

肝硬化并发急性肾损伤预测模型的建立

马娜娜 朱明浩

哈尔滨医科大学附属第一医院重症医学科,黑龙江哈尔滨 150000

摘要 目的:初步建立可预测肝硬化患者并发急性肾损伤(AKI)的模型并评价其性能。方法:回顾性纳入 278 例住院治疗的肝硬化患者,分为并发 AKI 组 72 例和无 AKI 组 206 例。采用单因素及多因素 logistic 回归分析肝硬化患者发生 AKI 的独立危险因素,并建立预测模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线对预测模型的区分度进行评价。结果:与无 AKI 组比较,AKI 组年龄 > 70 岁、糖尿病、肝性脑病、上消化道出血、Child-Pugh C 级比例、终末期肝病模型(MELD)评分、白蛋白-胆红素(ALBI)评分、乳酸、降钙素原(PCT)、中心静脉压(CVP)水平更高,血小板、白蛋白水平更低(P 均 < 0.05)。多因素 logistic 回归分析显示,年龄、MELD 评分、肝性脑病、PCT、CVP 是肝硬化患者发生 AKI 的独立危险因素(OR 分别为 1.368、1.749、1.645、1.442、1.553)。肝硬化患者发生 AKI 的风险指数 $C_{-index} = -1.627 + 0.313 \times (\text{年龄}) + 0.559 \times (\text{MELD 评分}) + 0.498 \times (\text{肝性脑病}) + 0.366 \times (\text{PCT}) + 0.440 \times (\text{CVP})$ 。ROC 曲线显示, C_{-index} 预测肝硬化患者住院期间发生 AKI 的曲线下面积(AUC)为 0.896(95% CI : 0.855 ~ 0.936),准确率为 85.25%,灵敏度为 81.94%,特异性为 86.41%。结论:年龄、MELD 评分、肝性脑病、PCT、CVP 为肝硬化并发 AKI 的独立危险因素,据此建立的模型可用于预测 AKI 发生风险。

关键词 肝硬化;急性肾损伤;预测模型;终末期肝病模型评分

中图分类号 R575.2 文献标识码 A DOI 10.11768/nkjwzzzz20250407

Establishment and validation of a model for predicting concurrent acute kidney injury in patients with liver cirrhosis

MA Na-na, ZHU Ming-hao. Department of Critical Care Medicine, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin Heilongjiang 150000, China

Corresponding author: Zhu Minghao, E-mail: 369469839@qq.com

Abstract Objective: To establish a model that can predict the complication of acute kidney injury (AKI) in patients with liver cirrhosis and evaluate its performance. Methods: A total of 278 patients with liver cirrhosis were retrospectively included, and were divided into an AKI group [72 cases (25.90%)] and a non-AKI group [206 cases (74.10%)] according to whether they suffered from AKI during hospitalization. Independent risk factors for the occurrence of AKI during hospitalization in cirrhotic patients were analyzed using unifactorial and multifactorial logistic regression, and a prediction model was established. The discrimination of the prediction model was evaluated using ROC curves, and the results were expressed as AUC, accuracy, sensitivity and specificity. Results: Compared with the non-AKI group, the number of patients with age > 70 years, diabetes and hepatic encephalopathy, proportion of upper gastrointestinal bleeding and Child-Pugh class C, MELD score, ALBI score, lactate, procalcitonin (PCT), and central venous pressure (CVP) significantly increased, and platelets and albumin significantly decreased in the AKI group ($P < 0.05$). Multifactorial logistic regression analysis showed that age ($OR = 1.368$), MELD score ($OR = 1.749$), hepatic encephalopathy ($OR = 1.645$), PCT ($OR = 1.442$), and CVP ($OR = 1.553$) were the independent risk factors for the occurrence of AKI during hospitalization in cirrhotic patients. The risk index $C_{-index} = -1.627 + 0.313 \times (\text{age}) + 0.559 \times (\text{MELD score}) + 0.498 \times (\text{hepatic encephalopathy}) + 0.366 \times (\text{PCT}) + 0.440 \times (\text{CVP})$ for the occurrence of AKI during hospitalization in cirrhotic patients. The ROC curve showed that the C_{-index} predicted AKI during hospitalization in cirrhotic patients with an AUC of 0.896 (95% CI : 0.855-0.936) with an accuracy of 85.25%, sensitivity of 81.94% and specificity of 86.41%. Conclusion: Age, MELD score, hepatic encephalopathy, PCT, and CVP are independent risk factors for AKI complication in liver cirrhosis, and the model established accordingly can predict the risk of AKI occurrence, and then assist in the development of clinical treatment strategies.

Key words Cirrhosis; Acute kidney injury; Prediction model; MELD score

肝硬化是以进行性肝细胞坏死和肝组织弥漫性纤维化为主要特征的肝脏疾病,病情早期肝功能尚可代偿,随着病情逐步进展,可导致多种全身性疾病,如黄疸、凝血功能异常、肝性脑病、肾功能降低、免疫异常、血流动力学紊乱等^[1,2]。急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)是肝硬化尤其失代偿肝硬化患者最常见的肝外合并症之一,其病情隐匿,增加死亡风险^[3,4]。目前临床主要通过监测血肌酐变化诊断 AKI,但血肌酐特异性差,无法准确反映肾功能^[5-8]。本研究建立肝硬化并发 AKI 的预测模型,并对其预测性能进行评价。

资料与方法

1. 研究对象:回顾性纳入 2021 年 1 月-2023 年 12 月哈尔滨医科大学附属第一医院住院治疗的 278 例 60 岁以上的肝硬化患者,肝硬化的诊断参照肝硬化诊治指南^[9]。排除标准:①合并肝癌等其他肝脏疾病;②既往存在肾脏疾病史;③急性期死亡患者(入院 24 h 内死亡);④其他原因引起的 AKI,如造影剂引起的肾病;⑤合并血液系统疾病;⑥合并心血管疾病。本研究经医院伦理委员会审核通过(S24-K39)。
2. 资料收集:通过电子病历收集所有患者的一般资料、病情严重评分、肝硬化合并症、实验室检查等。其中一般资料包括性别、年龄、基础疾病、肝硬化病因等。病情严重评分主要为终末期肝病模型(model for end-stage liver disease, MELD)和白蛋白-胆红素(albumin-bilirubin, ALBI)评分,其中 MELD 评分 = 3.78 × Ln[总胆红素(mg/dL)] + 11.2 × Ln(国际标准比值) + 9.57 × Ln[血肌酐(mg/dL)]

+ 6.43 × (胆汁性或酒精性 = 0, 其他 = 1)^[10]; ALBI 评分 = 0.66 × lg10[总胆红素(μmol/L)] - 0.085 × [白蛋白(g/L)]^[11]。肝硬化合并症主要包括肝性脑病、肝衰竭、上消化道出血、腹水等。实验室检查主要包括白细胞、血小板、白蛋白、肝功能、凝血功能、乳酸、降钙素原(PCT)、C 反应蛋白(CRP)、中心静脉压(central venous pressure, CVP)。

3. 研究分组与标准:根据住院期间是否发生 AKI,将 278 例肝硬化患者分为并发 AKI 组 72 例(25.9%)和无 AKI 组 206 例(74.1%)。AKI 诊断标准^[12]:48 h 内肌酐升高 ≥ 26.5 μmol/L 或 7 d 内升高至基线的 1.5 倍,或少尿[≤ 0.5 mL/(kg · h)] ≥ 6 h。

4. 统计学分析:采用 R 4.3 统计学软件。连续变量采用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验;分类资料采用例数(百分数)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归法进行肝硬化并发 AKI 的危险因素分析,并基于筛选的危险因素建立预测模型。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线对预测模型的区分度进行评价。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 临床资料:与无 AKI 组比较,AKI 组年龄 > 70 岁、糖尿病、肝性脑病、上消化道出血、Child-Pugh C 级比例、MELD 评分、ALBI 评分、乳酸、PCT、CVP 水平更高,血小板、白蛋白水平更低(*P* 均 < 0.05),见表 1。2 组性别、肝硬化病因等比较,差异无统计学意义(*P* 均 > 0.05,扫描文前二维码查看全文及详细数据资料)。

表 1 2 组临床资料比较

指标	AKI 组(<i>n</i> = 72)	非 AKI 组(<i>n</i> = 206)	<i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
> 70 岁[例(%)]	45(62.50)	83(40.29)	10.592	0.001
糖尿病[例(%)]	25(34.72)	41(19.90)	6.472	0.011
Child-PughC 级[例(%)]	33(45.83)	52(25.24)	15.904	0.000
MELD 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	32.18 ± 3.62	28.95 ± 4.30	5.705	0.000
ALBI 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	-1.15 ± 0.38	-1.37 ± 0.41	3.992	0.001
肝性脑病[例(%)]	35(48.61)	59(28.64)	9.508	0.002
上消化道出血[例(%)]	31(43.06)	55(26.70)	6.681	0.010
血小板计数(×10 ⁹ /L, $\bar{x} \pm s$)	53.78 ± 10.81	57.35 ± 12.72	2.127	0.034
白蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$)	28.76 ± 5.34	31.21 ± 7.12	2.668	0.008
乳酸(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	8.68 ± 1.96	6.95 ± 1.78	6.913	0.001
PCT(ng/L, $\bar{x} \pm s$)	4.13 ± 1.06	3.82 ± 0.97	2.278	0.023
CVP(mm Hg, $\bar{x} \pm s$)	10.45 ± 3.13	9.21 ± 2.17	3.682	0.000

2. 多因素分析:以单因素分析中 $P < 0.05$ 的指标为自变量,住院期间是否发生 AKI 为因变量(扫描文前二维码查看全文及变量赋值)。采用 ROC 曲线获取连续变量预测 AKI 的最佳临界值。多因素 logistic 回归分析显示,年龄、MELD 评分、肝性脑病、PCT、CVP 是肝硬化患者发生 AKI 的独立危险因素 (P 均 < 0.05),见表 2。

3. 预测模型:假设肝硬化发生 AKI 的风险指数为 C_{-index} , $C_{-index} = -1.627 + 0.313 \times \text{年龄} + 0.559 \times \text{MELD 评分} + 0.498 \times \text{肝性脑病} + 0.366 \times \text{PCT} + 0.440 \times \text{CVP}$ (扫描文前二维码查看全文及变量赋值)。ROC 曲线显示, C_{-index} 预测肝硬化患者发生 AKI 的曲线下面积 (area under curve, AUC) 为 0.896 (95% CI :0.855 ~ 0.936),准确率为 85.25%,灵敏度为 81.94%,特异性为 86.41%,最佳截断值为 0.439(扫描文前二维码查看全文及 ROC 曲线)。

讨 论

AKI 已被证实是肝硬化死亡的独立危险因素^[5]。回顾性队列研究显示,合并 AKI 的肝硬化患者死亡风险增加 4.3 倍,且 AKI 分期增加与死亡风险具有线性相关^[6]。文献报道 12% ~ 53.36% 的肝硬化患者合并 AKI^[13~16]。本研究中 278 例患者住院期间 AKI 发生率为 25.9%,提示肝硬化患者仍面临较高的 AKI 风险。

本研究显示,年龄、MELD 评分、肝性脑病、PCT、CVP 是肝硬化患者住院期间发生 AKI 的独立危险因素。随着年龄增加肝脏和肾脏储备功能、应激调节功能均逐渐降低,且高龄人群多数合并 AKI 的诱发因素,如高血压、糖尿病。前瞻性队列研究显示,肝硬化合并 AKI 组年龄较无 AKI 组更高,且校正混杂因素后多因素分析仍发现高龄是肝硬化继发 AKI 的独立危险因素^[17]。MELD 评分可反映肝功能变化程度,适用于肝硬化患者。研究显示,MELD 评估

可使肝移植人群 AKI 发生风险降低 50%^[18]。Romano 等^[19]发现,MELD 评分是 AKI 的独立危险因素。随着肝功能下降,肝性脑病的发生,进一步损伤中枢系统,引发 AKI^[20,21]。何川等^[22]发现,出现肝性脑病的肝硬化患者发生 AKI 的风险是无肝性脑病组的 2.77 倍(95% CI :1.050 ~ 7.283)。炎症反应与 AKI 发生风险密切相关,血流重分布所致的肾血流减少可引起肾脏缺血缺氧,引起肾脏炎症损伤^[23]。AKI 时 PCT 排泄减少,血液中 PCT 含量增多,增多的 PCT 又可加重 AKI^[24]。在包括肝硬化患者在内的多种人群中,PCT 均显示出对 AKI 具有良好的预测能力^[25]。一项纳入 119 项研究共 4 852 例患者的 Meta 分析显示,PCT 预测 AKI 的 ROC 曲线 AUC 为 0.82 (95% CI :0.79 ~ 0.85),灵敏度和特异性分别为 0.76(95% CI :0.64 ~ 0.85)和 0.75 (95% CI :0.61 ~ 0.86)^[26]。CVP 升高提示右心功能不全,也可反映肾功能状况。Gao 等^[27]研究纳入了 81 例非心脏手术患者,发现术后 6 h CVP < 7.5 mmHg 对 AKI 具有预测价值, AUC 为 0.669,灵敏度为 41.2%,特异性为 94.4%。基于 MIMIC-III 数据库的大样本观察性报道表明,校正人口统计学信息、治疗措施及合并症后,CVP 与 2 d、7 d 内 AKI 发生率呈正相关,提示监测 CVP 变化有助于重症患者 AKI 的预测与识别^[28]。

建立具有普适性的预测模型,有助于早期识别 AKI 高风险的肝硬化患者和制定临床治疗决策。潮燕等^[29]建立了肝硬化继发 AKI 的 Nomogram 模型,经验证 C_{-index} 为 0.884,但该研究样本量较小。鉴于肝硬化和 AKI 均以老年人最为常见,本研究针对老年人群建立了肝硬化相关 AKI 的预测模型,经验证 AUC 为 0.896 (95% CI :0.855 ~ 0.936),准确率为 85.25%,灵敏度为 81.94%,该模型较郭雪云等^[30]针对普通失代偿期肝硬化患者的模型效能偏高 (AUC 为 0.702),提示本模型具有较高的临床预测

表 2 多因素 logistic 回归分析结果

变量	β 值	SE 值	Wald 值	$OR(95\% CI)$	P 值
常量	-1.627	0.438	13.771	-	0.000
年龄	0.313	0.146	4.588	1.368(1.027 ~ 1.821)	0.032
MELD 评分	0.559	0.171	10.362	1.749(1.250 ~ 2.447)	0.001
肝性脑病	0.498	0.165	9.112	1.645(1.191 ~ 2.274)	0.003
PCT	0.366	0.146	6.266	1.442(1.083 ~ 1.920)	0.012
CVP	0.440	0.162	7.410	1.553(1.131 ~ 2.136)	0.007

价值。

本研究为回顾性研究,纳入的指标受限;所建模型尚未进行外部验证,结果外推需谨慎。

参 考 文 献

1 Wilson R,Williams DM. Cirrhosis[J]. Med Clin North Am,2022,106(3):437-446.

2 Albillos A,Martin-Mateos R, Van der Merwe S, et al. Cirrhosis-associated immune dysfunction[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol,2022,19(2):112-134.

3 Nadim MK, Garcia-Tsao G. Acute kidney injury in patients with cirrhosis[J]. N Engl J Med,2023,388(8):733-745.

4 Gupta K,Bhurwal A, Law C, et al. Acute kidney injury and hepatorenal syndrome in cirrhosis[J]. World J Gastroenterol,2021,27(26):3984-4003.

5 马丽巧,侯继华,袁欣,等. 血胱抑素 C、尿中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白水平对危重症患者急性肾损伤有预测作用[J]. 内科急危重症杂志,2024,30(4):352-354.

6 Umemura T,Joshita S,Shibata S, et al. Renal impairment is associated with increased risk of mortality in patients with cirrhosis: A retrospective cohort study[J]. Medicine (Baltimore),2019,98(6):e14475.

7 Wen Y,Parikh CR. Current concepts and advances in biomarkers of acute kidney injury[J]. Crit Rev Clin Lab Sci,2021,58(5):354-368.

8 Yoon SY, Kim JS, Jeong KH, et al. Acute kidney injury: biomarker-guided diagnosis and management[J]. Medicina (Kaunas),2022,58(3):340.

9 中华医学会肝病学分会. 肝硬化诊治指南[J]. 中华肝脏病杂志,2019,27(11):846-865.

10 Kim WR,Mannalithara A,Heimbach JK, et al. MELD 3.0: the model for end-stage liver disease updated for the modern era[J]. Gastroenterology,2021,161(6):1887-1895. e4.

11 Deng M,Ng SWY,Cheung ST, et al. Clinical application of albumin-bilirubin (ALBI) score: the current status[J]. Surgeon,2020,18(3):178-186.

12 Kellum JA,Lameire N,KDIGO AKI Guideline Work Group. Diagnosis evaluation and management of acute kidney injury: a KDIGO summary (Part 1)[J]. Crit Care,2013,17(1):204.

13 Tonon M,Rosi S,Gambino CG, et al. Natural history of acute kidney disease in patients with cirrhosis[J]. J Hepatol,2021,74(3):578-583.

14 Duah A,Duah F,Ampofo-Boobi D, et al. Acute kidney injury in patients with liver cirrhosis: prevalence predictors and in-hospital mortality at a district hospital in ghana[J]. Biomed Res Int,2022,2022:4589767.

15 Wong F,O'Leary JG,Reddy KR, et al. Acute kidney injury in cirrhosis: baseline serum creatinine predicts patient outcomes[J]. Am J Gastroenterol,2017,112(7):1103-1110.

16 Ding X,Xie H,Yang F, et al. Risk factors of acute renal injury and in-hospital mortality in adult patients with postcardiotomy cardiogenic shock requiring veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation: utility of MELD-XI score[J]. Perfusion,2022,37(5):505-514.

17 尹伟,李成忠. 肝硬化急性肾损伤发病风险和治疗应答影响因素的前瞻性研究[J]. 肝脏,2020,25(8):791-796.

18 Lins PRG,Narciso RC,Ferraz LR, et al. Modelling kidney outcomes based on MELD eras - impact of MELD score in renal endpoints after liver transplantation[J]. BMC Nephrol,2022,23(1):294.

19 Romano TG,Schmidtbauer I,Silva FM, et al. Role of MELD score and serum creatinine as prognostic tools for the development of acute kidney injury after liver transplantation[J]. PLoS One,2013,8(5):e64089.

20 Bernardi M,Moreau R,Angeli P, et al. Mechanisms of decompensation and organ failure in cirrhosis: From peripheral arterial vasodilation to systemic inflammation hypothesis [J]. J Hepatol,2015,63(5):1272-1284.

21 Rose CF,Amodio P,Bajaj JS, et al. Hepatic encephalopathy: novel insights into classification pathophysiology and therapy[J]. J Hepatol,2020,73(6):1526-1547.

22 何川,孙长峰,王航,等. 失代偿肝硬化患者并发急性肾损伤的危险因素及预测价值评估[J]. 四川医学,2022,43(6):543-549.

23 张妍,荣阳. 急性肾损伤患者入院时 C 反应蛋白及白蛋白比值与连续性肾脏替代治疗 90 d 死亡相关[J]. 内科急危重症杂志,2024,30(3):261-263.

24 王春旭,王林,王洪岩. 终末期肝病模型评分联合降钙素原在乙型肝炎病毒相关慢加急性肝衰竭发生急性肾损伤的预测作用[J]. 国际老年医学杂志,2024,45(1):76-81.

25 Kan WC,Huang YT,Wu VC, et al. Predictive ability of procalcitonin for acute kidney injury: a narrative review focusing on the interference of infection[J]. Int J Mol Sci,2021,22(13):6903.

26 Feng Y,He H,Jia C, et al. Meta-analysis of procalcitonin as a predictor for acute kidney injury [J]. Medicine (Baltimore),2021,100(10):e24999.

27 Gao Z,Li R,Li Q, et al. Central venous pressure combined with renal venous impedance index in predicting the acute kidney injury after thoracic and abdominal (non-cardiac) surgery [J]. Asian J Surg,2024,47(1):477-485.

28 Sun R,Guo Q,Wang J, et al. Central venous pressure and acute kidney injury in critically ill patients with multiple comorbidities: a large retrospective cohort study[J]. BMC Nephrol,2022,23(1):83.

29 潮燕,陈聪. 基于 Nomogram 建立肝硬化并发急性肾损伤的风险评估模型[J]. 中南医学科学杂志,2023,51(5):771-774.

30 郭雪云,钟璇,章婷婷,等. 失代偿期肝硬化合并急性肾损伤患者入院后 30 天内死亡的危险因素及列线图预测模型构建[J]. 临床肝胆病杂志,2024,40(11):2221-2228.

(2024-04-18 收稿 2025-05-26 修回)

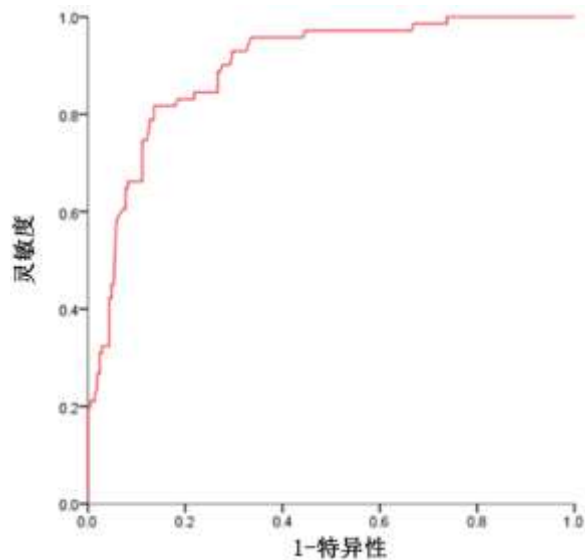
附表 1 2 组临床资料比较(结果 1 相关数据)

指标	AKI 组 (n=72)	非 AKI 组 (n=206)	t/χ^2 值	P 值
>70 岁[例 (%)]	45 (62.50)	83 (40.29)	10.592	0.001
男性[例 (%)]	61 (84.72)	158 (76.70)	2.054	0.152
高血压[例 (%)]	41 (56.94)	130 (63.11)	0.856	0.355
糖尿病[例 (%)]	25 (34.72)	41 (19.90)	6.472	0.011
病因[例 (%)]			0.939	0.816
病毒性肝炎	37 (51.39)	116 (56.31)		
酒精性肝硬化	21 (29.17)	51 (24.76)		
非酒精性脂肪性肝硬化	6 (8.33)	20 (9.71)		
其他	8 (11.11)	19 (9.22)		
Child-PughC 级[例 (%)]	33 (45.83)	52 (25.24)	15.904	0.000
MELD 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	32.18 $\pm$ 3.62	28.95 $\pm$ 4.30	5.705	0.000
ALBI 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	-1.15 $\pm$ 0.38	-1.37 $\pm$ 0.41	3.992	0.001
肝性脑病[例 (%)]	35 (48.61)	59 (28.64)	9.508	0.002
肝衰竭[例 (%)]	43 (59.72)	104 (50.49)	1.827	0.177
上消化道出血[例 (%)]	31 (43.06)	55 (26.70)	6.681	0.010
腹水[例 (%)]	68 (94.44)	185 (89.81)	1.403	0.263
腹膜炎[例 (%)]	15 (20.83)	37 (17.96)	0.289	0.591
白细胞 ($\times 10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	8.13 $\pm$ 1.27	7.82 $\pm$ 1.49	1.576	0.116
血小板 ($\times 10^9/L$, $\bar{x} \pm s$)	53.78 $\pm$ 10.81	57.35 $\pm$ 12.72	2.127	0.034
白蛋白 (g/L, $\bar{x} \pm s$)	28.76 $\pm$ 5.34	31.21 $\pm$ 7.12	2.668	0.008
ALT (U/L, $\bar{x} \pm s$)	118.50 $\pm$ 23.77	114.62 $\pm$ 22.87	1.227	0.221
AST (U/L, $\bar{x} \pm s$)	115.38 $\pm$ 19.62	117.09 $\pm$ 21.43	0.595	0.552
凝血酶原时间 (s, $\bar{x} \pm s$)	16.27 $\pm$ 3.55	15.49 $\pm$ 3.82	1.518	0.130
乳酸 (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	8.68 $\pm$ 1.96	6.95 $\pm$ 1.78	6.913	0.001
CRP (mg/L, $\bar{x} \pm s$)	26.12 $\pm$ 4.18	24.93 $\pm$ 5.81	1.600	0.111
PCT (ng/L, $\bar{x} \pm s$)	4.13 $\pm$ 1.06	3.82 $\pm$ 0.97	2.278	0.023
CVP (mm Hg, $\bar{x} \pm s$)	10.45 $\pm$ 3.13	9.21 $\pm$ 2.17	3.682	0.000

注：ALT 为丙氨酸转氨酶，AST 为天门冬氨酸转氨酶

附表 2 多因素分析变量赋值说明(结果 2、3 赋值说明)

变量	赋值说明
因变量	
Y	住院期间未发生 AKI=0，发生 AKI=1
自变量	
X1(年龄)	≤ 70 岁=0， > 70 岁=1
X2(糖尿病)	否=0，是=1
X3(Child-pugh 分级)	设置哑变量
X4(MELD)	≤ 30 分=0， > 30 分=1
X5(ALBI)	≤ 1.26 分=0， > 1.26 分=1
X6(肝性脑病)	否=0，是=1
X7(上消化道出血)	否=0，是=1
X8(血小板)	$\leq 55 \times 10^9/L$ =0， $> 55 \times 10^9/L$ =1
X9(白蛋白)	≤ 30 g/L=0， > 30 g/L=1
X10(乳酸)	≤ 8 mmol/L=0， > 8 mmol/L=1
X11(PCT)	≤ 4 ng/L=0， > 4 ng/L=1
X12(CVP)	≤ 10 mmHg=0， > 10 mmHg=1



附图 1 模型预测肝硬化相关 AKI 的 ROC 曲线