

# 肾脏超声造影定量参数预测脓毒症患者器官功能障碍的临床价值

余 芬 刘 娜 江贵军 钟振通 詹丽英 周 青

**摘 要** **目的** 探讨肾脏超声造影定量参数预测脓毒症患者器官功能障碍的临床价值。**方法** 连续纳入我院重症医学科收治的 51 例脓毒症患者(脓毒症组),另选同期 17 例行肾脏超声造影检查且无肾脏疾病的健康体检者(对照组)。比较两组肾脏超声造影定量参数包括达峰时间(TTP)、峰值强度(PI)、曲线下面积(AUC),以及临床资料的差异。根据序贯器官衰竭(SOFA)评分对脓毒症患者进行分组,定义入 ICU 0~24 h SOFA>6 分为器官功能严重衰竭,将患者分为严重组与非严重组;定义入 ICU 24~48 h SOFA 评分增加( $\Delta$ SOFA 评分 $\geq 1$ )为器官功能恶化,将患者分为恶化组与未恶化组;同时根据入 ICU 后的存活情况分为死亡组与存活组。比较各亚组间 TTP、AUC、PI 的差异。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各指标预测脓毒症患者器官功能严重衰竭的诊断效能。**结果** 脓毒症组与对照组血乳酸(Lac)、氧合指数、SOFA 评分、使用血管活性药物、估算肾小球滤过率、尿素氮,以及 TTP、AUC、PI 比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。脓毒症患者中,严重组 27 例,非严重组 24 例;恶化组 14 例,非恶化组 37 例;严重组与非严重组、恶化组与未恶化组 AUC、PI 比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。脓毒症患者中,死亡组 14 例,存活组 37 例;两组各超声造影参数比较差异均无统计学意义。ROC 曲线分析显示,AUC、PI、Lac 预测脓毒症患者器官功能严重衰竭的曲线下面积分别为 0.81、0.75、0.73。**结论** 肾脏超声造影定量参数可用于监测脓毒症患者器官功能衰竭的严重程度及进展,对脓毒症患者器官功能障碍有一定的预测价值。

**关键词** 超声检查;造影剂;脓毒症;器官功能障碍;微循环;肾脏

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Clinical value of quantitative parameters of renal contrast-enhanced ultrasound in predicting organ dysfunction in patients with sepsis

YU Fen, LIU Na, JIANG Guijun, ZHONG Zhentong, ZHAN Liying, ZHOU Qing

Department of Ultrasound Imaging, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430000, China

**ABSTRACT** **Objective** To investigate the clinical value of quantitative parameters of renal contrast-enhanced ultrasound in predicting organ dysfunction in patients with sepsis. **Methods** Fifty-one patients with sepsis (sepsis group) admitted to our hospital and 17 healthy individuals who did not have kidney disease and underwent renal contrast-enhanced ultrasound examination during the same period (control group) were enrolled in this study. The quantitative parameters of renal contrast-enhanced ultrasound between the two groups was compared, including time to peak (TTP), peak intensity (PI), and area under the curve (AUC). The differences of above parameters and clinical data were compared. Sepsis patients were divided into two groups according to SOFA score: severe organ failure group with SOFA score  $>6$  and non-severe organ failure group with SOFA score  $\leq 6$  within 0~24 h of ICU admission. Patients with increased SOFA score ( $\Delta$ SOFA score  $\geq 1$ ) within 24~48 h of ICU admission were defined as deterioration group, and patients with  $\Delta$ SOFA score  $<1$  were defined as non-deterioration group. Patients with sepsis were divided into death group and survival group according to the survival after ICU admission. The differences of TTP, AUC and PI among the subgroups were compared. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of different indicators in predicting severe organ failure in patients with sepsis.

基金项目:国家自然科学基金项目(82271999)

作者单位:430000 武汉市,武汉大学人民医院超声影像科(余芬、刘娜、周青),重症医学科(江贵军、钟振通、詹丽英)

通讯作者:周青, Email: 342222795@qq.com

**Results** There were significant differences in Lac,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , SOFA score, use of vasoactive substance, BUN, eGFR, TTP, AUC and PI between the sepsis group and the control group (all  $P < 0.05$ ). Among patients with sepsis, there were 27 cases in the severe organ failure group and 24 cases in the non-severe organ failure group. 14 cases in the deterioration group and 37 cases in the non-deterioration group. There were significant differences in AUC and PI between the severe organ failure group and the non-severe organ failure group, the deterioration group and the non-deterioration group (all  $P < 0.05$ ). There were 14 cases in the death group and 37 cases in the survival group. There were no significant difference in parameters of contrast-enhanced ultrasound between the death group and the survival group. ROC curve analysis showed that the area of AUC, PI and Lac in predicting severe organ failure in sepsis patients were 0.81, 0.75 and 0.73, respectively. **Conclusion** Quantitative parameters of renal contrast-enhanced ultrasound can be used to monitor renal perfusion in patients with sepsis, which is related to the severity and progression of organ failure, and has a certain predictive value for organ dysfunction in patients with sepsis.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Contrast agent; Sepsis; Organ dysfunction; Microcirculation, kidney

脓毒症是机体对感染的反应失调而导致的致命性多器官功能障碍,其发病率及死亡率均较高。研究<sup>[1]</sup>发现,脓毒症患者常存在大循环与微循环变化不一致,即大循环-微循环失耦连,因此仅应用大循环参数评估患者组织灌注有一定不足,依据大循环参数开展的治疗可能无法改善微循环灌注、器官功能障碍及预后<sup>[2]</sup>。微循环参数是判断脓毒症预后的一个重要依据<sup>[3]</sup>。血乳酸(Lac)是临床评估组织低灌注的常用指标,但受多种因素影响,指导治疗有一定局限性。临床亟需寻找一种能在重症监护室床旁实时评估微循环的工具,以指导临床医师制定合理的治疗方案,改善患者组织灌注、降低死亡率。超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)利用血液中气体微泡在声场中的非线性效应与其产生的强烈背向散射来获得对比增强图像,可敏感反映肾脏微灌注水平<sup>[4]</sup>。本研究通过探讨 CEUS 定量参数对脓毒症患者器官功能障碍的预测价值,旨在为临床监测及指导脓毒症患者治疗提供参考。

## 资料与方法

### 一、研究对象

前瞻性选取 2021 年 8 月至 2022 年 4 月我院重症医学科收治的脓毒症患者 51 例(脓毒症组),其中男 23 例,女 28 例,年龄 20~83 岁,平均  $(61.00 \pm 13.99)$  岁;另选同期行肾脏超声造影检查且无肾脏疾病的健康体检者 17 例(对照组),其中男 8 例,女 9 例,年龄 32~68 岁,平均  $(54.82 \pm 9.35)$  岁。纳入标准:①符合美国外科感染学会制定的 Sepsis 3.0 诊断标准<sup>[3]</sup>;②年龄  $\geq 18$  岁。排除标准:①终末期慢性肾脏病、长期血液透析、泌尿系统感染或肿瘤、肾移植及血管疾病、严重心力衰竭;②妊娠期或哺乳期妇女;③预计 ICU 住院时间  $< 48$  h;④无法配合完成 CEUS 或 CEUS 图像质量不佳者。本研究经我院临床研究伦理委员会审查(WDRY2021-K115),且

受试者和(或)其法定代理人均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. CEUS 检查:使用迈瑞 M 9 便携式彩色多普勒超声诊断仪, C5-1s 腹部凸阵探头, 频率 3.5~5.0 MHz; 造影剂为声诺维(意大利 Bracco 公司), 剂量 0.02 ml/kg。受试者取平卧位, 常规超声扫描肾脏, 于肾脏长轴最大切面启动 CEUS 模式, 用 5.0 ml 生理盐水将造影剂配成微泡混悬液, 经肘静脉团注 1.5 ml 后立即推注 5.0 ml 生理盐水进行冲管。同时开启计时器, 实时记录 CEUS 动态图像 3 min 并保存。15 min 后, 按照同样的方法检查另一侧肾脏。同一受试者每次检查时设备设置保持相同。使用仪器自带的 CEUS 分析软件进行定量分析, 感兴趣区域选取肾皮质, 取样框面积为 25 mm<sup>2</sup>, 自动描记生成时间-强度曲线(TIC), 并获取达峰时间(TTP)、峰值强度(PI)、曲线下面积(AUC)。所有参数均重复测量 3 次取平均值。所有图像均由同一经验丰富的超声医师在同一台仪器上采集。

2. 临床资料及常规超声参数获取:所有脓毒症患者均于入院后完成 6 h 集束化治疗。收集所有受试者一般信息, 包括性别、年龄、序贯器官衰竭(SOFA)评分、血管活性药物使用情况, 以及合并症, 包括缺血性心脏病、慢性肝病、脑卒中、恶性肿瘤、高血压、糖尿病。监测血流动力学指标, 包括心率(HR)、收缩压(SAP)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP), 以及肾功能指标, 包括血肌酐(SCr)、尿素氮(BUN)、尿量(UO)、估算肾小球滤过率(eGFR)。检测 Lac、氧合指数( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ )。应用常规超声检测左室射血分数(LVEF)和肾血流阻力指数(RI)。

3. 脓毒症患者各亚组分组标准<sup>[4]</sup>:根据 SOFA 评分对脓毒症患者进行分组, 定义入 ICU 0~24 h SOFA  $> 6$  分为器官功能严重衰竭, 将患者分为严重组与非严重组; 定义入 ICU 24~48 h SOFA 评分增加( $\Delta\text{SOFA}$  评

分≥1)为器官功能恶化,将患者分为恶化组与未恶化组;同时根据入ICU后的存活情况分为死亡组与存活组。

三、统计学处理

应用SPSS 26.0和 Graphpad Prism 统计软件,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组比较采用 $t$ 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组比较采用Mann-Whitney  $U$ 检验。计数资料以例或率表示,两组比较采用 $\chi^2$ 检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各指标预测器官功能严重衰竭的诊断效能。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、脓毒症组与对照组临床资料及常规超声参数比较

脓毒症组与对照组临床资料及常规超声参数比较见表1。两组Lac、PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、SOFA评分、使用血管活性药物、BUN、eGFR比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。

二、脓毒症组与对照组CEUS参数比较

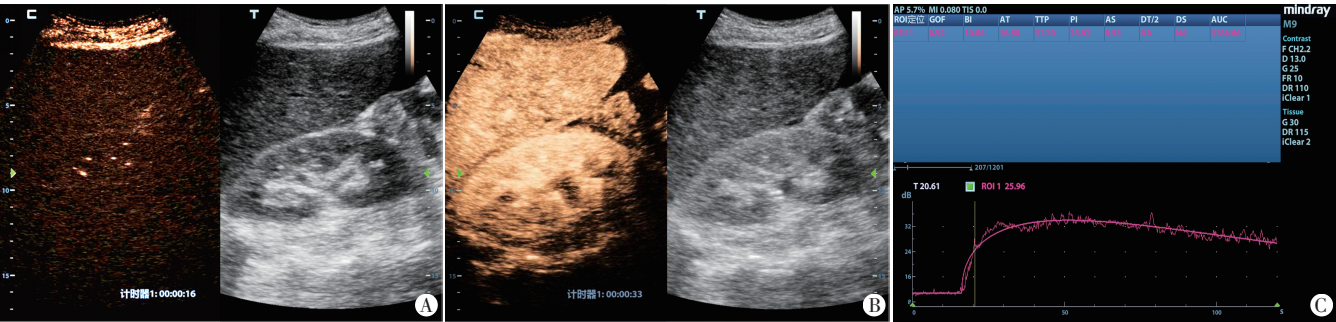
两组AUC、PI、TTP比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。见图1,2和表2。

表1 脓毒症组与对照组临床资料及常规超声参数比较

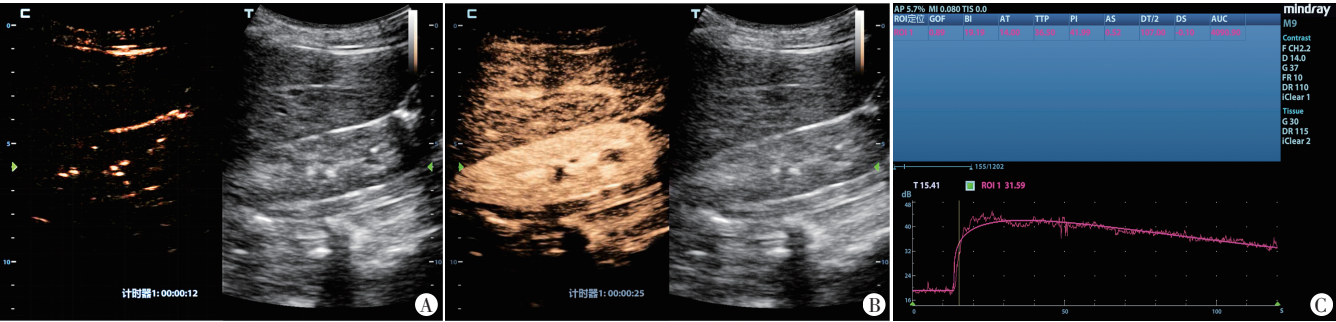
| 组别                                   | 男/女<br>(例) | 年龄<br>(岁)   | SOFA 评分 | 合并症(例) |       |       |       |       |       | 血流动力学指标      |              |             |                          |
|--------------------------------------|------------|-------------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|--------------|-------------|--------------------------|
|                                      |            |             |         | 缺血性心脏病 | 慢性肝病  | 脑卒中   | 恶性肿瘤  | 高血压   | 糖尿病   | HR(次/min)    | SAP(mm Hg)   | MAP(mm Hg)  | CVP(cm H <sub>2</sub> O) |
| 脓毒症组                                 | 23/28      | 61.00±13.99 | 7(5,10) | 5      | 3     | 7     | 7     | 20    | 14    | 102.96±19.38 | 108.24±25.49 | 78.98±10.05 | 5.30(3.40,6.50)          |
| 对照组                                  | 8/9        | 54.82±9.35  | 1(0,2)  | 0      | 0     | 1     | 0     | 4     | 3     | 95.41±11.67  | 110.65±14.35 | 84.71±8.89  | 6.10(5.20,6.50)          |
| <i>U</i> χ <sup>2</sup> / <i>Z</i> 值 | 0.020      | 1.695       | -5.899  | 0.648  | 0.116 | 0.189 | 1.327 | 1.374 | 0.235 | 1.925        | -0.484       | -1.724      | -1.801                   |
| <i>P</i> 值                           | 0.888      | 0.095       | <0.01   | 0.421  | 0.733 | 0.664 | 0.249 | 0.244 | 0.628 | 0.060        | 0.631        | 0.090       | 0.072                    |

| 组别                                   | 使用血管活性<br>药物(例) | Lac(mmol/L)     | PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> | 肾功能指标                |                   |                     | 常规超声参数                                            |                    |           |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------------------------|--------------------|-----------|
|                                      |                 |                 |                                    | SCr(μmol/L)          | BUN(mmol/L)       | UO(ml/h)            | eGFR(ml·min <sup>-1</sup> ·1.37 m <sup>-2</sup> ) | LVEF(%)            | RI        |
| 脓毒症组                                 | 27              | 1.90(1.10,2.90) | 251.01±101.24                      | 109.00(64.00,174.00) | 12.95(6.46,19.70) | 92.90(60.00,131.70) | 51.60(30.20,93.27)                                | 71.00(63.50,78.00) | 0.66±0.06 |
| 对照组                                  | 0               | 1.20(1.00,1.40) | 416.35±33.97                       | 108.00(61.50,124.50) | 6.21(5.37,6.78)   | 85.00(66.00,108.60) | 99.13(96.33,110.72)                               | 65.00(64.50,69.50) | 0.65±0.04 |
| <i>U</i> χ <sup>2</sup> / <i>Z</i> 值 | 14.927          | -2.475          | -10.084                            | -1.417               | -3.895            | -0.021              | -4.065                                            | -1.871             | 0.965     |
| <i>P</i> 值                           | <0.01           | <0.05           | <0.01                              | 0.157                | <0.01             | 0.983               | <0.01                                             | 0.061              | 0.340     |

SOFA评分:序贯器官衰竭评分;HR:心率;SAP:收缩压;MAP:平均动脉压;CVP:中心静脉压;Lac:血乳酸;PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>:氧合指数;SCr:血肌酐;BUN:尿素氮;UO:尿量;eGFR:估算肾小球滤过率;LVEF:左室射血分数;RI:肾血流阻力指数。1 mm Hg=0.133 kPa;1 cm H<sub>2</sub>O=0.098 kPa



A:造影剂16s时开始进入肾皮质;B:造影剂33s时增强强度达峰值;C:TIC图  
图1 脓毒症组(女,64岁)CEUS及TIC图



A:造影剂12s时开始进入肾皮质;B:造影剂25s时增强强度达峰值;C:TIC图  
图2 对照组(男,55岁)CEUS及TIC图

表 2 脓毒症组与对照组 CEUS 参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别         | AUC(dB·s)      | PI(dB)     | TTP(s)      |
|------------|----------------|------------|-------------|
| 脓毒症组       | 3401.90±748.94 | 36.34±6.08 | 42.70±10.90 |
| 对照组        | 4228.43±623.55 | 41.93±4.23 | 34.58±7.11  |
| <i>t</i> 值 | -2.707         | -2.200     | 2.092       |
| <i>P</i> 值 | <0.01          | <0.05      | <0.05       |

AUC:曲线下面积;PI:峰值强度;TTP:达峰时间

### 三、脓毒症患者各亚组间 CEUS 参数比较

1.脓毒症患者中,严重组 27 例,非严重组 24 例;两组 AUC、PI 比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ );TTP 比较差异无统计学意义。见表 3。

表 3 严重组与非严重组 CEUS 参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别         | AUC(dB·s)      | PI(dB)     | TTP(s)      |
|------------|----------------|------------|-------------|
| 严重组        | 3047.87±543.71 | 33.96±5.63 | 43.76±12.30 |
| 非严重组       | 3800.18±756.67 | 39.01±5.52 | 41.51±9.19  |
| <i>t</i> 值 | 4.111          | 3.225      | -0.735      |
| <i>P</i> 值 | <0.01          | <0.01      | 0.466       |

AUC:曲线下面积;PI:峰值强度;TTP:达峰时间

2.脓毒症患者中,恶化组 14 例,非恶化组 37 例;两组 AUC、PI 比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ );TTP 比较差异无统计学意义。见表 4。

表 4 恶化组与非恶化组 CEUS 参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别         | AUC(dB·s)      | PI(dB)     | TTP(s)      |
|------------|----------------|------------|-------------|
| 恶化组        | 2776.96±599.76 | 31.89±5.01 | 42.35±9.60  |
| 非恶化组       | 3638.36±663.18 | 38.02±5.63 | 42.84±11.47 |
| <i>t</i> 值 | 4.278          | 4.399      | 0.128       |
| <i>P</i> 值 | <0.01          | <0.01      | 0.888       |

AUC:曲线下面积;PI:峰值强度;TTP:达峰时间

3.脓毒症患者中,死亡组 14 例,存活组 37 例;两组各 CEUS 参数比较差异均无统计学意义。见表 5。

表 5 死亡组与存活组 CEUS 参数比较

| 组别           | AUC(dB·s)                | PI(dB)     | TTP(s)      |
|--------------|--------------------------|------------|-------------|
| 死亡组          | 2747.16(2532.15,4128.68) | 34.90±7.01 | 40.72±10.11 |
| 存活组          | 3603.61(2960.17,3858.67) | 36.89±5.71 | 43.45±11.22 |
| <i>t/Z</i> 值 | -0.106                   | 1.049      | 0.181       |
| <i>P</i> 值   | 0.145                    | 0.302      | 0.412       |

AUC:曲线下面积;PI:峰值强度;TTP:达峰时间

四、ROC 曲线分析 Lac、AUC、PI 预测脓毒症患者器官功能严重衰竭的诊断效能

ROC 曲线分析显示,AUC 截断值为 3766 dB·s 时,预测脓毒症患者器官功能严重衰竭的曲线下面积为 0.81,灵敏度为 96.30%,特异度为 62.50%;PI 截断值为 38.59 dB 时,预测脓毒症患者器官功能严重衰竭的曲线下面积为 0.75,灵敏度为 88.89%,特异度为 54.17%;Lac 截断值为 2.7 mmol/L 时,预测脓毒症患者器官功能

严重衰竭的曲线下面积为 0.73,灵敏度为 51.85%,特异度为 91.67%。见图 3。

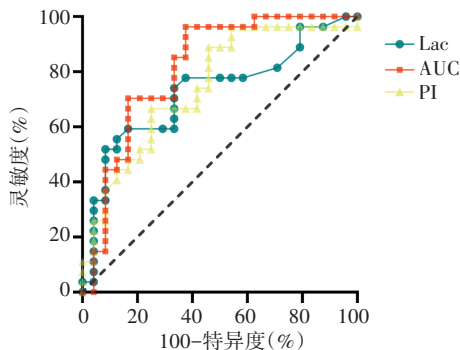


图 3 Lac、AUC、PI 预测脓毒症患者器官功能严重衰竭的 ROC 曲线图

## 讨 论

脓毒症患者因微循环障碍导致多器官功能障碍、甚至衰竭,死亡率较高。本研究有 52.94%(27/51)脓毒症患者器官功能严重衰竭,27.45%(14/51)患者出现器官功能恶化,且死亡率明显高于非恶化患者(71.43% vs. 28.57%)。余超等<sup>[5]</sup>研究同样发现,25.25%(25/99)脓毒性患者在液体复苏达标后器官功能仍发生恶化。因此,对脓毒症患者的器官功能进行评估,对改善其预后具有重要的临床意义。目前临床的复苏目标为 2018 年拯救脓毒症运动指南<sup>[6]</sup>推荐的 MAP 达到 65 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa),但研究<sup>[7]</sup>表明较高的 MAP 并不能降低死亡率。超声心动图监测的心输出量是指导复苏的重要手段之一,但脓毒症患者早期因血管麻痹处于高动力状态,心输出量反而增加。本研究发现,脓毒症组与对照组 Lac、PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ),而 HR、MAP、LVEF 比较差异均无统计学意义,印证了脓毒症发展过程中往往存在大循环-微循环失耦联这一观点<sup>[3]</sup>。因此仅应用 MAP、心输出量等大循环参数评估患者组织灌注有一定不足,微循环参数是判断脓毒症预后的一个重要依据。脓毒症患者因微循环障碍出现多器官功能衰竭时,肾脏是最早及最常受累的器官之一,往往存在微循环灌注不足。本研究发现,与对照组比较,脓毒症组 AUC、PI 均显著减少,TTP 显著延长,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ),表明脓毒症患者存在肾灌注不足,与 Harrois 等<sup>[8]</sup>研究结果一致。故本研究应用 CEUS 定量评估脓毒症患者肾脏微循环,探讨其与器官功能障碍的关系。

SOFA 评分是临床常用的评估器官功能障碍严重程度的评分系统<sup>[9]</sup>。多项研究<sup>[10-11]</sup>表明,SOFA 评分升高与脓毒症患者的不良预后密切相关,而脓毒症患者

因微循环障碍可导致多器官功能障碍、衰竭甚至死亡。本研究根据 SOFA 评分对脓毒症患者进行分组,定义入 ICU 0~24 h SOFA>6 分为器官功能严重衰竭,将患者分为严重组与非严重组;定义入 ICU 24~48 h SOFA 评分增加( $\Delta$ SOFA 评分 $\geq 1$ )为器官功能恶化,将患者分为恶化组与未恶化组;同时根据入 ICU 后的存活情况将患者分为死亡组与存活组,结果显示严重组与非严重组、恶化组与非恶化组 AUC、PI 比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。表明脓毒症患者器官功能衰竭的严重程度及进展与微循环障碍关系密切。但死亡组与存活组各 CEUS 参数比较差异均无统计学意义,与 Yealy 等<sup>[12]</sup>和 Massey 等<sup>[13]</sup>研究结果不同。分析原因可能与本研究样本量较小有关。

Lac 是临床评估组织低灌注的常用指标, Mikkelsen 等<sup>[14]</sup>研究发现,高乳酸患者 28 d 死亡率增加。本研究发现,脓毒症组 Lac 较对照组升高,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),表明脓毒症患者已发生组织低灌注。但 Lac 水平易受多种因素影响,如儿茶酚胺和应激反应增加、肝肾代谢能力下降均可导致其增高<sup>[7-8]</sup>。因此,将 Lac 作为参考指标指导治疗可能有一定的局限性。本研究 ROC 曲线分析显示, AUC、PI、Lac 预测脓毒症患者器官功能严重衰竭的曲线下面积分别为 0.81、0.75、0.73;其中 AUC、PI 的曲线下面积均高于 Lac,表明 CEUS 定量参数较 Lac 能更灵敏地反映微循环的变化,可早期预测脓毒症患者器官功能障碍。另外, Lac 的获取有一定的滞后性, CEUS 定量参数先于 Lac 获取,弥补了其滞后性。

本研究的局限性:①样本量偏小;②CEUS 测量存在异质性,其影响因素包括器官深度、呼吸运动伪影、周围组织厚度及回声等,本研究为最小化该异质性,对同一患者测量设置相同的参数,并绘制 3 个 ROI 取平均值。

综上所述,肾脏 CEUS 定量参数可用于监测脓毒症患者器官功能衰竭的严重程度及进展,对脓毒症患者器官功能障碍有一定的预测价值。

#### 参考文献

- [1] Kattan E, Castro R, Vera M, et al. Optimal target in septic shock resuscitation[J]. Ann Transl Med, 2020, 8(12):789.
- [2] 叶慧, 方向明. 脓毒症血流动力学管理的研究进展[J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30(1):115-118.
- [3] Trzeciak S, Dellinger RP, Parrillo JE, et al. Early microcirculatory perfusion derangements in patients with severe sepsis and septic shock: relationship to hemodynamics, oxygen transport, and survival [J]. Ann Emerg Med, 2007, 49(1):88-98.
- [4] Cao W, Cui S, Yang L, et al. Contrast-enhanced ultrasound for assessing renal perfusion impairment and predicting acute kidney injury to chronic kidney disease progression[J]. Antioxid Redox Signal, 2017, 27(17):1397-1411.
- [5] 余超, 范文婧, 邵敏. 中心静脉-动脉二氧化碳分压差/动脉-深静脉氧含量差比值对感染性休克患者复苏后器官功能障碍进展的预测价值[J]. 中华内科杂志, 2021, 60(6):533-538.
- [6] Levy MM, Evans LE, Rhodes A. The surviving sepsis campaign bundle: 2018 update[J]. Crit Care Med, 2018, 46(6):997-1000.
- [7] Asfar P, Meziani F, Hamel JF, et al. High versus low blood-pressure target in patients with septic shock[J]. N Engl J Med, 2014, 370(17):1583-1593.
- [8] Harrois A, Grillo N, Figueiredo S, et al. Acute kidney injury is associated with a decrease in cortical renal perfusion during septic shock[J]. Crit Care, 2018, 22(1):161.
- [9] Seymour CW, Liu VX, Iwashyna TJ, et al. Assessment of clinical criteria for sepsis: for the third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3) [J]. JAMA, 2016, 315(8):762-774.
- [10] Li Y, Yan C, Gan Z, et al. Prognostic values of SOFA score, qSOFA score, and LODS score for patients with sepsis[J]. Ann Palliat Med, 2020, 9(3):1037-1044.
- [11] Khwannimit B, Bhurayanontachai R, Vattanavanit V. Comparison of the accuracy of three early warning scores with SOFA score for predicting mortality in adult sepsis and septic shock patients admitted to intensive care unit [J]. Heart Lung, 2019, 48(3):240-244.
- [12] Yealy DM, Kellum JA, Huang DT, et al. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock [J]. N Engl J Med, 2014, 370(18):1683-1693.
- [13] Massey MJ, Hou PC, Filbin M, et al. Microcirculatory perfusion disturbances in septic shock: results from the ProCESS trial[J]. Crit Care, 2018, 22(1):308.
- [14] Mikkelsen ME, Miliades AN, Gaieski DF, et al. Serum lactate is associated with mortality in severe sepsis independent of organ failure and shock[J]. Crit Care Med, 2009, 37(5):1670-1677.

(收稿日期:2022-12-05)