龄(岁)	77.5(71.0, 82.0)	80.0(72.0, 86.0)	1.844	0.066
男性	16(47.1)	19(51.4)	0.015	0.901
病因				
冠心病	22(64.7)	28(75.7)	0.565	0.452
高血压性心脏病	8(23.5)	3(8.1)	2.148	0.143
心脏瓣膜病	2(5.9)	1(2.7)	—	0.604
离开 EICU 生命体征				
体温($^{\circ}\text{C}$)	36.1(36.0, 36.5)	36.3(36.2, 36.85)	0.989	0.326
脉搏(次/分)	117.12 \pm 23.54	117.27 \pm 30.06	0.024	0.981
呼吸(次/分)	26.38 \pm 7.96	24.73 \pm 7.30	0.909	0.366
收缩压(mmHg)	139.00(109.25, 182.75)	100.00(88.00, 149.00)	2.752	0.006
NYHA 心功能分级			0.268	0.605
III (%)	20(58.8)	25(67.6)		
IV (%)	14(41.2)	12(32.4)		
离开 EICU 检验指标				
血钠(mmol/L)	139.40(137.00, 141.50)	139.00(135.40, 140.10)	0.409	0.687
血钾(mmol/L)	3.75(3.42, 4.47)	4.44(4.00, 4.89)	2.435	0.015
总胆固醇(mmol/L)	3.77 \pm 0.98	3.72 \pm 1.04	0.222	0.825
低密度脂蛋白(mmol/L)	1.8(1.35, 2.14)	1.91(1.59, 2.26)	0.783	0.658
甘油三酯(mmol/L)	1.04(0.81, 1.53)	0.97(0.80, 1.45)	0.484	0.633
总胆红素($\mu\text{mol/L}$)	12.35(7.85, 20.38)	14.00(9.20, 19.50)	0.938	0.351
肌酐($\mu\text{mol/L}$)	90.35(62.30, 166.88)	79.40(52.40, 130.10)	0.990	0.327
D-二聚体(ng/mL)	3.76(1.92, 8.12)	2.55(1.77, 7.77)	0.869	0.388
肌钙蛋白(ng/mL)	0.23(0.10, 0.74)	0.23(0.07, 1.06)	0.035	0.977
脑钠肽(pg/mL)	848.24(353.30, 1 464.76)	1 056.24(487.14, 1 955.46)	1.013	0.316
离开 EICU 心脏超声指标				
射血分数(%)	51.00(38.50, 56.38)	48.00(38.15, 55.00)	0.967	0.336
下腔静脉直径(cm)	2.16 \pm 0.37	2.02 \pm 0.44	1.432	0.157
离开 EICU 肺超声指标				
传统 4 分区法	7(5, 9)	8(7, 9)	1.480	0.140
改良 4 分区法	8(6, 10)	9(9, 11)	2.616	0.009
8 分区法	2(1, 4)	4(3, 6)	3.179	0.002
治疗措施				
β 受体阻滞剂(%)	2(5.9)	0(0.0)	—	0.226
血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张素受体阻滞剂(%)	8(23.5)	2(5.4)	—	0.041
醛固酮受体拮抗剂(%)	13(38.2)	7(18.9)	2.382	0.123
地高辛/西地兰(%)	16(47.1)	19(51.4)	0.015	0.901

注:“—”表示采用 Fisher 确切概率法。

2.2 3 种肺超声评分法与复合结果(3 月死亡或重返 ICUs)的关系 在模型 1 中,改良 4 分区法(OR: 1.360, 95%CI: 1.088~1.699, $P=0.007$), 8 分区法(OR: 1.478, 95%CI: 1.138~1.920, $P=0.003$)增加了复合结果的风险。在模型 2 中,改良 4 分区法(OR: 1.316, 95%CI: 1.034~1.673, $P=0.025$), 8 分区法(OR: 1.444, 95%CI: 1.094~1.906, $P=0.009$)增加

了复合结果的风险。在模型 3 中,改良 4 分区法(OR: 1.368, 95%CI: 1.050~1.781, $P=0.020$), 8 分区法(OR: 1.515, 95%CI: 1.121~2.048, $P=0.007$)增加了复合结果的风险。见表 2。

2.3 3 种肺超声评分法区分度比较 通过 ROC 曲线分析可以发现,3 种肺超声评分法对患者 3 月死亡或重返 ICUs 均有一定的预测价值(图 1)。传统 4 分区

表 2 不同肺分区评分法与 3 月死亡或重返 ICUs 相关性分析

Table 2 Correlation analysis of different LUS methods predicting death or return to ICUs within 3 months

不同肺超声方法	3 月死亡或重返 ICUs OR 值(95%CI)		
	模型 1	模型 2	模型 3
传统 4 分区法	1.150(0.972~1.361)	1.106(0.921~1.328)	1.106(0.914~1.339)
改良 4 分区法	1.360(1.088~1.699)	1.316(1.034~1.673)	1.368(1.050~1.781)
8 分区法	1.478(1.138~1.920)	1.444(1.094~1.906)	1.515(1.121~2.048)

注:模型 1. 未调整模型;模型 2. 加入收缩压、血钾等校正的模型;模型 3. 加入收缩压、血钾及血管紧张素 II 受体拮抗剂与血管紧张素受体拮抗剂等药物校正的模型。

法肺超声评分预测 3 月死亡或重返 ICUs 的 AUC 值为 0.601,最佳截断值为 6.5;改良 4 分区法肺超声评分预测 3 月死亡或重返 ICUs 的 AUC 值为 0.679,最佳截断值为 7.5;8 分区法肺超声评分预测 3 月死亡或重返 ICUs 的 AUC 值为 0.717,最佳截断值为 2.5。不同肺超声评分法 NRI 与 IDI 值(表 3):改良 4 分区法与传统 4 分区法比较:NRI 值为 0.700($P=0.002$),IDI 值为 0.088($P=0.006$);8 分区法与传统 4 分区法比较:NRI 值为 0.719($P=0.001$),IDI 值为 0.095($P=0.008$);8 分区法与改良 4 分区法比较:NRI 值为 -0.091($P=0.702$),IDI 值为 0.008($P=0.846$)。

2.4 3 种肺超声评分法的校准度及临床实用性比较

通过绘制 3 种肺超声评分法的校正曲线(图 2),发现 3 种肺超声评分法的校准度 8 分区法最佳,改良 4 分区法次之,传统 4 分区法最差;通过绘制 3 种肺超声评分法决策曲线(图 3),发现 3 种肺超声评分法的临床

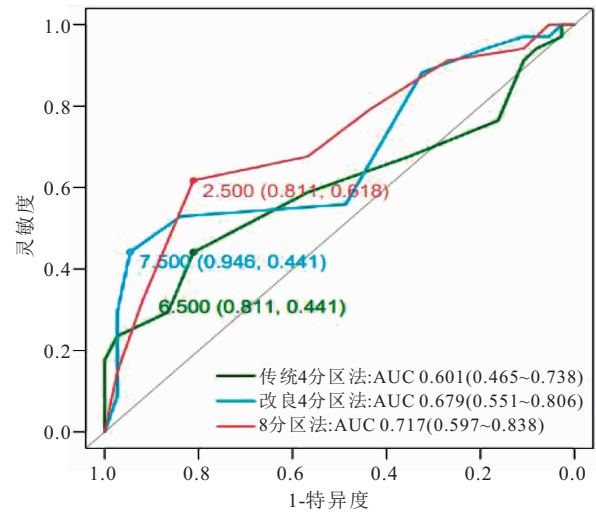


图 1 3 种肺超声评分法预测 3 月内死亡或重返 ICUs 的 ROC 曲线
Figure 1 Three LUS methods of ROC curves for death or return to ICUs within 3 months

表 3 3 种肺超声评分法之间的区分度比较

Table 3 Comparison of discrimination between three LUS methods

参数	NRI(95% CI)	P	IDI(95% CI)	P
改良 4 分区法 vs 传统 4 分区法	0.700(0.264~1.135)	0.002	0.088(0.025~0.151)	0.006
8 分区法 vs 传统 4 分区法	0.719(0.293~1.145)	0.001	0.095(0.025~0.165)	0.008
8 分区法 vs 改良 4 分区法	-0.091(-0.555~0.373)	0.702	0.008(-0.069~0.084)	0.846

实用性改良 4 分区法与 8 分区法较佳,而传统 4 分区法较差。

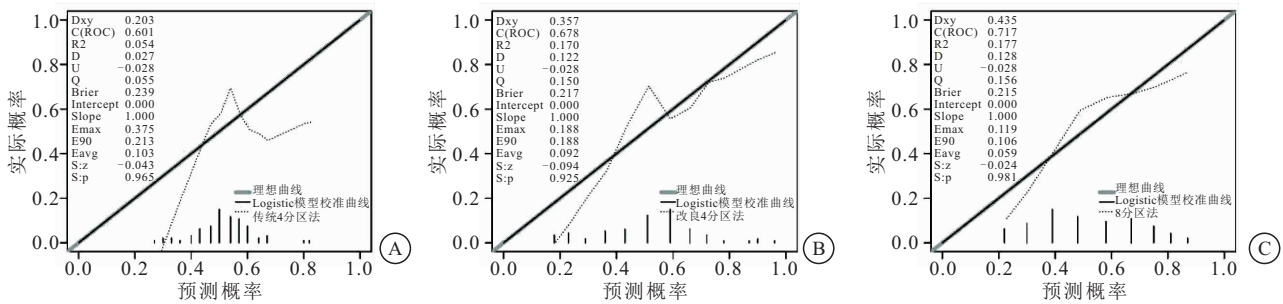


图 2 3 种肺超声评分法预测 3 月内死亡或重返 ICUs 校正曲线
Figure 2 Three LUS methods of correction curves for death or return to ICUs within 3 months

注:A. 传统 4 分区法;B. 改良 4 分区法;C. 8 分区法。

3 讨论

长期以来,因心力衰竭在急诊科就诊及住院的情况频繁发生,据估计全球每年用于治疗心衰的相关费用超过千亿美元,其中病情特别危重患者需要收入重症医学科治疗^[17]。床旁肺部超声作为一项有效、无创、即时、重复性好的急诊床旁检查手段,目前已广泛应用于急诊、ICU 的日常工作中^[18-19];肺部超声评分系统已经广泛应用于评价血管外肺水、肺淤血程度,

并进一步辅助心衰诊断以及评价预后^[14,20]。本研究发现,预测 3 月死亡或重返 ICUs 的 AUC 值 8 分区法最高,改良 4 分区法次之,传统 4 分区法最低,8 分区法与改良 4 分区法比较 NRI 与 IDI 无统计学差异,而改良 4 分区法 NRI 与 IDI 优于传统 4 分区法;3 种肺超声评分法的校准度 8 分区法最佳,改良 4 分区法次之,4 分区法最差;临床实用性改良 4 分区法与 8 分区法较佳,而传统 4 分区法较差。

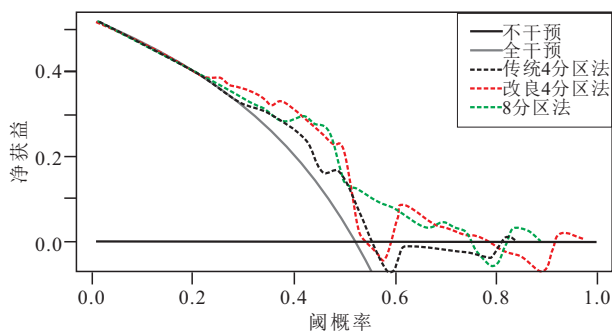


图3 3种肺超声评分法预测3月内死亡或重返ICUs决策曲线

Figure 3 Three LUS methods of decision curves for death or return to ICUs within 3 months

对于 EICU 重症心衰患者, 通常需要选择操作相对简单易行、耗时短的肺超声评分方法, 以指导心衰的病情评估与治疗。肺超声评分方法包括 4~28 分区等多种方法, 8 分区与 28 分区法均为指南推荐的方法, 而 8 分区与 28 分区比较检查时间、阅读图像时间短且准确性无明显降低^[15], 故 8 分区法临床实用性优于 28 分区法; 同时已经有较多文献证明 8 分区法能很好的评估 AHF 患者预后价值^[21-22], 故本研究选择以 8 分区法作为参考标准。本研究发现改良 4 分区法与 8 分区法比较区分度、校准度与临床实用性等研究结果相似。分析原因可能为, 本研究选择病情复杂、合并症多、肺部超声影像学多呈非均一性改变的 EICU 病人作为研究对象, 虽然改良 4 分区法选择的区域较少, 但是与 8 分区法检查部位类似, 均选择前胸与腋下区域, 没有完全忽视除前胸以外的其他区域。因此, 本研究证实改良 4 分区法与 8 分区法对 AHF 预后的预测价值相似, 鉴于改良 4 分区法检查部位更少, 推断改良 4 分区法可能替代 8 分区法成为 ICUs 更加实用的肺超声检查方法。

Platz 等^[14]研究发现在对心衰患者出院 72 h 内通过改良 4 分区法获得的 B 线数量与 6 月内因心衰再住院或全因死亡的复合结局呈正相关, 本研究结果类似。此外, 本研究结果表明改良 4 分区法预测预后的区分度、校准度与临床实用性等研究结果优于传统 4 分区法, 其主要原因可能是因为传统 4 分区法检查部位局限于前胸, 而病情复杂的 EICU 患者肺部超声改变复杂, 忽视对重症患者腋下超声的检查严重影响检查结果。

NRI 是对于金标准阳性和阴性预测比例净增加值之和, 不直接受基线模型的优劣性影响及校正值影响; IDI 对金标准阳性和阴性事件的预测区分度进行定量, 测量方法直观有意义^[23]。本研究综合使用 AUC、NRI 以及 IDI 这 3 项指标评估 3 种评分系统的

区分度, 而不仅仅使用 ROC 的 AUC 对预测价值进行评价, 故预后的评价维度更加全面、结果更加可信。预测模型的校准度反映的是模型预测风险与实际发生风险的一致程度; 临床决策曲线是在无法避免假阳性和假阴性的情况下, 采用的一种评价最大净受益的办法^[24]。本研究通过对预测模型进行校准曲线与决策曲线的绘制, 发现 8 分区法的校准度及临床实用性最好, 改良 4 分区法与 8 分区法相似均较传统 4 分区法好, 更好的证实其预测价值。本研究的不足在于该研究为单中心、观察性研究, 研究对象均为本地的汉族人群, 缺乏国际化、多中心研究资料; 而且针对不同评分的预测效能进行研究, 但未对不同分区法的检查结果重复性以及阅读图像时间等变量进行比较。未来将通过多中心、大样本、更深层次、更合理的研究进一步证实该研究结果, 更好地指导临床工作, 服务患者。

4 结论

改良 4 分区法预测 EICU 的 AHF 患者 3 月全因死亡率或重返 ICUs 的临床效能与 8 分区法相近, 优于传统 4 分区法, 将成为重症监护病房更为简单、实用的肺超声检查方法。

【参考文献】

- [1] SINNENBERG L, GIVERTZ M M. Acute heart failure[J]. Trends Cardiovasc Med, 2020, 30(2): 104-112.
- [2] MCDONAGH T A, METRA M, ADAMO M, *et al.* 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure[J]. Eur Heart J, 2021, 42(36): 3599-3726.
- [3] ADAMS K F, FONAROW G C, EMERMAN C L, *et al.* Characteristics and outcomes of patients hospitalized for heart failure in the United States: rationale, design, and preliminary observations from the first 100,000 cases in the acute decompensated heart failure national registry (ADHERE)[J]. Am Heart J, 2005, 149(2): 209-216.
- [4] KRUMHOLZ H M, MERRILL A R, SCHONE E M, *et al.* Patterns of hospital performance in acute myocardial infarction and heart failure 30-day mortality and readmission[J]. Circ Cardiovasc Qual Outcomes, 2009, 2(5): 407-413.
- [5] PLATZ E, JHUND P S, GIRERD N, *et al.* Expert consensus document: Reporting checklist for quantification of pulmonary congestion by lung ultrasound in heart failure[J]. Eur J Heart Fail, 2019, 21(7): 844-851.
- [6] CHARALAMPOPOULOS A, LEWIS R, HICKEY P, *et al.* Pathophysiology and diagnosis of pulmonary hypertension due to left heart disease[J]. Front Med, 2018, 5: 174.
- [7] FARMAKIS I T, DEMEROUTI E, KARYOFYLLIS P, *et al.* Echocardiography in Pulmonary Arterial Hypertension: Is It Time to Reconsider Its Prognostic Utility? [J]. J Clin Med, 2021, 10(13): 2826.

- [8] YANG F F, WANG Q S, ZHANG L W, *et al.* Prognostic value of pulmonary oedema assessed by lung ultrasound in patient with acute heart failure[J]. *Heart Vessels*, 2021, 36(4): 518-527.
- [9] VOLPICELLI G, ELBARBARY M, BLAIVAS M, *et al.* International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38(4): 577-591.
- [10] LEE J H, KIM M S, KIM E J, *et al.* KSHF guidelines for the management of acute heart failure: part I. definition, epidemiology and diagnosis of acute heart failure[J]. *Korean Circ J*, 2019, 49(1): 1-21.
- [11] PONIKOWSKI P, VOORS A A, ANKER S D, *et al.* 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European society of cardiology (ESC) developed with the special contribution of the heart failure association (HFA) of the ESC[J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(27): 2129-2200.
- [12] COIRO S, POROT G, ROSSIGNOL P, *et al.* Prognostic value of pulmonary congestion assessed by lung ultrasound imaging during heart failure hospitalisation: a two-centre cohort study [J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 39426.
- [13] ENGHARD P, RADEMACHER S, NEE J, *et al.* Simplified lung ultrasound protocol shows excellent prediction of extravascular lung water in ventilated intensive care patients[J]. *Crit Care*, 2015, 19(1): 36.
- [14] PLATZ E, CAMPBELL R T, CLAGGETT B, *et al.* Lung ultrasound in acute heart failure: prevalence of pulmonary congestion and short- and long-term outcomes[J]. *JACC Heart Fail*, 2019, 7(10): 849-858.
- [15] LEIDI A, SORET G, MANN T, *et al.* Eight versus 28-point lung ultrasonography in moderate acute heart failure: a prospective comparative study[J]. *Intern Emerg Med*, 2022, 17(5): 1375-1383.
- [16] ZHANG Z H, GAYLE A A, WANG J, *et al.* Comparing baseline characteristics between groups: an introduction to the CB-Cgrps package[J]. *Ann Transl Med*, 2017, 5(24): 484.
- [17] MCMURRAY J J, ADAMOPOULOS S, ANKER S D, *et al.* ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: the task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012 of the European society of cardiology. developed in collaboration with the heart failure association (HFA) of the ESC[J]. *Eur Heart J*, 2012, 33(14): 1787-1847.
- [18] 何罗宜,刘晶晶,古立新. 肺部超声 B 线数目及 PCT 等级与肺部感染危重症患者氧合状态的相关性[J]. *西部医学*, 2021, 33(4): 601-604, 610.
- [19] 沈军华,胡瑞华,梁旭义. 急诊床旁肺部超声联合经鼻高流量氧疗在急性呼吸困难合并低氧血症患者中的治疗效果[J]. *世界复合医学*, 2024, 10(9): 183-186.
- [20] RIVAS-LASARTE M, ÁLVAREZ-GARCÍA J, FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ J, *et al.* Lung ultrasound-guided treatment in ambulatory patients with heart failure: a randomized controlled clinical trial (LUS-HF study)[J]. *Eur J Heart Fail*, 2019, 21(12): 1605-1613.
- [21] GLÖCKNER E, WENING F, CHRIST M, *et al.* Lung ultrasound eight-point method in diagnosing acute heart failure in emergency patients with acute dyspnea: diagnostic accuracy and 72 h monitoring[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2020, 56(8): 379.
- [22] KRAWCZYK P, JASTRZĘBSKA A, SAŁAPA K, *et al.* Abnormal lung ultrasound pattern during labor: a prospective cohort pilot study[J]. *J Clin Ultrasound*, 2019, 47(5): 261-266.
- [23] PENCINA M J, D'AGOSTINO R B, VASAN R S. Statistical methods for assessment of added usefulness of new biomarkers [J]. *Clin Chem Lab Med*, 2010, 48(12): 1703-1711.
- [24] GRANT S W, COLLINS G S, NASHEF S A M. Statistical Primer: developing and validating a risk prediction model[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 54(2): 203-208.

(收稿日期:2023-12-04;修回日期:2024-11-29;编辑:刘灵敏)