

不同液体复苏方案联合纠正低体温对创伤失血性休克的疗效比较



何梦夕, 潘爱弟, 陈玲珑, 叶 如

温州市人民医院急诊科 (浙江温州 325000)

【摘要】目的 探究常规 (RFR)、限制性 (LFR) 及高渗性液体复苏方案 (HFR) 联合纠正低体温 (TH) 对创伤失血性休克 (THS) 患者的临床疗效。**方法** 回顾性纳入温州市人民医院 2020 年 6 月 1 日至 2023 年 6 月 1 日急诊科收治的 THS 患者。所有 THS 均采用液体复苏联合 TH 抢救治疗, 根据不同液体复苏方案分为 RFR 组、LFR 组和 HFR 组。比较每组患者 24 h 死亡率、7 d 死亡率、并发症发生率、凝血功能 [凝血酶时间 (TT)、活化部分凝血活酶时间 (APTT)、纤维蛋白原 (FIB) 和凝血酶原时间 (PT)]、肝肾功能 [谷草转氨酶 (AST)、谷丙转氨酶 (ALT)、血清肌酐 (Scr) 和尿素氮 (BUN)]、电解质 (血钾、血钠、血氯和血镁) 及乳酸变化情况、外周血炎症因子 [白细胞介素-10 (IL-10)、IL-4、IL-6 和肿瘤坏死因子- α (TNF- α)] 变化情况。**结果** 共纳入 264 例患者, 其中 RFR 组 67 例、LFR 组 119 例、HFR 组 78 例。经倾向性评分匹配后, 每组各 67 例, RFR 组、LFR 组和 HFR 组 24 h 死亡率差异无统计学意义 (4.48% vs. 4.48% vs. 4.48%, $P>0.05$), LFR 组 (10.45% vs. 29.85%, $P<0.05$) 和 HFR 组 (4.48% vs. 29.85%, $P<0.05$) 7 d 死亡率显著低于 RFR 组, LFR 组和 HFR 组 7 d 死亡率差异无统计学意义 (10.45% vs. 4.48%, $P>0.05$)。LFR 组 (4.48% vs. 19.40%, $P<0.05$) 和 HFR 组 (4.48% vs. 19.40%, $P<0.05$) 弥散性血管内凝血 (DIC) 发生率显著低于 RFR 组, 三组间其余并发症 (急性肾衰竭、急性呼吸窘迫综合征、多器官功能障碍综合征) 发生率差异无统计学意义 ($P>0.05$)。复苏 1 h 后, LFR 组和 HFR 组 TT、APTT、PT、AST、ALT、BUN、血钾、血钠、血氯、血镁和乳酸低于 RFR 组, 而 FIB 显著高于 RFR 组 ($P<0.05$); LFR 组和 HFR 组 IL-10 和 IL-4 显著高于 RFR 组 ($P<0.05$), 而 IL-6 和 TNF- α 显著低于 RFR 组 ($P<0.05$)。**结论** 与常规治疗相比, 限制性及高渗性液体复苏方案联合纠正低体温可在一定程度上改善 THS 患者凝血功能、肝肾功能、电解质、乳酸及炎症因子水平, 降低 THS 患者 7 d 死亡率和 DIC 发生率。

【关键词】 液体复苏; 纠正低温; 创伤失血性休克

【中图分类号】 R441.9

【文献标识码】 A

Comparison of the efficacy of different fluid resuscitation regimens on traumatic hemorrhagic shock

HE Mengxi, PAN Aidi, CHEN Linglong, YE Ru

Department of Emergency, Wenzhou People's Hospital, Wenzhou 325000, Zhejiang Province, China

Corresponding author: CHEN Linglong, Email: hmx03312024@163.com

DOI: 10.12173/j.issn.2097-4922.202502079

基金项目: 温州市科研项目 (Y2023715)

通信作者: 陈玲珑, 主任医师, Email: hmx03312024@163.com

<https://yxqy.whuznhmedj.com>

【Abstract】Objective To explore the clinical efficacy of routine fluid resuscitation (RFR), limited fluid resuscitation (LFR), and hypertonic fluid resuscitation (HFR) combined with therapeutic hypothermia (TH) in treating patients with traumatic hemorrhagic shock (THS). **Methods** Patients with THS admitted to the Department of Emergency, Wenzhou People's Hospital from June 1st, 2020, to June 1st, 2023, were retrospectively included. All THS patients were treated with fluid resuscitation combined with TH. According to different fluid resuscitation regimens, they were divided into the RFR group, the LFR group, and the HFR group. Outcomes were compared among groups, including 24-hour mortality rate, 7-day mortality rate, incidence of complications, coagulation function [thrombin time (TT), activated partial thromboplastin time (APTT), fibrinogen (FIB), and prothrombin time (PT)], liver and kidney function [aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), serum creatinine (Scr), and blood urea nitrogen (BUN)], electrolyte levels (potassium, sodium, chloride, and magnesium), changes in lactate concentration, and inflammatory markers in peripheral blood [interleukin (IL)-10, IL-4, IL-6, and tumor necrosis factor- α (TNF- α)]. **Results** A total of 264 patients were included, with 67 cases in the RFR group, 119 in the LFR group, and 78 in the HFR group. After propensity score matching (PSM), each group consisted of 67 patients. The 24-hour mortality rates of the RFR group, the LFR group, and the HFR group had no statistical difference (4.48% vs. 4.48% vs. 4.48%, $P>0.05$). The 7-day mortality rates of the LFR group (10.45% vs. 29.85%, $P<0.05$) and the HFR group (4.48% vs. 29.85%, $P<0.05$) were significantly lower than that of the RFR group, but there was no significant difference in 7-day mortality rates between the LFR group and the HFR group (10.45% vs. 4.48%, $P>0.05$). The incidences of disseminated intravascular coagulation (DIC) in the LFR group (4.48% vs. 19.40%, $P<0.05$) and the HFR group (4.48% vs. 19.40%, $P<0.05$) were significantly lower than that in the RFR group, and there were no statistically significant differences among the three groups in the incidence of other complications, including acute renal failure, acute respiratory distress syndrome, and multiple organ dysfunction syndrome ($P>0.05$). One hour after resuscitation, the levels of TT, APTT, PT, AST, ALT, BUN, serum potassium, serum sodium, serum chloride, serum magnesium, and lactate in the LFR group and the HFR group were lower than those in the RFR group ($P<0.05$), while the level of FIB was higher than that in the RFR group ($P<0.05$). In addition, the levels of IL-10 and IL-4 in the LFR group and the HFR group were significantly higher than that in the RFR group ($P<0.05$), while the levels of IL-6 and TNF- α were significantly lower than those in the RFR group ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with RFR, both LFR and HFR combined with TH can improve the levels of coagulation function, electrolytes, lactic acid, and inflammatory factors in THS patients to some extent, and reduce the mortality rate and the occurrence of DIC in THS patients.

【Keywords】 Fluid resuscitation; Therapeutic hypothermia; Traumatic hemorrhagic shock

创伤伴失血性休克 (trauma hemorrhagic shock, THS) 是由于机体遭受严重创伤, 导致血管破裂、大量血液丢失, 引起有效循环血量锐减, 组织灌注不足, 细胞代谢紊乱和功能受损的病理生理过程, 是临床上常见的急危重症^[1]。据统计, 全球每年因创伤导致死亡的人数超过 440 万, 其中约 30% 的创伤死亡是由 THS 引起^[2]。因此, THS 患者临床救治工作显得尤为重要。液体复苏是治疗 THS 的关键手段, 旨在快速恢复有效循环血量, 改善组织灌注, 维持重要器官的功能。目前, 临床上存在多种液体复苏方案, 其中常规液体复苏 (routine fluid resuscitation, RFR)、限制

性液体复苏 (limited fluid resuscitation, LFR) 及高渗性液体复苏 (hypertonic fluid resuscitation, HFR) 方案较为常用^[3]。然而, 不同的液体复苏方案在临床应用中的疗效和安全性仍存在争议, 尚无统一的标准方案。低体温状态是 THS 患者常见的并发症之一, 其发生率在 10%~66% 之间^[4]。低体温状态对机体生理功能的影响是多方面的。一方面, 低体温状态抑制凝血酶等凝血因子的活性, 导致凝血功能障碍^[5]。另一方面, 低体温状态还会降低心肌收缩力, 减少心输出量, 进一步恶化患者的血流动力学状态^[6]。此外, 低体温还会抑制机体的免疫功能, 增加感染风险, 形成恶

性循环,严重影响患者预后^[7]。因此,纠正低体温(therapeutic hypothermia, TH)在创伤性休克的治疗中至关重要。目前研究主要聚焦于单一液体复苏方案或纠正低体温措施对 THS 患者的影响,而关于 RFR、LFR 及 HFR 方案分别联合 TH 对 THS 患者临床疗效的比较研究相对有限。因此,本研究通过探究 RFR、LFR 及 HFR 方案联合 TH 对 THS 患者的临床疗效,旨在为临床治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性纳入温州市人民医院 2020 年 6 月 1 日至 2023 年 6 月 1 日急诊科收治的 THS 患者。纳入标准:①符合 THS 诊断标准^[8];②成年(≥ 18 岁);③创伤严重程度评分(injury severity score, ISS)提示严重创伤,即 $ISS \geq 16$ 分。排除标准:①既往合并心脏、肾脏、肝脏等实质性器官功能障碍;②既往合并自身免疫性疾病、风湿性疾病等,长期激素治疗;③既往合并恶性肿瘤者;④合并严重颅脑损伤。本研究已通过温州市人民医院伦理审查委员会的审核批准(伦理审批号:KY-2023-252),且豁免患者知情同意。

1.2 治疗方案

根据不同液体复苏方案分为 RFR 组、LFR 组和 HFR 组。3 组患者入院后均进行常规处置,包括常规影像学、实验室等检查,及时评估病情,必要时进行气管插管,并建立 2 条及以上静脉通道,快速输血来维持血容量。TH 的具体操作如下:将患者身上潮湿冰冷的衣物去除,然后用加热至 40℃ 的空气对流毯进行覆盖,把室内温度调节至 30℃,并且将输注液体的温度控制在 40℃。与此同时,对患者的直肠内温度进行监测,使其达到 37℃。

1.2.1 RFR 组

在常规处置的基础上进行 RFR:快速输入复方氯化钠注射液(四川科伦药业股份有限公司,规格:500 mL,批号:D24081015)与羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液(山东齐都药业有限公司,规格:500 mL,批号:9B24021201)(比例为 2:1),输注速度为 10~15 mL/kg/h,并依据病情调整输液速度,持续补液,确保收缩压维持在 100 mmHg 及以上,平均动脉压在 70 mmHg 及以上。

1.2.2 LFR 组

在常规处置的基础上实施 LFR:静脉输注复方氯化钠注射液与羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液(比例为 2:1),在患者平均动脉压未达到 50 mmHg 时,以 20 mL/kg/h 的速度输注;当患者平均动脉压升至 50 mmHg 后,减慢输注速度,使平均动脉压维持在 50~60 mmHg。

1.2.3 HFR 组

在常规处置的基础上进行 HFR:在 12~15 min 内快速输注 7.5% 的氯化钠溶液 300 mL,然后以 4.0 mL/kg/h 的速度输注复方氯化钠注射液与羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液(比例为 2:1),通过调节输液速度让患者收缩压在短时间内达到 100 mmHg。

1.3 疗效评估指标

1.3.1 复苏效果

通过电子病例系统进行回顾,比较 RFR 组、LFR 组和 HFR 组 THS 患者的 24 h 死亡率、7 d 死亡率和并发症发生率。并发症包括急性肾衰竭(acute renal failure, ARF)、弥散性血管内凝血(disseminated intravascular coagulation, DIC)、急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)、多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)、肺部感染、呼吸衰竭、腹腔感染等^[9]。

1.3.2 凝血功能、肝肾功能及电解质

通过电子病例系统收集患者复苏前和复苏 1 h 后的凝血功能[凝血酶时间(thrombin time, TT)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)和凝血酶原时间(prothrombin time, PT)]、肝肾功能[谷草转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)、谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、血清肌酐(serum creatinine, Scr)和尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)]和电解质(血钾、血钠、血氯、血镁)和乳酸。

1.3.3 外周血炎症因子

通过电子病例系统收集患者复苏前和复苏 1 小时后的外周血炎症因子,炎症因子包括白细胞介素-10(interleukin-10, IL-10)、IL-4、IL-6 和肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。正态分布计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用单因素方差分析，事后分析采用 LSD-*t* 检验；计数资料采用 *n* (%) 表示，组间比较使用卡方检验或 Fisher's 精确检验。检验水准 $\alpha=0.05$ ，以双侧 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。由于 3 组样本量分布不均可能影响统计效力，本研究采用倾向性评分匹配 (propensity score matching, PSM) 对基线资料进行匹配 (1:1:1)，匹配变量包括年龄、性别、创伤原因、受伤至入院时间和失血性休克分级。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入 264 例 THS 患者，其中 RFR 组 67 例、

LFR 组 119 例、HFR 组 78 例。PSM 后，每组各 67 例，3 组 THS 患者 PSM 后的基线资料差异无统计学意义 ($P>0.05$)，具体见表 1。

2.2 复苏效果

RFR 组、LFR 组和 HFR 组在 24 h 死亡率 (4.48% vs. 4.48% vs. 4.48%, $P>0.05$) 差异无统计学意义 ($P>0.05$)，而 LFR 组 (10.45% vs. 29.85%, $P<0.05$) 和 HFR 组 (4.48% vs. 29.85%, $P<0.05$) 7 d 死亡率显著低于 RFR 组，LFR 组和 HFR 组 7 d 死亡率比较差异无统计学意义性 (10.45% vs. 4.48%, $P>0.05$)。在并发症方面，LFR 组 (4.48% vs. 19.4%, $P<0.05$) 和 HFR 组 (4.48% vs. 19.4%, $P<0.05$) DIC 发生率显著低于 RFR 组，3 组其余并发症发生率差异无统计学差异 ($P>0.05$)。具体见表 2。

表1 常规组、限制组和高渗组基线资料 [*n* (%)]

Table 1. Baseline data among the conventional, restricted and hypertonic groups [*n* (%)]

指标	PSM前					PSM后				
	RFR组 (<i>n</i> =67)	LFR组 (<i>n</i> =119)	HFR组 (<i>n</i> =78)	<i>F</i> / χ^2	<i>P</i>	RFR组 (<i>n</i> =67)	LFR组 (<i>n</i> =67)	HFR组 (<i>n</i> =67)	<i>F</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄 (岁) *	48.66 ± 12.92	47.80 ± 12.66	48.58 ± 12.60	0.135	0.874	48.66 ± 12.92	46.76 ± 12.70	47.28 ± 13.02	0.387	0.680
性别				0.177	0.916				1.075	0.584
女	30 (44.78)	57 (47.90)	36 (46.15)			30 (44.78)	31 (46.27)	33 (49.25)		
男	37 (55.22)	62 (52.10)	42 (53.85)			37 (55.22)	36 (53.73)	34 (50.75)		
创伤原因				3.374	0.909				0.456	1.000
交通事故伤	35 (52.24)	53 (44.54)	38 (48.72)			35 (52.24)	35 (52.24)	35 (52.24)		
跌落伤	15 (22.39)	22 (18.49)	16 (20.51)			15 (22.39)	14 (20.90)	15 (22.39)		
刀伤	5 (7.46)	9 (7.56)	6 (7.69)			5 (7.46)	5 (7.46)	6 (8.96)		
重物挤压伤	5 (7.46)	13 (10.92)	7 (8.97)			5 (7.46)	5 (7.46)	5 (7.46)		
其他	7 (10.45)	22 (18.49)	11 (14.10)			7 (10.45)	8 (11.94)	6 (8.96)		
受伤至入院时间 (d) *	40.30 ± 12.49	37.97 ± 12.65	37.17 ± 13.06	1.175	0.311	40.30 ± 12.49	37.01 ± 12.89	37.69 ± 13.09	1.225	0.296
失血性休克分级				1.134	0.889				0.094	0.999
I级	17 (25.37)	35 (29.41)	21 (26.92)			17 (25.37)	17 (25.37)	18 (26.87)		
II级	30 (44.78)	44 (36.97)	32 (41.03)			30 (44.78)	29 (43.28)	29 (43.28)		
III级	20 (29.85)	40 (33.61)	25 (32.05)			20 (29.85)	21 (31.34)	20 (29.85)		

注：*正态分布计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。

表2 复苏效果比较 [*n* (%)]

Table 2. Comparison of the resuscitation effects [*n* (%)]

复苏效果	RFR组 (<i>n</i> =67)	LFR组 (<i>n</i> =67)	HFR组 (<i>n</i> =67)	χ^2	<i>P</i>
24 h病死率	3 (4.48)	3 (4.48)	3 (4.48)	0.148	1.000
7 d病死率	20 (29.85)	7 (10.45) ^a	3 (4.48) ^a	18.572	<0.001
并发症					
ARF	7 (10.45)	3 (4.48)	3 (4.48)	2.338	0.310
DIC	13 (19.40)	3 (4.48) ^a	3 (4.48) ^a	11.625	0.003
ARDS	7 (10.45)	3 (4.48)	3 (4.48)	2.338	0.310
MODS	7 (10.45)	4 (5.97)	3 (4.48)	1.850	0.474
其他	3 (4.48)	3 (4.48)	3 (4.48)	0.148	1.000

注：与RFR组比较，^a $P<0.05$ ；其他：包括肺部感染、呼吸衰竭、腹腔感染等。

2.3 凝血功能、肝肾功能、电解质及乳酸

复苏前，除血镁外，3 组患者在其他凝血功能、肝肾功能、电解质和乳酸水平差异无统计学意义 ($P>0.05$)。复苏 1 h 后，LFR 组和 HFR 组 TT、APTT、FIB、PT、AST、ALT、BUN、血钾、血钠、血氯、血镁和乳酸显著低于 RFR 组，差异有统计意义 ($P<0.05$)，而 3 组间 Scr 组间差异

无统计学意义 ($P>0.05$)。具体见表 3。

2.4 外周血炎症因子

复苏前，3 组外周血炎症因子水平差异无统计学意义 ($P>0.05$)。复苏 1 h 后，LFR 组和 HFR 组 IL-10 和 IL-4 水平显著高于 RFR 组 ($P<0.05$)，而 IL-6 和 TNF- α 显著低于 RFR 组 ($P<0.05$)。具体见表 4。

表3 凝血功能、肝肾功能、电解质及乳酸比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3. Comparison of coagulation function, liver and kidney function, electrolytes and lactate ($\bar{x} \pm s$)					
指标	RFR组 (n=67)	LFR组 (n=67)	HFR组 (n=67)	F	P
凝血功能					
TT (s)					
复苏前	29.84 $\pm$ 2.12	30.18 $\pm$ 2.08	29.42 $\pm$ 2.21	2.137	0.121
复苏1 h后	21.60 $\pm$ 1.92	19.31 $\pm$ 1.94 ^a	19.85 $\pm$ 2.05 ^a	24.662	<0.001
APTT (s)					
复苏前	45.68 $\pm$ 3.10	44.85 $\pm$ 3.37	44.79 $\pm$ 3.11	1.626	0.199
复苏1 h后	36.09 $\pm$ 3.33	33.15 $\pm$ 2.96 ^a	33.15 $\pm$ 2.8 ^a	20.978	<0.001
FIB (g/L)					
复苏前	1.62 $\pm$ 0.20	1.58 $\pm$ 0.23	1.64 $\pm$ 0.24	1.467	0.233
复苏1 h后	2.25 $\pm$ 0.35	2.63 $\pm$ 0.28 ^a	2.69 $\pm$ 0.28 ^a	40.28	<0.001
PT (s)					
复苏前	18.59 $\pm$ 2.55	18.60 $\pm$ 2.48	18.64 $\pm$ 2.6	0.007	0.993
复苏1 h后	16.23 $\pm$ 1.91	14.65 $\pm$ 1.71 ^a	14.73 $\pm$ 1.72 ^a	16.759	<0.001
肝肾功能					
AST (U/L)					
复苏前	43.27 $\pm$ 2.02	43.90 $\pm$ 2.40	43.36 $\pm$ 2.14	1.612	0.202
复苏1 h后	38.25 $\pm$ 1.96	33.29 $\pm$ 1.87 ^a	33.45 $\pm$ 1.93 ^a	144.448	<0.001
ALT (U/L)					
复苏前	32.60 $\pm$ 1.74	32.65 $\pm$ 2.16	32.98 $\pm$ 1.89	0.792	0.455
复苏1 h后	27.06 $\pm$ 2.03	25.26 $\pm$ 2.21 ^a	25.34 $\pm$ 2.04 ^a	15.801	<0.001
Scr (μ mol/L)					
复苏前	168.27 $\pm$ 14.4	164.06 $\pm$ 15.6	168.34 $\pm$ 14.87	1.796	0.169
复苏1 h后	109.81 $\pm$ 10.31	108.41 $\pm$ 8.87	109.11 $\pm$ 9.13	0.366	0.694
BUN (mmol/L)					
复苏前	4.95 $\pm$ 0.38	5.07 $\pm$ 0.35	5.10 $\pm$ 0.39	2.781	0.064
复苏1 h后	3.48 $\pm$ 0.34	3.11 $\pm$ 0.34 ^a	3.11 $\pm$ 0.27 ^a	30.956	<0.001
电解质					
血钾 (mmol/L)					
复苏前	6.02 $\pm$ 0.2	6.04 $\pm$ 0.2	6.05 $\pm$ 0.21	0.479	0.620
复苏1 h后	5.67 $\pm$ 0.31	4.92 $\pm$ 0.27 ^a	4.94 $\pm$ 0.26 ^a	153.155	<0.001
血钠 (mmol/L)					
复苏前	157.57 $\pm$ 8.02	157.58 $\pm$ 7.29	157.87 $\pm$ 7.55	0.033	0.968
复苏1 h后	156.39 $\pm$ 5.76	150.71 $\pm$ 5.38 ^a	151.20 $\pm$ 5.18 ^a	22.350	<0.001
血氯 (mmol/L)					
复苏前	108.70 $\pm$ 11.16	107.07 $\pm$ 9.76	108.14 $\pm$ 9.26	0.451	0.637
复苏1 h后	107.56 $\pm$ 8.51	104.17 $\pm$ 5.38 ^a	103.94 $\pm$ 5.57 ^a	6.231	0.002
血镁 (mmol/L)					
复苏前	1.00 $\pm$ 0.47	1.08 $\pm$ 0.41	0.88 $\pm$ 0.41	3.637	0.028
复苏1 h后	0.95 $\pm$ 0.35	0.81 $\pm$ 0.07 ^a	0.80 $\pm$ 0.07 ^a	10.012	<0.001
乳酸 (mmol/L)					
复苏前	5.79 $\pm$ 0.76	5.84 $\pm$ 0.81	5.73 $\pm$ 0.75	0.361	0.698
复苏1 h后	5.41 $\pm$ 0.54	3.74 $\pm$ 0.44 ^a	3.78 $\pm$ 0.48 ^a	254.853	<0.001

注：与RFR组比较，^a $P<0.05$ 。

表4 外周血炎症因子比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 4. Comparison of inflammatory factors in peripheral blood ($\bar{x} \pm s$)

外周血炎症因子	RFR组 ($n=67$)	LFR组 ($n=67$)	HFR组 ($n=67$)	<i>F</i>	<i>P</i>
IL-10 (ng/L)					
复苏前	21.17 ± 1.70	21.37 ± 1.88	20.96 ± 1.61	0.899	0.409
复苏1 h后	25.49 ± 1.94	29.08 ± 2.76 ^a	28.68 ± 2.64 ^a	42.360	<0.001
IL-4 (ng/L)					
复苏前	5.42 ± 0.69	5.17 ± 0.72	5.25 ± 0.67	2.183	0.115
复苏1 h后	6.05 ± 0.74	7.00 ± 0.82 ^a	7.14 ± 0.85 ^a	36.299	<0.001
IL-6 (ng/L)					
复苏前	24.75 ± 2.36	24.49 ± 2.57	24.55 ± 2.60	0.196	0.822
复苏1 h后	33.56 ± 3.43	29.58 ± 2.24 ^a	29.03 ± 2.54 ^a	53.047	<0.001
TNF-α (μg/L)					
复苏前	9.81 ± 1.38	9.62 ± 1.42	9.61 ± 1.33	0.436	0.647
复苏1 h后	14.83 ± 1.42	13.20 ± 1.63 ^a	13.62 ± 1.52 ^a	20.707	<0.001

注：与RFR组比较，^a*P*<0.05。

3 讨论

THS 病情危急，其治疗效果直接关乎患者的生命安全与预后质量。液体复苏作为 THS 患者治疗的关键环节，不同的复苏方案对患者的影响存在差异。同时，TH 对于改善 THS 患者的凝血功能、降低并发症发生率具有重要意义。本研究回顾性对比 RFR、LFR 及 HFR 方案联合 TH 在 THS 患者中的临床疗效，以期为临床治疗提供科学依据。

本研究结果显示 RFR 组、LFR 组和 HFR 组 24 h 死亡率相似，提示不同液体复苏方案对早期死亡率并不影响。然而，LFR 组和 HFR 组 7 d 死亡率显著低于 RFR 组，与以往部分研究相符^[10]。Meta 分析显示，与 RFR 相比，LFR 著降低血容量性休克患者的死亡率^[11]。LFR 在出血未控制前适当限制补液量，避免血压过高导致的出血加剧，从而减少并发症和死亡风险^[12]；高渗性液体复苏在较少的补液量下快速扩容，改善微循环，减轻组织水肿，对预后发挥积极影响^[13]。LFR 组和 HFR 组 7 d 死亡率相似，提示这两种方案在降低患者长期死亡风险方面具有类似效果。

并发症发生率是评估液体复苏策略安全性的重要指标。本研究显示，LFR 组和 HFR 组的 DIC 发生率显著低于 RFR 组。此外，LFR 组和 HFR 组 TT、APTT、PT 低于 RFR 组，而 FIB 高于 RFR 组，提示 LFR 和 HFR 方案在改善凝血功能优于 RFR 方案。RFR 大量快速补液可能导致血液稀释，使凝血因子浓度降低，破坏凝血平衡，增加 DIC 的发生风险^[14]。而 LFR 方案合理控制补液量，维持了血液的适当黏稠度和凝血因子浓度，有利于保

持凝血功能的稳定^[15]。HFR 方案则改善微循环，减少组织缺血缺氧，降低血管内皮细胞损伤，从而降低 DIC 的发生风险^[16]。

LFR 组和 HFR 组 AST、ALT、BUN 水平低于 RFR 组，提示 LFR 和 HFR 肝肾功能的保护作用优于 RFR。LFR 通过避免容量超负荷，维持肝脏与肾脏的血流灌注平衡。HFR 则通过快速改善微循环，减轻肾脏缺血缺氧状态，优化肾小球滤过功能；高渗溶液还可减轻肾小管上皮细胞水肿，促进尿素氮等代谢废物的排泄，从而降低 BUN 水平^[17]。此外，LFR 组和 HFR 组血钾、血钠、血氯、血镁和乳酸低于 RFR 组，提示 LFR 和 HFR 方案在维持内环境稳定方面优于 RFR 方案。HFR 方案通过提高血浆渗透压，促进细胞内外的物质交换，改善细胞代谢，减少了乳酸等代谢产物的堆积，同时有助于维持电解质平衡^[18]。

THS 病理生理过程极为复杂，创伤和失血导致机体产生大量氧自由基和炎症介质，从而引发全身炎症反应，加剧器官功能障碍^[19]。过高的 IL-6 和 TNF-α 会使中性粒细胞过度活化，释放大量活性氧物质和蛋白酶，损伤周围组织细胞，引发炎症级联反应，导致病情恶化^[20]。IL-10^[21]和 IL-4^[22]是具有抗炎作用的细胞因子，能够抑制过度的炎症反应，减轻组织损伤。IL-6 和 TNF-α 是促炎细胞因子，其水平升高会加重炎症反应，导致组织器官损伤^[23]。本研究结果显示，LFR 组和 HFR 组的 IL-10 和 IL-4 显著高于 RFR 组，而 IL-6 和 TNF-α 显著低于 RFR 组，提示 LFR 和 HFR 在减轻全身炎症反应方面优于 RFR。

本研究也存在一定的局限性。第一，本研

究为单中心的回顾性研究, 样本量相对有限, 可能存在选择偏倚, 研究结果的外推性受到一定限制; 第二, 研究未对患者的长期预后进行进一步随访; 第三, 数据依赖电子病历存在信息缺失风险, 可能导致研究结果准确性受损; 第四, 本研究未监测 HFR 组高钠血症发生率。未来的研究可以开展多中心、大样本的前瞻性随机对照试验, 并进行长期随访, 以更全面、准确地评估不同液体复苏方案联合 TH 对 THS 患者的临床疗效。

综上所述, 与 RFR 方案联合纠正低体温相比, LFR 和 HFR 方案联合 TH 可降低 THS 患者的 7 d 死亡率和 DIC 发生率, 改善凝血功能和内环境稳定, 调节外周血炎症因子水平。

参考文献

- 1 丁国钰, 葛兰, 朱春燕, 等. 下腔静脉变异指导液体复苏对创伤失血性休克患者血栓弹力图、炎症因子的影响及预后相关分析[J]. 西部医学, 2024, 36(11): 1702–1706. [Ding GY, Ge L, Zhu CY, et al. The influence of fluid resuscitation guided by inferior vena cava variation on thrombus elastogram, inflammatory factors and prognostic correlation in patients with traumatic hemorrhagic shock[J]. Medical Journal of West China, 2024, 36(11): 1702–1706.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-3511.2024.11.027](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-3511.2024.11.027).
- 2 GBD 2021 Demographics Collaborators. Global age-sex-specific mortality, life expectancy, and population estimates in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1950–2021, and the impact of the COVID-19 pandemic: a comprehensive demographic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Lancet, 2024, 403(10440): 1989–2056. DOI: [10.1016/S0140-6736\(24\)00476-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00476-8).
- 3 李文秀, 张琪, 尹文. 创伤失血性休克液体复苏的研究进展[J]. 创伤外科杂志, 2024, 26(11): 863–868. [Li WX, Zhang Q, Yin W. Research progress on fluid resuscitation in traumatic hemorrhagic shock[J]. Journal of Traumatic Surgery, 2024, 26(11): 863–868.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-4237.2024.11.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-4237.2024.11.012).
- 4 何聪聪, 张瑜, 周立敏. 急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型的构建及验证[J]. 护理学, 2024, 13(11): 1615–1622. [He CC, Zhang Y, Zhou LM. Construction and validation of a risk prediction model for spontaneous hypothermia in patients with acute severe trauma[J]. Nursing, 2024, 13(11): 1615–1622.] DOI: [10.12677/ns.2024.1311228](https://doi.org/10.12677/ns.2024.1311228).
- 5 司建洛, 杨木强, 张立媛, 等. 围术期体温保护对全膝关节置换过程中凝血功能的影响[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(23): 3652–3657. [Si JL, Yang MQ, Zhang LY, et al. Effect of perioperative temperature protection on the coagulation function during total knee arthroplasty[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2017, 21(23): 3652–3657.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-4344.2017.23.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.2017.23.008).
- 6 李颖芬, 陈德坚, 陈剑锋, 等. 单肺移植术中心脏局部低温对血流动力学的影响[J]. 中国医药科学, 2014, (21): 12–15, 19. [Li YF, Chen DJ, Chen JF, et al. Effect of heart cooling on hemodynamics during one lung transplantation[J]. China Medicine and Pharmacy, 2014, (21): 12–15, 19.] <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-GYKX201421005.htm>.
- 7 吴健. 低温症的研究现状及展望[J]. 临床医学进展, 2024, 14(1): 297–300. [Wu J. Research status and prospect of hypothermia[J]. Progress in Clinical Medicine, 2024, 14(1): 297–300.] DOI: [10.12677/ACM.2024.141043](https://doi.org/10.12677/ACM.2024.141043).
- 8 中国医师协会急诊分会, 中国人民解放军急救医学专业委员会, 中国人民解放军重症医学专业委员会, 等. 创伤失血性休克诊治中国急诊专家共识[J]. 解放军医学杂志, 2017, 42(12): 1029–1038. [Emergency Branch of Chinese Medical Doctor Association, Emergency Medicine Committee of Chinese People's Liberation Army, Critical Care Medicine Committee of Chinese People's Liberation Army, et al. Chinese emergency medicine expert consensus on diagnosis and treatment of traumatic hemorrhagic shock[J]. Medical Journal of Chinese People's Liberation Army, 2017, 42(12): 1029–1038.] DOI: [10.11855/j.issn.0577-7402.2017.12.02](https://doi.org/10.11855/j.issn.0577-7402.2017.12.02).
- 9 Meza Monge K, Rosa C, Sublette C, et al. Navigating hemorrhagic shock: biomarkers, therapies, and challenges in clinical care[J]. Biomedicines, 2024, 12(12): 2864. DOI: [10.3390/biomedicines12122864](https://doi.org/10.3390/biomedicines12122864).
- 10 李晓歌. 不同液体复苏方案治疗急诊创伤失血性休克患者疗效对比分析[J]. 内科, 2022, 17(1): 44–47. [Li XG. Comparative analysis of the efficacy of different fluid resuscitation protocols in treating emergency trauma patients with hemorrhagic shock[J]. Internal Medicine of China, 2022, 17(1): 44–47.] DOI: [10.16121/j.cnki.cn45-1347/r.2022.01.12](https://doi.org/10.16121/j.cnki.cn45-1347/r.2022.01.12).
- 11 Safiejko K, Smereka J, Filipiak KJ, et al. Effectiveness and safety of hypotension fluid resuscitation in traumatic hemorrhagic shock: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Cardiol J, 2022, 29(3): 463–471. DOI: [10.5603/CJ.a2020.0096](https://doi.org/10.5603/CJ.a2020.0096).
- 12 支淑华. 国内限制性液体复苏在创伤失血性休克中的应用研究进展[J]. 护理研究, 2011, 25(1): 8–11. [Zhi SH. Research progress on application of limited fluids resuscitation for patients with traumatic hemorrhagic shock in China[J]. Chinese Nursing Research, 2011, 25(1): 8–11.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-6493.2011.01.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-6493.2011.01.004).
- 13 章柏平, 郭剑, 汤善华. 液体复苏联合参附注射液对严重创伤失血性休克患者临床急救效果及凝血因子的影响[J]. 中国中医急症, 2018, 27(10): 1804–1806. [Zhang BP, Guo J, Tang SH. The effect of fluid resuscitation combined with reference injection on the clinical emergency effect and coagulation factors in patients with severe traumatic hemorrhagic shock[J]. Journal of Emergency in Traditional Chinese Medicine, 2018, 27(10): 1804–1806.] DOI: [10.3969/j.issn.1004-745X.2018.10.032](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-745X.2018.10.032).
- 14 韩加裕, 张思泉, 周可幸, 等. 限制性液体复苏治疗 34 例创伤失血性休克患者的临床分析[J]. 中华全科医学, 2017, 15(12): 2155–2158. [Han JY, Zhang SQ, Zhou KX, et al. Clinical analysis of 34 cases of traumatic hemorrhagic shock treated with restrictive fluid resuscitation[J]. Chinese Journal of General Internal Medicine, 2017, 15(12): 2155–2158.] DOI: [10.16768/j.issn.1674-4762.2017.12.025](https://doi.org/10.16768/j.issn.1674-4762.2017.12.025).

- 2016, 14(11): 1841–1843. [Han JY, Zhang SQ, Zhou KX, et al. Clinical analysis of 34 patients with traumatic hemorrhagic shock undergoing limited fluid resuscitation[J]. Chinese Journal of General Practice, 2016, 14(11): 1841–1843.] DOI: [10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.2016.11.016](https://doi.org/10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.2016.11.016).
- 15 庄晖. 限制性液体复苏对多发伤合并休克患者血液酸度、凝血功能及炎症因子的影响[J]. 中外医学研究, 2017, 15(23): 30–32. [Zhuang H. Effects of restrictive fluid resuscitation on blood acidity, coagulation function and inflammatory factors in patients with multiple injuries complicated with shock[J]. Chinese and Foreign Medical Research, 2017, 15(23): 30–32.] DOI: [10.14033/j.cnki.cfmr.2017.23.014](https://doi.org/10.14033/j.cnki.cfmr.2017.23.014).
- 16 刘洁, 李珺, 张晶玉. 失血性休克后肾脏保护的研究进展[J]. 精准医学杂志, 2024, 39(1): 84–87. [Liu J, Li J, Zhang JY. Research progress of kidney protection after hemorrhagic shock[J]. Journal of Precision Medicine, 2024, 39(1): 84–87.] DOI: [10.13362/j.jpmed.202401022](https://doi.org/10.13362/j.jpmed.202401022).
- 17 Corry JJ, Varelas P, Abdelhak T, et al. Variable change in renal function by hypertonic saline[J]. World J Crit Care Med, 2014, 3(2): 61–67. DOI: [10.5492/wjccm.v3.i2.61](https://doi.org/10.5492/wjccm.v3.i2.61).
- 18 赵磊, 刘卓, 李卫. 高渗盐水输注联合限制性液体复苏、血量补充在重症胸部创伤后失血性休克患者急诊救治中的应用效果[J]. 临床医学研究与实践, 2021, 6(4): 73–75. [Zhao L, Liu Z, Li W. Application effect of hypertonic saline infusion combined with limited fluid resuscitation and blood volume supplement in emergency treatment of patients with hemorrhagic shock after severe chest trauma[J]. Clinical Research and Practice, 2021, 6(4): 73–75.] DOI: [10.19347/j.cnki.2096-1413.202104025](https://doi.org/10.19347/j.cnki.2096-1413.202104025).
- 19 Son JY, Chandler B, Feketova E, et al. Oral pretreatment with recombinant human lactoferrin limits trauma–hemorrhagic shock–induced gut injury and the biological activity of mesenteric lymph[J]. J Surg Res, 2014, 187(1): 270–277. DOI: [10.1016/j.jss.2013.10.026](https://doi.org/10.1016/j.jss.2013.10.026).
- 20 Chen L, Deng H, Cui H, et al. Inflammatory responses and inflammation–associated diseases in organs[J]. Oncotarget, 2017, 9(6): 7204–7218. DOI: [10.18632/oncotarget.23208](https://doi.org/10.18632/oncotarget.23208).
- 21 Gallant RM, Sanchez KK, Joulia E, et al. Fluoxetine promotes IL–10–dependent metabolic defenses to protect from sepsis–induced lethality[J]. Sci Adv, 2025, 11(7): eadu4034. DOI: [10.1126/sciadv.adu4034](https://doi.org/10.1126/sciadv.adu4034).
- 22 Pan K, Li Q, Guo Z, et al. Healing action of Interleukin–4 (IL–4) in acute and chronic inflammatory conditions: mechanisms and therapeutic strategies[J]. Pharmacol Ther, 2025, 265: 108760. DOI: [10.1016/j.pharmthera.2024.108760](https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2024.108760).
- 23 Yoshizaki K. Pathogenic role of IL–6 combined with TNF– α or IL–1 in the induction of acute phase proteins SAA and CRP in chronic inflammatory diseases[J]. Adv Exp Med Biol, 2011, 691: 141–150. DOI: [10.1007/978-1-4419-6612-4_15](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6612-4_15).

收稿日期: 2025 年 02 月 26 日 修回日期: 2025 年 05 月 12 日
本文编辑: 桂裕亮 马琳璐