

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.02.012

# 脓毒症休克患者液体复苏中 ICON 和重症超声的应用效果： 一项前瞻性随机对照研究\*

姚 岚, 蒋沁娟, 熊文芳, 钟小芹, 刘划匀, 朱 灿, 韩钱鹏<sup>△</sup>

湖南省岳阳市中心医院重症医学科, 湖南岳阳 414000

**摘要:**目的 研究脓毒症休克(SS)患者液体复苏中非侵袭性的心输出监测仪器(ICON)和重症超声(CCUS)的应用效果。方法 选取2020年6月至2023年10月岳阳市中心医院重症医学科收治的150例SS患者,采用随机数字表法分为对照组、ICON组、超声组,每组50例。3组均行抗感染治疗,在此基础上,对照组进行液体复苏,ICON组在ICON指导下进行液体复苏,超声组在CCUS指导下进行液体复苏。比较3组治疗情况[24 h液体复苏量、呼吸机使用时间、去甲肾上腺素用量、多巴酚丁胺用量、入住重症监护病房(ICU)时间],以及复苏前后血流动力学指标[平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、心率(HR)],微循环指标[氧合指数( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ )、酸碱值(pH)、碱剩余(BE)、射血分数(EF)],血清标志物[乳酸(Lac)、降钙素原(PCT)、白细胞介素-1 $\beta$ (IL-1 $\beta$ )、白细胞介素-6(IL-6)]水平、急性生理学与慢性健康状况评价II(APACHE II)评分、序贯器官衰竭评估(SOFA)评分,并比较3组容量过负荷、组织水肿、器官功能障碍发生率及28 d病死率。结果 24 h液体复苏量、呼吸机使用时间、入住ICU时间均为超声组<ICON组<对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。复苏后3组MAP、CVP、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、pH、BE、EF均高于复苏前( $P<0.05$ );复苏后MAP、CVP、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、pH、BE、EF均表现为超声组>ICON组>对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );复苏后3组HR、APACHE II评分、SOFA评分及血清Lac、PCT、IL-1 $\beta$ 、IL-6水平均低于复苏前( $P<0.05$ );复苏后HR、APACHE II评分、SOFA评分及血清Lac、PCT、IL-1 $\beta$ 、IL-6水平均表现为超声组<ICON组<对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。容量过负荷、组织水肿、器官功能障碍发生率均表现为超声组<ICON组<对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。结论 CCUS及ICON对SS患者液体复苏均有一定指导价值,能合理管理液体容量,改善患者预后,但CCUS应用效果优于ICON,值得临床推广应用。

**关键词:**脓毒症休克; 液体复苏; 非侵袭性的心输出监测仪器; 重症超声; 血流动力学; 器官功能障碍; 预后

中图法分类号:R459.7;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)02-0210-07

## Application effect of ICON and critical ultrasound in fluid resuscitation for patients with septic shock: a prospective randomized controlled study\*

YAO Lan, JIANG Qinjuan, XIONG Wenfang, ZHONG Xiaoqin, LIU Huayun,  
ZHU Can, HAN Qianpeng<sup>△</sup>Department of Critical Care Medicine, Yueyang Municipal Central Hospital,  
Yueyang, Hunan 414000, China

**Abstract: Objective** To investigate the application effects of non-invasive cardiac output monitor (ICON) and critical care ultrasound (CCUS) during fluid resuscitation in the patients with septic shock (SS). **Methods** A total of 150 patients with SS in the Critical Care Medicine Department of Yueyang Municipal Central Hospital from June 2020 to October 2023 were selected and divided into the control group, ICON group and the ultrasound group by adopting the random number table method, 50 cases in each group. The three groups conducted the anti-infection treatment. On this basis, the control group conducted the fluid resuscitation, the ICON group conducted the fluid resuscitation guided by ICON, and the ultrasound group conducted the fluid resuscitation guided by CCUS. The treatment conditions [24 h fluid resuscitation volume, ventilator use time, norepinephrine dosage, dobutamine dosage and duration of stay in the intensive care unit (ICU)], hemodynamic indicators [mean arterial pressure (MAP), central venous pressure (CVP), heart rate (HR)] before and after resus-

\* 基金项目: 医路“格”新-液体治疗科研基金项目(YLGG-22-2020007); 吴阶平医学基金会临床科研专项资助基金项目(320.6750.2021-08-1)。

作者简介: 姚岚, 女, 副主任医师, 主要从各种休克、重症超声的研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail: hanqp@163.com。

citation, microcirculation indicators [oxygenation index ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ), pondus hydrogenii (pH), base excess (BE), ejection fraction (EF)], serum markers [lactic acid (Lac), procalcitonin (PCT), interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), interleukin-6 (IL-6)] levels, acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score, sequential organ failure assessment (SOFA) score were compared among the three groups, and the incidence rates of volume overload, tissue edema, organ dysfunction and 28 d mortality were compared among the three groups. **Results** The 24 h fluid resuscitation volume, ventilator use time and duration of stay in ICU were the ultrasound group < ICON group < control group, moreover there was statistically significant differences between any two groups ( $P < 0.05$ ). After resuscitation, MAP, CVP,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , pH, BE and EF in the three groups were higher than those before resuscitation ( $P < 0.05$ ); after resuscitation, MAP, CVP,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , BE and EF all showed that the ultrasound group > ICON group > control group, moreover there were statistically significant differences between any two groups ( $P < 0.05$ ); after resuscitation, HR, APACHE II score, SOFA score and serum Lac, PCT, IL-1 $\beta$  and IL-6 levels in the three groups were lower than those before resuscitation ( $P < 0.05$ ); after resuscitation, HR, APACHE II score, SOFA score and serum Lac, PCT, IL-1 $\beta$  and IL-6 levels all showed the ultrasound group < ICON group < control group, moreover there were statistically significant differences between any two groups ( $P < 0.05$ ). The incidence rates of volume overload, tissue edema and organ dysfunction all showed the ultrasound group < ICON group < control group, moreover there were statistically significant differences between any two groups ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Both CCUS and ICON have certain guiding values for fluid resuscitation in SS patients, which can reasonably manage the fluid volume and improve prognosis. However, the application effect of CCUS is better than that of ICON, and it is worthy of clinical promotion and application.

**Key words:** septic shock; fluid resuscitation; non-invasive cardiac output monitor; severe ultrasound; hemodynamics; organ dysfunction; prognosis

脓毒症休克(SS)是重症监护病房(ICU)较常见的休克类型,可累及心、脑、血液系统等全身器官,引发多器官功能障碍,甚至危及生命<sup>[1-2]</sup>。临床实践显示,早期给予目标导向性液体复苏可有效补充循环血容量,缓解组织缺血缺氧,降低器官衰竭发生率,改善患者预后,但同时在液体复苏期间各种原因可导致患者有容量过负荷风险<sup>[3]</sup>。非侵袭性的心输出监测仪器(ICON)可实时、无创、动态监测血流动力学指标,综合评估胸腔液体含量、心肌收缩力等情况,进而指导液体复苏中的液体管理<sup>[4]</sup>。重症超声(CCUS)属于无创检查方式,可检测心功能,亦可通过心室容积等参数提示血容量情况<sup>[5]</sup>。上述两种方式均对SS患者液体复苏具有一定指导作用,但目前关于两者应用效果的对比研究尚不多见。因此,本研究尝试分析SS患者液体复苏中ICON和CCUS的应用效果。现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2020年6月至2023年10月本院重症医学科收治的150例SS患者作为研究对象,采用随机数字表法将患者分为对照组、ICON组、超声组,每组50例。纳入标准:(1)符合《2012国际严重脓毒症及脓毒症休克诊疗指南》<sup>[6]</sup>中的相关诊断标准;(2)复苏前后完成血清乳酸(Lac)、降钙素原(PCT)、白细胞介素-1 $\beta$ (IL-1 $\beta$ )、白细胞介素-6(IL-6)检测;(3)进行了血管活性药物升压治疗和呼吸机机械通气治疗。排除标准:(1)合并自身免疫缺陷性疾病;(2)合

并恶性肿瘤;(3)合并严重精神、行为障碍,无法配合相关检查及治疗;(4)并发重要脏器衰竭;(5)合并凝血异常等严重循环系统疾病;(6)入住ICU后,24 h内紧急手术或48 h内病死者;(7)妊娠期或哺乳期女性。剔除标准:(1)研究期间患者或家属主动申请退出研究;(2)依从性差,未配合完成相应治疗;(3)突发其他重大疾病或失联者。本研究经本院医学伦理委员会批准[岳阳一院医伦审第(2020-027)号2020-001]。所有患者家属对本研究方案知情同意,自愿签署知情同意书。3组患者一般资料比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表1。

## 1.2 方法

**1.2.1 液体复苏方法** (1)对照组:根据《中国严重脓毒症/脓毒性休克治疗指南(2014)》<sup>[7]</sup>中的相关标准,积极查寻病因进行原发病治疗,给予抗感染、吸氧、呼吸机辅助通气、纠正电解质紊乱、补充营养、纠正酸碱失衡、使用血管活性药物(去甲肾上腺素、多巴酚丁胺)等,给予心电监护,右侧颈静脉或锁骨下静脉置入双腔静脉管,监测心率(HR)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)等对症治疗,并实施液体复苏。(2)ICON组:在对照组基础上给予ICON指导液体复苏。使用ICON C3心输出监测仪器(德国Osypka Medical GmbH),电极片置于患者手腕、足踝、胸部,监测HR、MAP、CVP等指标,综合判断受检者心功能、容量状态、肺水肿等情况,并指导液体复苏剂量、速度的调整。(3)超声组:在对照组基础上给

予 CCUS 指导液体复苏。使用迈瑞 M9 便携式彩色多普勒超声系统(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司),设置心脏探头频率 2.9~5.0 MHz。患者保持仰卧,暴露胸腔部,检测时探头扫描胸骨旁短轴及长轴、心尖四腔及五腔、剑突下四腔等切面,评估心腔大小

及舒缩功能等,并测定左心室射血分数、下腔静脉内径、下腔静脉塌陷指数、肺部 B 线等参数,综合判断受检者心功能、容量状态、肺水肿等情况,并指导液体复苏剂量、速度的调整。

表 1 各组基线资料比较[ $\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ]

组别	n	年龄(岁)	性别		体质量指数 (kg/m <sup>2</sup> )	有饮酒史	有吸烟史
			男	女			
对照组	50	46.92±9.05	33(66.00)	17(34.00)	23.06±0.98	19(38.00)	11(22.00)
ICON 组	50	48.03±8.79	30(60.00)	20(40.00)	22.93±1.04	16(32.00)	14(28.00)
超声组	50	47.54±8.83	32(64.00)	18(36.00)	22.85±1.02	18(36.00)	13(26.00)
F 或 $\chi^2$		0.196		0.402	0.547	0.409	0.493
P		0.822		0.818	0.581	0.815	0.781

组别	n	基础疾病			感染类型			
		糖尿病	冠心病	高血压	肺部感染	腹部感染	泌尿感染	其他
对照组	50	12(24.00)	16(32.00)	21(42.00)	13(26.00)	16(32.00)	13(26.00)	8(16.00)
ICON 组	50	13(26.00)	18(36.00)	20(40.00)	15(30.00)	15(30.00)	11(22.00)	9(18.00)
超声组	50	13(26.00)	19(38.00)	23(46.00)	15(30.00)	13(26.00)	14(28.00)	8(16.00)
F 或 $\chi^2$		0.071	0.409	0.382			0.953	
P		0.965	0.815	0.826			0.987	

**1.2.2 血清标志物水平检测** 抽取所有受检者复苏前、复苏 24 h 后空腹外周静脉血 3~5 mL,室温下静置 30 min,使用 Avanti JXN-30 智能型高效离心机(美国贝克曼库尔特有限公司),在半径 12 cm、转速 3 000 r/min、4 ℃ 条件下离心 15 min,分离血清,-80 ℃ 冷冻待测。采用双抗体夹心法测定血清 Lac、PCT、IL-1 $\beta$ 、IL-6 水平。各标本检测试剂盒均购自深圳华大基因股份有限公司,所有步骤均按照仪器及试剂盒要求进行严格操作。

**1.2.3 质量控制** 仪器操作及图像采集均由岳阳市中心医院 CCUS 培训合格的资深医师完成。

**1.3 观察指标** (1)比较各组治疗期间 24 h 液体复苏量、呼吸机使用时间、去甲肾上腺素用量、多巴酚丁胺用量、入住 ICU 时间。(2)比较各组复苏前后血流动力学指标(MAP、CVP、HR)、微循环指标[氧合指数(PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>)、酸碱值(pH)、碱剩余(BE)、射血分数(EF)]、血清标志物(Lac、PCT、IL-1 $\beta$ 、IL-6)水平、急性生理学与慢性健康状况评价 II (APACHE II) 评分、序贯器官衰竭评估(SOFA)评分。(3)比较各组复苏后不良结局发生情况,如容量过负荷、组织水肿(细胞间隙液体过多,可表现为面部、双下肢等水肿)、器官功能障碍发生率及 28 d 病死率。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS 27.0 软件进行数据处理。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;呈正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比

较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析,多组间两两比较采用 LSD-*t* 检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 3 组治疗情况比较** 24 h 液体复苏量、呼吸机使用时间、入住 ICU 时间均为超声组 < ICON 组 < 对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。3 组间去甲肾上腺素用量、多巴酚丁胺用量比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 2。

**2.2 3 组复苏前后血流动力学指标比较** 复苏后 3 组 MAP、CVP 均高于复苏前( $P < 0.05$ ),HR 均低于复苏前( $P < 0.05$ );复苏后 MAP、CVP 均为超声组 > ICON 组 > 对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );复苏后 HR 为超声组 < ICON 组 < 对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

**2.3 3 组复苏前后微循环指标比较** 复苏后 3 组 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、pH、BE、EF 均高于复苏前( $P < 0.05$ );复苏后 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、pH、BE、EF 均为超声组 > ICON 组 > 对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 4。

**2.4 3 组复苏前后血清标志物水平比较** 复苏后 3 组血清 Lac、PCT、IL-1 $\beta$ 、IL-6 水平均低于复苏前( $P < 0.05$ );复苏后血清 Lac、PCT、IL-1 $\beta$ 、IL-6 水平均为超声组 < ICON 组 < 对照组,且任意两组间比较,

差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 2 3 组治疗情况比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	24 h 液体复苏量	呼吸机使用时间	去甲肾上腺素用量	多巴酚丁胺用量	入住 ICU 时间
		(mL)	(d)	(mg)	(mg)	(d)
超声组	50	3 175.26 ± 192.84 <sup>ab</sup>	4.05 ± 0.76 <sup>ab</sup>	19.11 ± 0.95	157.86 ± 8.97	7.46 ± 0.93 <sup>ab</sup>
ICON 组	50	3 340.78 ± 206.51 <sup>a</sup>	5.37 ± 0.84 <sup>a</sup>	19.30 ± 0.98	159.43 ± 9.12	8.27 ± 0.99 <sup>a</sup>
对照组	50	3 618.52 ± 214.69	6.71 ± 0.92	19.41 ± 0.96	161.37 ± 8.75	9.05 ± 1.02
F		59.761	124.596	1.241	1.931	32.860
P		<0.001	<0.001	0.292	0.149	<0.001

注:与对照组对比,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 ICON 组对比,<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

表 3 3 组复苏前后血流动力学指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	MAP(mmHg)		CVP(cmH <sub>2</sub> O)		HR(次/min)	
		复苏前	复苏后	复苏前	复苏后	复苏前	复苏后
		超声组	50	64.75 ± 9.62	91.24 ± 8.53 <sup>abc</sup>	6.42 ± 1.38	13.26 ± 2.57 <sup>abc</sup>
ICON 组	50	65.38 ± 10.17	85.19 ± 9.44 <sup>ac</sup>	6.85 ± 1.50	11.40 ± 2.23 <sup>ac</sup>	110.82 ± 16.17	94.20 ± 9.13 <sup>ac</sup>
对照组	50	65.94 ± 10.02	80.21 ± 9.75 <sup>c</sup>	6.64 ± 1.47	9.78 ± 2.06 <sup>c</sup>	111.69 ± 15.64	101.54 ± 9.68 <sup>c</sup>
F		0.179	17.812	1.098	28.750	0.123	26.352
P		0.836	<0.001	0.336	<0.001	0.884	<0.001

注:与对照组对比,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 ICON 组对比,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与同组复苏前对比,<sup>c</sup> $P < 0.05$ 。

表 4 3 组复苏前后微循环指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>		pH	
		复苏前	复苏后	复苏前	复苏后
		超声组	50	118.42 ± 13.79	241.86 ± 22.65 <sup>abc</sup>
ICON 组	50	120.45 ± 14.53	218.35 ± 20.67 <sup>ac</sup>	7.11 ± 0.10	7.28 ± 0.09 <sup>ac</sup>
对照组	50	119.60 ± 14.18	190.42 ± 19.24 <sup>c</sup>	7.09 ± 0.10	7.20 ± 0.08 <sup>c</sup>
F		0.259	75.907	1.246	40.431
P		0.772	<0.001	0.291	<0.001

组别	n	BE(mmol/L)		EF(%)	
		复苏前	复苏后	复苏前	复苏后
		超声组	50	1.08 ± 0.24	3.88 ± 1.13 <sup>abc</sup>
ICON 组	50	1.15 ± 0.27	3.26 ± 1.04 <sup>ac</sup>	44.08 ± 4.51	50.33 ± 3.85 <sup>ac</sup>
对照组	50	1.11 ± 0.25	2.71 ± 0.92 <sup>c</sup>	43.72 ± 4.37	47.69 ± 4.02 <sup>c</sup>
F		0.959	16.036	0.570	16.871
P		0.386	<0.001	0.567	<0.001

注:与对照组对比,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 ICON 组对比,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与同组复苏前对比,<sup>c</sup> $P < 0.05$ 。

表 5 3 组复苏前后血清标志物水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	Lac(mmol/L)		PCT(ng/mL)	
		复苏前	复苏后	复苏前	复苏后
		超声组	50	6.43 ± 1.15	2.24 ± 0.61 <sup>abc</sup>
ICON 组	50	6.18 ± 1.02	2.97 ± 0.65 <sup>ac</sup>	11.95 ± 2.23	8.22 ± 1.76 <sup>ac</sup>
对照组	50	6.27 ± 1.09	3.50 ± 0.76 <sup>c</sup>	12.17 ± 2.35	9.41 ± 1.81 <sup>c</sup>
F		0.677	43.751	0.230	19.330
P		0.510	<0.001	0.765	<0.001

续表 5 3 组复苏前后血清标志物水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	IL-1 $\beta$ (pg/mL)		IL-6(pg/mL)	
		复苏前	复苏后	复苏前	复苏后
超声组	50	120.65 $\pm$ 17.43	67.12 $\pm$ 8.65 <sup>abc</sup>	181.42 $\pm$ 26.71	117.58 $\pm$ 15.69 <sup>abc</sup>
ICON 组	50	118.20 $\pm$ 16.87	74.36 $\pm$ 9.20 <sup>ac</sup>	178.05 $\pm$ 27.36	126.37 $\pm$ 17.14 <sup>ac</sup>
对照组	50	119.51 $\pm$ 17.19	80.19 $\pm$ 9.51 <sup>c</sup>	180.59 $\pm$ 26.88	135.08 $\pm$ 18.26 <sup>c</sup>
F		0.255	25.733	0.212	13.149
P		0.755	<0.001	0.809	<0.001

注:与对照组对比,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 ICON 组对比,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与同组复苏前对比,<sup>c</sup> $P < 0.05$ 。

**2.5 3 组复苏前后 APACHE II 评分及 SOFA 评分比较** 复苏后 3 组 APACHE II 评分、SOFA 评分均低于复苏前( $P < 0.05$ );复苏后 APACHE II 评分、SOFA 评分均为超声组 < ICON 组 < 对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 6。

**2.6 3 组复苏后不良结局发生情况比较** 容量过负荷、组织水肿、器官功能障碍发生率均为超声组 < ICON 组 < 对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。3 组间 28 d 病死率比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 7。

表 6 3 组复苏前后 APACHE II 评分及 SOFA 评分比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

组别	n	APACHE II 评分		SOFA 评分	
		复苏前	复苏后	复苏前	复苏后
超声组	50	18.71 $\pm$ 4.79	10.75 $\pm$ 2.78 <sup>abc</sup>	14.68 $\pm$ 2.71	8.63 $\pm$ 1.36 <sup>abc</sup>
ICON 组	50	18.19 $\pm$ 5.20	12.36 $\pm$ 2.91 <sup>ac</sup>	14.25 $\pm$ 2.98	9.71 $\pm$ 1.52 <sup>ac</sup>
对照组	50	18.43 $\pm$ 4.92	14.83 $\pm$ 3.17 <sup>c</sup>	14.47 $\pm$ 2.85	11.85 $\pm$ 1.79 <sup>c</sup>
F		0.137	24.137	0.285	54.706
P		0.872	<0.001	0.753	<0.001

注:与对照组对比,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 ICON 组对比,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与同组复苏前对比,<sup>c</sup> $P < 0.05$ 。

表 7 3 组复苏后不良结局发生情况比较[n(%)]

组别	n	容量过负荷	组织水肿	器官功能障碍	28 d 病死率
超声组	50	3(6.00) <sup>ab</sup>	4(8.00) <sup>ab</sup>	5(10.00) <sup>ab</sup>	2(4.00)
ICON 组	50	10(20.00) <sup>a</sup>	12(24.00) <sup>a</sup>	13(26.00) <sup>a</sup>	4(8.00)
对照组	50	19(38.00)	24(48.00)	23(46.00)	7(14.00)
$\chi^2$		15.334	20.727	16.380	3.200
P		<0.001	<0.001	<0.001	0.202

注:与对照组对比,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与 ICON 组对比,<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

### 3 讨 论

近年来,SS 发病人数呈逐年增多趋势,给患者及其家庭造成沉重负担<sup>[8-9]</sup>。SS 伴随血流动力学异常改变、组织灌注不足等情况,液体复苏可改善组织灌注,恢复血流动力学稳定,优化氧输送,但由于 SS 患者多伴有心肌损伤,过度扩容亦可增加心脏前负荷,加重心功能损伤及肺水肿、组织缺氧,严重时可引发多器官衰竭,危及生命<sup>[10-12]</sup>。因此,探寻有效方式指导液体复苏,控制液体复苏剂量及速度,合理管理液体容量,对提高 SS 患者液体复苏疗效极其重要。

目标导向性液体复苏可有效纠正 SS,降低病死率。本研究结果还显示,复苏后,超声组 MAP、CVP

高于 ICON 组,ICON 组 MAP、CVP 高于对照组,且各组 MAP、CVP 均高于复苏前,HR 变化趋势与 MAP、CVP 相反,提示 ICON、CCUS 可有效指导液体复苏剂量及速度,快速恢复并维持机体内环境。对照组仅依靠 HR、血压判断液体容量具有一定滞后性,易导致过量补液,增加心脏负荷,严重时可加重组织水肿及缺氧,不利于呼吸机撤机及病情稳定<sup>[13]</sup>。ICON 通过对主动脉血流进行持续电信号转换处理,其数据易受主动脉瓣反流、水肿及其他设备信号等因素干扰<sup>[14]</sup>。CCUS 属新型容量检测技术,被誉为“可视化听诊器”,可基于心肺交互及心脏功能,通过静脉变异率判断血容量情况及反应性,实现目标导向作用,目

前多用于血流动力学及心功能监测,且具有无创、操作便捷、可重复、性价比高等优势,临床接受度较高<sup>[15-16]</sup>。SS 患者有效血容量不足,难以维持正常血压,MAP、CVP 下降,造成微血管代偿性收缩,HR 加快,CCUS 通过实时、精确、动态监测血流动力学指标,可及早发现 SS 患者容量不足,及早实施液体复苏,有效改善血容量下降,恢复血压,提升 MAP、CVP,稳定 HR,并综合心肌收缩力、外周血管阻力、胸腔液体含量等情况,进而指导液体管理,有助于减少 24 h 液体复苏量,及早恢复血供及血压,改善呼吸障碍,缩短呼吸机使用时间及入住 ICU 时间,且复苏后病情控制较佳,APACHE II 评分、SOFA 评分较低<sup>[17-18]</sup>。刘振国等<sup>[19]</sup>学者研究证实 APACHE II 评分、SOFA 评分与脓毒症患者预后均呈负相关。余琨等<sup>[20]</sup>学者研究指出,在 CCUS 指导下进行液体复苏可减少液体输注量,加快清除血 Lac,对成人 SS 液体复苏具有一定的指导价值,可为本研究提供依据。

SS 患者多存在毛细血管通透性增加及组织水肿。本研究发现,复苏后 3 组 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、pH、BE、EF 比较均为超声组>ICON 组>对照组,且均高于复苏前,提示 CCUS 在保护心肺功能、改善血流动力学方面更具优势,与柯慧娟等<sup>[21]</sup>学者研究结果相似。CCUS 可实时、动态呈现血管内血流频谱图,并通过红、绿、蓝三色编码伪彩图,提供血流信号空间信息,通过色彩及亮度提示血液流速等血流动力学情况,在 CCUS 监测下进行及时、精准的补液可有效恢复胶体渗透压,避免因过量补液引发急性肺水肿,改善心功能及氧化代谢障碍,增加血液碱储备,可表现为 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>、pH、BE、EF 等指标改善明显<sup>[22-23]</sup>。本研究发现,复苏后超声组血清 Lac、PCT、IL-1 $\beta$ 、IL-6 水平低于 ICON 组,且均低于复苏前。SS 患者机体炎症反应失控,免疫功能紊乱,产生并释放大量炎症因子进入血液,而血容量下降、缺氧亦可导致血液中 Lac 水平升高。在 ICON 及 CCUS 指导下进行及时、精确的液体复苏可改善血流灌注,加快 Lac 清除,亦可调控机体免疫功能,恢复并稳定机体内环境,减轻炎症反应及灌注引发的组织功能障碍,可表现为 Lac、PCT、IL-1 $\beta$ 、IL-6 等指标改善程度更佳<sup>[24-25]</sup>。

既往学者多注重 ICON 或 CCUS 单一方式在液体复苏中的应用价值,缺少不同仪器引导下液体复苏临床疗效的对比分析,本研基于前文描述,进一步分析数据,以获取最佳引导方式,这也是本研究创新性所在。本研究分析结果显示,超声组容量过负荷、组织水肿、器官功能障碍发生率均低于 ICON 组,且 ICON 组低于对照组,再次证实 CCUS 引导下液体复苏可有效控制液体平衡量,降低容量过负荷风险,减少组织水肿及器官功能障碍,改善患者预后。CCUS 可为临床提供更多客观、准确、动态数据支持,在其引导下进行液体复苏,虽不能明显降低 28 d 病死

率,但可有效改善血流动力学及各组织器官功能障碍,亦可调控液体用量及速度,避免容量超负荷,且具有操作便捷、实时、持续、性价比高等优势,临床应用价值较高。

综上所述,CCUS 及 ICON 均可指导 SS 患者液体复苏,改善血流动力学,改善患者预后,CCUS 应用效果更佳,可用于临床指导 SS 患者液体复苏治疗,避免盲目补液。本研究为单中心研究,样本量较小,缺乏广泛代表性,结果可能存在一定的偏倚,后续有待通过多中心、大样本研究,进一步验证本研究结果,以期临床工作提供更多参考依据。

## 参考文献

- [1] FONT M D, THYAGARAJAN B, KHANNA A K. Sepsis and septic shock-basics of diagnosis, pathophysiology and clinical decision making[J]. Med Clin North Am, 2020, 104(4): 573-585.
- [2] RUSLAN M A, BAHARUDDIN K A, NOOR N M, et al. Norepinephrine in septic shock: a systematic review and Meta-analysis[J]. West J Emerg Med, 2021, 22(2): 196-203.
- [3] 李刚, 魏冯宁, 张国强, 等. 被动抬腿试验联合经胸超声心动图指导脓毒性休克患者早期液体复苏的临床意义[J]. 中华危重病急救医学, 2019, 31(4): 413-417.
- [4] RENNER J, BEIN B, GRÜNEWALD M. Hemodynamic monitoring in the ICU: the more invasive, the better? [J]. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 2022, 57(4): 263-276.
- [5] NIKRAVAN S, SONG P P, BUGHRARA N, et al. Focused ultrasonography for septic shock resuscitation[J]. Curr Opin Crit Care, 2020, 26(3): 296-302.
- [6] 高戈, 冯喆, 常志刚, 等. 2012 国际严重脓毒症及脓毒性休克诊疗指南[J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25(8): 501-505.
- [7] 中华医学会重症医学分会. 中国严重脓毒症/脓毒性休克治疗指南(2014)[J]. 中华内科杂志, 2015, 54(6): 557-581.
- [8] FOSTER D M, KELLUM J A. Endotoxic septic shock: diagnosis and treatment[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(22): 16185.
- [9] DANIEL M, BEDOUI Y, VAGNER D, et al. Pathophysiology of sepsis and Genesis of septic shock: the critical role of mesenchymal stem cells(MSCs)[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(16): 9274.
- [10] ZHANG Y J, WANG M J, LU Z Q, et al. Effect of fluid resuscitation strategies for obese patients with sepsis and septic shock: a systematic review[J]. Intensive Care Res, 2023, 3(1): 61-68.
- [11] TAN L, SHE H, ZHENG J, et al. Effects of malate ringe's solution on myocardial injury in sepsis and enforcement effects of TPP@PAMAM-MR[J]. J Transl Med, 2022, 20(1): 591.

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.02.013

# 头颈部肿瘤患者放疗特征及放疗前免疫功能、炎症指标水平对放射性皮炎发生风险的影响\*

岳雯, 桑娟, 朱成斌<sup>△</sup>

新疆维吾尔自治区人民医院放疗中心, 新疆乌鲁木齐 830001

**摘要:**目的 探讨头颈部肿瘤患者放疗特征及放疗前免疫功能、炎症指标水平对放射性皮炎发生风险的影响。方法 以 2020 年 1 月至 2023 年 12 月于该院接受放疗的 272 例头颈部肿瘤患者作为研究对象。根据放疗期间是否发生放射性皮炎, 将发生放射性皮炎的患者纳入研究组, 未发生放射性皮炎的患者纳入对照组。根据放射性皮炎的严重程度将研究组患者分为轻度放射性皮炎组、重度放射性皮炎组。比较研究组与对照组一般临床资料、放疗相关特征及放疗前免疫功能(CD3<sup>+</sup>T 细胞比例、CD4<sup>+</sup>T 细胞比例、CD8<sup>+</sup>T 细胞比例、CD4<sup>+</sup>T 细胞/CD8<sup>+</sup>T 细胞比值)及炎症指标[白细胞介素(IL)-1 $\beta$ 、IL-6、IL-8、肿瘤坏死因子(TNF- $\alpha$ )]水平。比较轻度放射性皮炎组、重度放射性皮炎组放疗相关特征及放疗前免疫功能和炎症指标水平。通过多因素 Logistic 回归分析头颈部肿瘤患者发生放射性皮炎的影响因素; 绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价各影响因素对头颈部肿瘤患者放疗后发生放射性皮炎的预测价值。结果 研究组 172 例, 对照组 100 例。研究组中 101 例划分为轻度放射性皮炎组, 71 例划分为重度放射性皮炎组。研究组与对照组间放疗形式、照射野数量、放疗次数比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ); 研究组患者放疗剂量大于对照组( $P < 0.05$ )。重度放射性皮炎组三维适形放疗比例、放疗剂量均大于轻度放射性皮炎组( $P < 0.05$ )。研究组与对照组间 CD3<sup>+</sup>、CD8<sup>+</sup>T 细胞比例比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ); 研究组 CD4<sup>+</sup>T 细胞比例、CD4<sup>+</sup>T 细胞/CD8<sup>+</sup>T 细胞比值均低于对照组( $P < 0.05$ )。重度放射性皮炎组 CD4<sup>+</sup>T 细胞比例、CD4<sup>+</sup>T 细胞/CD8<sup>+</sup>T 细胞比值均低于轻度放射性皮炎组( $P < 0.05$ ), CD8<sup>+</sup>T 细胞比例高于轻度放射性皮炎组( $P < 0.05$ )。研究组与对照组间血清 IL-6、IL-8、TNF- $\alpha$  水平比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ); 研究组血清 IL-1 $\beta$  水平高于对照组( $P < 0.05$ )。重度放射性皮炎组血清 IL-1 $\beta$ 、TNF- $\alpha$  水平均高于轻度放射性皮炎组( $P < 0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 头颈部肿瘤患者放疗剂量大、血清 IL-1 $\beta$  水平高均是头颈部肿瘤患者放疗后发生放射性皮炎的危险因素( $P < 0.05$ ); CD4<sup>+</sup>T 细胞比例高、CD4<sup>+</sup>T 细胞/CD8<sup>+</sup>T 细胞比值高均是头颈部肿瘤患者放疗后发生放射性皮炎的保护因素( $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析结果显示, 放疗剂量、CD4<sup>+</sup>T 细胞比例、CD4<sup>+</sup>T 细胞/CD8<sup>+</sup>T 细胞比值、血清 IL-1 $\beta$  单项预测头颈部肿瘤患者放疗后发生放射性皮炎的曲线下面积(AUC)为 0.782(95%CI: 0.670~0.895)、0.861(95%CI: 0.776~0.946)、0.835(95%CI: 0.731~0.939)、0.702(95%CI: 0.563~0.842), 4 项联合预测的 AUC 为 0.986(95%CI: 0.970~0.999)。结论 头颈部肿瘤患者进行放疗前 IL-1 $\beta$  水平高、CD4<sup>+</sup>T 细胞比例低、CD4<sup>+</sup>T 细胞/CD8<sup>+</sup>T 细胞比值低是头颈部肿瘤患者放疗后发生放射性皮炎的危险因素, 针对此类患者应注意选择合适的放疗方式并及时调整放疗剂量, 以降低放疗后放射性皮炎的发生风险, 并改善患者预后。

**关键词:** 头颈部肿瘤; 放射性皮炎; 免疫功能; 危险因素; 白细胞介素

中图法分类号: R739.91; R446.1

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2025)02-0216-07

## Effects of radiotherapy characteristics, pre-radiotherapy immune function and levels of inflammatory indicators in patients with head and neck tumors on occurrence risk of radiation dermatitis\*

YUE Wen, SANG Juan, ZHU Chengbin<sup>△</sup>

Radiotherapy Center, Xinjiang Uygur Autonomous Region People's Hospital,  
Urumqi, Xinjiang 830001, China

**Abstract: Objective** To explore the radiotherapy characteristics, pre-radiotherapy immune function and inflammatory indicators levels in the patients with head and neck tumors and their impact on the occurrence risk of radiation dermatitis. **Methods** A total of 272 patients with head and neck tumors receiving radiotherapy in this hospital from January 2020 to December 2023 were selected as the research subjects. According to whether radiation dermatitis occurred during radiotherapy, the patients with radiation dermatitis were included

\* 基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2020D01C403)。

作者简介: 岳雯, 女, 主管护师, 主要从事肿瘤放疗护理方面的研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail: 1464381784@qq.com。