

系统分级复温措施对急诊创伤手术患者体温及预后的影响

颜雷雷 廖德珺 金倩倩 周晓琼 陈大庆

温州医科大学附属第二医院急诊科, 浙江温州 325000

通信作者: 金倩倩, Email: 108600886@qq.com

【摘要】 目的 观察系统分级复温措施对修正创伤评分(RTS) < 12 分的中重度创伤且需急诊手术患者体温及预后的影响。**方法** 采用前瞻性随机双盲对照研究方法。选择 2020 年 1 月至 2021 年 1 月在温州医科大学附属第二医院行急诊创伤手术的 104 例患者作为研究对象, 按随机数字表法将患者分为传统复温组和系统分级复温组, 每组 52 例。传统复温组(不进行干预, 仅记录体温, 当任何节点出现体温 < 36 °C 则启动复温流程); 系统分级复温组患者则一入院就启动预防措施, 并记录体温, 当任何节点出现体温 < 36 °C 启动分级复温流程。观察两组患者复温效果、凝血功能指标、血气分析、术后麻醉复苏时间的变化及最终转归。**结果** 随时间延长, 两组体温逐渐升高; 复温后 2 h 和出院时系统分级复温组体温已均明显高于传统复温组(°C: 复温后 2 h 为 36.23 ± 0.77 比 35.84 ± 0.93 , 出院时为 36.54 ± 0.87 比 35.82 ± 0.92 , 均 $P < 0.05$), 后续低体温发生率明显低于传统复温组[7.7% (4/52) 比 25.0% (13/52), $P < 0.05$]。两组术后活化部分凝血活酶时间(APTT)均较入院时明显缩短(s: 系统分级复温组为 35.74 ± 8.05 比 45.55 ± 28.02 , $P < 0.05$; 传统复温组为 38.35 ± 6.48 比 42.40 ± 13.18 , $P < 0.05$); 系统分级复温组术中中和术后 pH 值均较入院时明显升高(7.33 ± 0.05 、 7.36 ± 0.06 比 7.30 ± 0.07 , 均 $P < 0.05$), 而传统复温组术中中和术后 pH 值与较入院时比较差异均无统计学意义(7.31 ± 0.06 、 7.33 ± 0.06 比 7.31 ± 0.05 , 均 $P > 0.05$)。系统分级复温组术后凝血酶原时间(PT)和麻醉复苏时间均较传统复温组明显缩短[PT(s): 15.05 ± 2.44 比 17.94 ± 3.48 , 麻醉复苏时间(h): 14.40 ± 11.76 比 17.35 ± 10.51 , 均 $P < 0.05$], pH 值较传统复温组明显升高(7.36 ± 0.06 比 7.33 ± 0.06 , $P < 0.05$)。系统分级复温组较传统复温组有更高的好转率和更低的伤残率(76.9% 比 65.4% 和 17.3% 比 25.0%, 均 $P < 0.05$)。**结论** 系统分级复温措施能改善急诊创伤需手术患者的低体温状况, 降低创伤患者后续低体温的发生率, 缩短术后麻醉复苏时间, 改善患者凝血功能和血气指标, 提高救治率, 减少伤残的发生。

【关键词】 系统分级; 复温; 创伤; 低体温; 手术

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目(2020KY189)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210518-00738

Effect of systematic graded rewarming measures on body temperature and prognosis of patients undergoing emergency trauma surgery

Yan Leilei, Liao Dejun, Jin Qianqian, Zhou Xiaojiong, Chen Daqing

Department of Emergency, the Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325000, Zhejiang, China

Corresponding author: Jin Qianqian, Email: 108600886@qq.com

【Abstract】 Objective To observe the effect of systematic graded rewarming measures on body temperature and prognosis of patients with moderate and severe trauma [revised trauma score (RTS) < 12] requiring emergency operation. **Methods** A prospective randomized double-blind controlled study was conducted. From January 2020 to January 2021, 104 patients who underwent emergency trauma surgery in the Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University were selected as the research object. According to random number table method, the patients were divided into traditional rewarming group and systematic graded rewarming group, with 52 cases in each group. Patients in traditional rewarming group (only record the body temperature without intervention, and start the rewarming process when the body temperature at any time was less than 36 °C); the patients in the system graded rewarming group start the preventive measures as soon as they were admitted to the hospital, and record the body temperature. When the body temperature at any time was less than 36 °C, start the graded rewarming process. Observe the rewarming effect, coagulation function, blood gas analysis and postoperative anesthesia recovery time of the two groups and final outcome. **Results** With the extension of time, the body temperature of the two groups increased gradually. The body temperature of the systematic grade rewarming group was significantly higher than that of the traditional rewarming group at 2 hours after rewarming and at discharge (°C: 36.23 ± 0.77 vs. 35.84 ± 0.93 at 2 hours after rewarming, 36.54 ± 0.87 vs. 35.82 ± 0.92 at discharge, both $P < 0.05$). The incidence of subsequent hypothermia was significantly lower than that in the traditional rewarming group [7.7% (4/52) vs. 25.0% (13/52), $P < 0.05$]. The postoperative activated partial

thromboplastin time (APTT) of the two groups was significantly shorter than that at admission (s: 35.74 ± 8.05 vs. 45.55 ± 28.02 in the systematic rewarming group, $P < 0.05$; 38.35 ± 6.48 vs. 42.40 ± 13.18 in the traditional rewarming group, $P < 0.05$); the intraoperative and postoperative pH values in the systematic rewarming group were significantly higher than those at admission (7.33 ± 0.05 , 7.36 ± 0.06 vs. 7.30 ± 0.07 , both $P < 0.05$), while there was no significant difference between the intraoperative and postoperative pH values in the traditional rewarming group and those at admission (7.31 ± 0.06 , 7.33 ± 0.06 vs. 7.31 ± 0.05 , both $P > 0.05$). The postoperative prothrombin time (PT) and anesthesia recovery time in the systematic graded rewarming group were significantly shorter than those in the traditional rewarming group [PT (s): 15.05 ± 2.44 vs. 17.94 ± 3.48 , anesthesia recovery time (hours): 14.40 ± 11.76 vs. 17.35 ± 10.51 , all $P < 0.05$], and the pH value was significantly higher than that in the traditional rewarming group (7.36 ± 0.06 vs. 7.33 ± 0.06 , $P < 0.05$). The systematic graded rewarming group had higher improvement rate and lower disability rate than the traditional rewarming group (76.9% vs. 65.4% and 17.3% vs. 25.0%, both $P < 0.05$). **Conclusion** Systematic graded rewarming measures can improve the hypothermia of emergency trauma patients who received surgery, reduce the incidence of subsequent hypothermia of trauma patients, shorten the time of postoperative resuscitation, improve the coagulation function and blood gas indexes, improve the treatment rate, and reduce the incidence of disability.

【Key words】 Systemic classification; Rewarming; Trauma; Hypothermia; Surgery

Fund program: Zhejiang Medical and Health Science and Technology Plan Project of China (2020KY189)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210518-00738

创伤已成为当今世界极其严重的医学和社会问题,是美国、新西兰、澳大利亚等国家人口死亡和致残的主要原因之一^[1-2]。在我国,随着社会的发展和科技的进步,创伤发生率逐年增高,位居人群死亡原因的第 5 位。创伤后患者低体温的发生率约为 3.31% ~ 50.98%^[3]。低体温与酸中毒、凝血功能障碍称为创伤患者“致死三联征”^[4]。

低体温传统的定义是指机体核心温度低于 35℃。创伤后低体温是指继发于严重创伤后的体温过低,需排除某些生理因素的干扰,如甲状腺功能低下或肾上腺功能不全时出现的低体温,但也有别于某些治疗性的人为控制低体温^[5]。Shafi 等^[6]对传统低体温状态的分类法予以了修正,将患者创伤后低体温分为轻、中、重度,轻度低体温(36 ~ 34℃)时患者主观感觉不舒适,当寒颤出现时加速氧耗使病情不稳定,从而进入危急状态;中度低体温(34 ~ 32℃)时患者的生理功能下降,然而在数小时内通过某些干预措施可使体温恢复;重度低体温(低于 32℃)是一种对生命极具威胁的状态。

20 世纪 90 年代初,国外有学者研究发现,低体温状态下的创伤患者,即使补足全血、血浆和血小板仍无法有效控制出血^[7]。另外有研究证实,创伤患者低体温状态持续 4 h 以上,病死率可高达 40%;体温降至 32℃ 以下病死率为 100%^[8]。通过解读近年来国内外相关指南显示,大多数指南和文献对创伤后低体温均只是强调对创伤患者采取积极复温和保温措施并制定了复温流程^[9-12],以预防创伤后低体温的发生,或提及急诊科复温措施,包括加温输液、电热毯、呼吸道复温等^[13-16]。但对于

严重创伤患者,如何正确制定和落实预防措施,选择适宜的复温温度范围、时间窗等,临床上尚缺乏高质量的证据。有研究显示,低体温的并发症除了寒战外,还包括使麻醉药物作用增强,患者复苏时间延长,免疫功能降低等^[17-19]。

众所周知,体温过低时患者的新陈代谢和机体功能均发生了异常,有研究证实,组织再灌注不当和缺氧复氧均会进一步引发缺血/再灌注(ischemia/reperfusion, I/R)损伤^[20]。复温是低体温治疗的唯一方法,当体温过低时,不适当的复温过程中也可能导致损伤^[21]。因此,本研究拟通过比较两种不同复温模式对急诊创伤患者术后结局的影响,以期对创伤患者的救治提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料: 采用前瞻性随机双盲对照研究方法。选择 2020 年 1 月至 2021 年 1 月在本院急诊科就诊的 104 例中重度创伤[修正创伤评分(revised of trauma score, RTS) < 12 分]且需急诊手术的创伤低体温患者作为研究对象。根据预试验的结果,组间体温差异达到 0.47℃, $\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.8$,得出每组需要 43 例患者,加上 20% 的脱落,故需要纳入 104 例患者。患者中颅脑外伤 35 例,胸外伤 5 例,腹部外伤 11 例,严重多发伤或开放性骨折伤 47 例,骨盆骨折 6 例。

1.1.1 纳入标准: ① 年龄 18 ~ 65 岁者; ② RTS 6 ~ 11 分,且体温 < 36℃者; ③ 既往无重大内科疾病病史者; ④ 签署知情同意书者。

1.1.2 排除标准: ① 合并慢性心肺功能不全、严重传染病、慢性肾功能不全或恶性肿瘤者; ② 近期因

疾病接受过抗凝治疗影响凝血功能者；③ 创伤过于严重住院期间死亡或其他原因自动退出者；④ 伴甲状腺功能低下或肾上腺功能不全者。

1.1.3 剔除标准：① 出现术中缺氧、严重低血压，② 术中或术后高热（肛温 $>40^{\circ}\text{C}$ ）；③ 自动退出试验者。

1.1.4 伦理学：本研究符合医学伦理学标准，并经本院医学伦理委员会批准（审批号：LCKY2019-214），对患者采取的治疗或检测均得到过患者或家属的知情同意。

1.2 研究工具：成立创伤性低体温复温小组：由 2 名副主任护师，5 名主管护师，1 名主任医师，1 名研究生组成。小组成员讨论统一研究工具，并对急诊科医护人员进行低体温相关知识培训和考核，具体包括创伤低体温概念、低体温分级、影响因素、低体温的危害和并发症、系统分级复温措施、创伤评分等内容。

1.2.1 创伤严重程度评估：以 RTS 评分结果为依据〔包含格拉斯哥昏迷评分（Glasgow coma scale, GCS）、呼吸频率和收缩压〕将创伤患者分为重度创伤（ ≤ 6 分）、中度创伤（6~11 分）、轻度创伤（12 分）3 类，评分越低创伤程度越重。

1.2.2 制定创伤低体温患者信息登记表（表 1）：包括 ① 患者基本信息；② 入院时首测体温、复温后 30 min、1 h、2 h 和出院时的体温；③ 入住急诊科时、术中和术后首次凝血酶原时间（prothrombin time, PT）、活化部分凝血活酶时间（activated partial thromboplastin time, APTT）、pH 值、血乳酸；④ 术后麻醉复苏时间；⑤ 入院时 RTS；⑥ 最终转归和住院时间。

1.2.3 试验仪器：选择美国 775 型 3M Brir hugger 升温系统，体温计为全院统一使用的德国伟伦 PR4000 型耳温枪，电热恒温设备选择上海一恒科学仪器厂生产的 Bluepard 隔水式培养箱，温度设定为

37°C ，恒温液选择 500 mL 生理盐水，储存有效期为 30 d^[16]，该恒温设备同时可将棉被加温。科室采用中央空调，血气分析采用 Roche cobas b123 血气分析仪进行测定，凝血功能采用 STA-R Evolution 全自动血凝分析仪测定。

1.3 研究分组及处理：将患者按随机数字表法分为传统复温组和分级复温，每组 52 例。

1.3.1 传统复温组：采取传统复温措施（入科后患者任何时间节点体温 $<36^{\circ}\text{C}$ 即开始复温），包括：① 清理创伤造成的局部皮肤血液浸渍，避免潮湿，减少除治疗外不必要的肢体外露，保持皮肤温暖；② 积极治疗创伤，做好创口的止血包扎；③ 调节抢救室空调温度在 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ ；④ 为患者加盖棉被，使用暖风机、复温毯等设备，输注加温液体；⑤ 当体温达到 37°C 时，停止复温；⑥ 按治疗要求复温后 30 min、1 h、2 h 再次监测体温。

1.3.2 系统分级复温组：根据患者到达急诊科后首测体温与低体温等级，在传统复温措施基础上进行分级复温流程，循序渐进式匀速复温，遵循的复温原则是从简单的、非侵入性的、被动的体外复温技术到复杂的、主动的体外复温技术，再到主动的中心复温技术。① 体温在 $34\sim 36^{\circ}\text{C}$ 的低体温患者，除加温液体外，输注的血制品也加温至 $36.5\sim 37^{\circ}\text{C}$ 输注，但不可加热青霉素、维生素、羟乙基淀粉 40 氯化钠注射液^[11, 16, 21]，同时搭配使用加温棉被，提高舒适度；② 体温在 $32\sim 34^{\circ}\text{C}$ 的低体温患者可以增加复温毯，温度设置在 42°C ^[22]，提高输注液体温度为 37°C ，并加用热垫覆盖；③ 体温低于 32°C 的低体温患者，在条件允许的情况下可使用主动复温，吸入加温至 $42\sim 46^{\circ}\text{C}$ 的湿热气体，避免气道干燥，给予体腔灌洗、体外膜肺氧合（extracorporeal membrane oxygenator, ECMO）技术、持续动静脉复温等；④ 对于重度颅脑损伤患者，要警惕中枢性高热，复温过程应循序渐进，如发现体温升高过快应及时停

表 1 温州医科大学附属第二医院创伤低体温患者信息登记表

患者基本信息				体温 (℃)						急诊科血液指标				术后血液指标				麻醉复苏 时间 (min)	创伤程度		预后	
姓名	住院号	性别	年龄	首测 体温	复温后 30 min	复温后 1 h	复温后 2 h	出科时	术中	术后	PT (s)	APTT (s)	血乳酸 (mmol/L)	pH 值	PT (s)	APTT (s)	血乳酸 (mmol/L)		pH 值	RTS (分)	转归	住院 时间 (d)

注：PT 为凝血酶原时间，APTT 为活化部分凝血活酶时间，RTS 为修正创伤评分

止复温;⑤监测体温的过程中,随时根据复温效果调整复温措施;⑥增加预防低体温的措施,RTS 评分<12 分的中重度创伤患者(体温 36~36.5℃),采取预防低体温措施,提早做好复温准备,并完成传统复温措施的保持皮肤温暖、调节空调至 25~28℃、加盖棉被措施、做好创口的止血包扎,并记录患者入院后 30 min、1 h、2 h、出科时的体温,其中任何一个时间点出现低体温,立即实行系统分级复温措施。

1.4 观察指标

1.4.1 主要观察指标:两组入院时和复温后 30 min、1 h、2 h 及出科时的体温。

1.4.2 次要观察指标:①血气分析指标乳酸、pH 值;②两组患者凝血功能指标 PT、APTT;③术后麻醉复苏时间;④最终转归和住院时间;⑤两组患者后续低体温发生率。

1.5 统计学分析:使用 SPSS 23.0 统计软件分析数据。计量资料符合正态分布以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用成组 t 检验;计量资料不符合正态分布则以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以频数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。入院时和复温后 30 min、1 h、2 h 以及出院时 5 个时间点温度的比较采用重复测量方差分析,事后检验采用(事后检验指的是重复测量数据在确定整体有差异的情况下,比较两组间不同时间点差异所使用的方法)Bonferroni 检验;患者在急诊和术后首测的 PT 和 APTT 比较采用配对 t 检验,两组间比较采用成组 t 检验;乳酸和 pH 值的比较采用重复测量方差分析(与前面此方法合并),事后检验采用 Bonferroni 检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的一般资料比较(表 2):两组患者性别、年龄、住院时间、RTS 以及入院时体温等级比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),说明两组资料均衡,有可比性。

2.2 两组患者复测体温及后续低体温发生率的比较(表 3):对纳入两组患者的复测体温进行时间效应和干预效应分析,发现时间效应的 $F=8.605$, $P<0.05$,说明两组差异有统计学意义,即在固定干预因素的情况下,患者体温会随时间变化而变化;干预效应 $F=7.421$, $P<0.05$,即在固定时间因素情况下,系统性复温措施对严重创伤患者的体温影响差异有统计学意义;两组患者之间无交互效应($F=2.409$, $P<0.05$)。传统复温组后续发生低体温的概率较系统分级复温组明显升高[25.0%(13/52)比 7.7%(4/52)],差异有统计学意义($P<0.05$),即预防性复温能降低创伤患者后续低体温的发生率。传统复温组和系统分级复温组出科时出现体温 $>37.5^\circ\text{C}$ 的比例分别为 9.6%(5 例)和 5.8%(3 例),其余患者体温均未出现异常升高。

2.3 两组患者血乳酸和 pH 值的比较(表 4):随时间延长,两组血乳酸水平逐渐降低,而 pH 值则逐渐升高。两组间比较仅术后传统复温组 pH 值明显低于系统分级复温组($P<0.05$),两组其余各时间点血乳酸和 pH 值比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.4 两组患者凝血功能指标 PT、APTT 的比较(表 5):系统分级复温组术后 PT 较传统复温组明显缩短($P<0.05$);两组术后 APTT 均较入院时明显缩短(均 $P<0.05$)。两组入院时 PT 和术后 APTT 比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

表 2 不同复温方式两组创伤性低体温患者基本资料比较

分组	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	住院时间 [d, $M(Q_L, Q_U)$]	RTS (分, $\bar{x}\pm s$)	低体温等级[例(%)]		
		男性	女性				轻度低温	中度低温	重度低温
系统分级复温组	52	41	11	46.55±12.17	20.0(13.0, 30.5)	9.92±1.37	49(94.2)	3(5.8)	0(0)
传统复温组	52	42	10	45.75±15.78	20.0(14.5, 28.0)	9.58±1.72	48(92.3)	4(7.7)	0(0)
χ^2/t 值		7.006		2.349	1.332	-0.211	5.718		
P 值		0.068		0.121	0.971	0.857	0.442		

注:RTS 为创伤修复评分

表 3 不同复温方式两组创伤低体温患者各时间点体温比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数(例)	入院时($^\circ\text{C}$)	复温后 30 min($^\circ\text{C}$)	复温后 1 h($^\circ\text{C}$)	复温后 2 h($^\circ\text{C}$)	出科时($^\circ\text{C}$)
系统分级复温组	52	35.46±0.70	35.71±0.71 ^a	35.96±0.68 ^a	36.23±0.77 ^a	36.54±0.87 ^a
传统复温组	52	35.64±0.92	35.67±0.88	35.72±0.86	35.84±0.93 ^b	35.82±0.92 ^b

注:与入院时比较,^a $P<0.05$;与系统分级复温组比较,^b $P<0.05$

表 4 不同复温方式两组创伤低体温患者各时间点血乳酸和 pH 值的变化比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	血乳酸 (mmol/L)			pH 值		
		入院时	术中	术后	入院时	术中	术后
系统分级复温组	52	3.42 ± 2.97	3.00 ± 2.12	2.49 ± 1.70	7.30 ± 0.07	7.33 ± 0.05 ^a	7.36 ± 0.06 ^a
传统复温组	52	3.17 ± 1.66	3.15 ± 1.67	2.94 ± 2.02	7.31 ± 0.05	7.31 ± 0.06	7.33 ± 0.06 ^b

注:与入院时比较,^a $P < 0.05$;与系统分级复温比较,^b $P < 0.05$

表 5 不同复温方式两组创伤低体温患者入院时及术后凝血功能指标的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	PT (s)	
		入院时	术后
系统分级复温组	52	17.46 ± 8.09	15.05 ± 2.44
传统复温组	52	19.85 ± 7.64	17.94 ± 3.48
t 值		-1.823	-4.902
P 值		0.957	0.002

组别	例数 (例)	APTT (s)	
		入院时	术后
系统分级复温组	52	45.55 ± 28.02	35.74 ± 8.05 ^a
传统复温组	52	42.40 ± 13.18	38.35 ± 6.48 ^a
t 值		0.735	-1.549
P 值		0.026	0.836

注:PT 为凝血酶原时间,APTT 为活化部分凝血活酶时间;与入院时比较,^a $P < 0.05$

2.5 两组患者麻醉复苏时间的比较:系统分级复温组患者麻醉复苏时间较传统复温组明显缩短($h: 14.40 \pm 11.76$ 比 17.35 ± 10.51 , $P < 0.05$)。

2.6 两组患者最终转归的比较(表 6):与传统复温组比较,系统分级复温组好转率明显提高,伤残率明显降低(均 $P < 0.05$)。两组病死率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 6 不同复温方式两组创伤低体温患者最终转归情况比较

组别	例数 (例)	好转率 [%(例)]	伤残率 [%(例)]	病死率 [%(例)]
系统分级复温组	52	76.9 (40)	17.3 (9)	5.8 (3)
传统复温组	52	65.4 (34)	25.0 (13)	9.6 (5)
χ^2 值		69.769	11.023	0.657
P 值		0.001	0.048	0.591

3 讨论

3.1 系统分级复温措施的实施方案的可行性:系统分级复温组和传统复温组总样本量均为 52 例。两组患者的性别、年龄、住院时间、RTS、体温等级差异均无统计学意义,说明两组资料均衡,具有可比性。

3.2 系统分级复温措施可以改善急诊创伤低体温和急诊术后低体温状况:有研究表明,体表温度恢复过程中,外周血管扩张,导致血液滞留于内,四肢

虽已复温,但回心血量减少,易引起低血容量性休克^[23],也称复温性休克。本研究显示,系统分级复温组复温后 2 h 及出院时体温均较传统复温组明显升高,差异均有统计学意义;且传统复温组有 25.0% 患者入院后出现继发低体温,系统分级复温组仅 7.7% 的患者出现继发低体温。传统复温组有 5 例(占 9.6%)患者出科时出现体温 $> 37.5^{\circ}\text{C}$,系统分级复温组则有 3 例(占 5.8%),其余患者体温均未出现异常升高。因此,系统分级复温措施能通过匀速复温来降低传统复温中盲目快速复温带来的休克风险,也能通过早期监测预防低体温措施避免过晚复温出现的组织缺血/再灌注不当和缺氧复氧导致进一步的损伤。而术前体温改善对于术后患者麻醉复苏时间和预后均能产生积极影响。有研究者指出,专业人员应关注热损失的早期预防;甚至应在受伤现场立即开始,并在送往医院的过程中继续采用积极、个性化的方法来对抗创伤中的低体温^[24]。在未来的研究中,可致力于将早期院前急救与急诊科救治工作更科学高效地衔接,使创伤患者能获得更好的救治结局,同时提高整体创伤急救水平。

3.3 系统分级复温措施可改善患者酸中毒及部分凝血功能:有研究表明,酸中毒对创伤患者的救治及预后均有很大影响,低体温导致血流减慢、组织缺氧、创伤早期的凝血功能障碍、创伤失血性休克时患者心排量(cardiac output, CO)减少导致无氧代谢增加、血乳酸含量增高等均会加重酸中毒^[25],进而发展成为多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)。同时有研究表明,低体温会导致血小板聚集于肝脏和脾脏,造成止血效果不佳;还会增加血液黏稠度,形成微血栓。创伤导致死亡的相关因素中未受控制的出血占 40%,是早期住院患者死亡的主要原因,但 25% 有死亡危险的出血患者可以通过积极有效止血来挽救,输入全血仍为最佳治疗方式^[26-28];而预防和处理酸中毒、低体温是止血的前提条件。低体温与凝血存在相互关系,实验表明,低体温可明显降低凝血因子的活性,使凝血功能下降^[29]。本研究显示,系

统分级复温组术后 APTT 较传统复温组明显缩短,术中和术后血乳酸水平较传统复温组明显降低,而系统分级复温组术后 pH 值明显高于传统复温组。因此,系统性的复温措施相较于传统复温能改善创伤患者的凝血功能与酸碱平衡,对控制创伤患者出血方面能产生积极的影响。

3.4 系统分级复温措施可改善患者急诊术后麻醉复苏时间:有研究表明,麻醉药物在体内的代谢速率受体温影响,低体温可造成机体应激反应增强^[30],使麻醉药物的代谢环境发生改变,导致患者拔管时间、麻醉苏醒时间延长^[17, 19]。本研究结果显示,系统分级复温组麻醉复苏时间较传统复温组明显缩短,说明系统分级复温措施能通过改善急诊创伤患者术前低体温状况,从而间接缩短患者术后麻醉复苏时间,但由于急诊创伤患者病情复杂多变,受手术方式、麻醉药物和手术时间不确定性的影响,系统分级复温组并没有较传统复温组出现极为明显的差异,因此,在今后的研究中需要考虑不同手术麻醉方式与麻醉药物对患者麻醉复苏时间的影响,减少偏倚。

3.5 系统分级复温措施对患者最终转归及住院时间的影响:本研究结果显示,在最终转归方面,系统分级复温组患者好转率明显高于传统复温组,伤残率较传统复温组明显降低,而两组病死率比较差异无统计学意义。有研究表明,创伤后发生的早期低体温与病死率并不直接相关,而是因为低体温与 MODS 相关,所以 MODS 与死亡相关^[31]。本研究结论与此相符。另外,国外也有研究将体温 <36℃ 的低体温患者与体温正常的患者进行比较,在与病死率的多变量逻辑回归分析中,得出两种相反的结论,这些相互矛盾的观察结果表明,创伤后低体温与临床结果之间的关系需要更多前瞻性随机对照试验来验证^[32]。此外,两组患者住院时间比较差异无统计学意义,这与患者家属意愿、家庭条件、受伤类型、手术方式等有关。对于 GCS<3 分的严重创伤性脑损伤患者,复温与亚低温治疗脑损伤相互冲突^[33]。亚低温是当前创伤性颅脑损伤、广泛脑挫裂伤出血后脑水肿、中枢性高热等的常见治疗手段^[34-35],但相关指南指出,在患者生命体征极不稳定时应酌情使用亚低温治疗^[36]。因此,当患者必须亚低温治疗时可选择头部局部降温,设置的温度应综合考虑脑保护作用与低体温的不良反应,待病情稳定后即考虑复温^[37]。

本研究也存在一定局限性,如样本中极重度创伤合并重度低体温患者病死率极高,此类病例收集到的临床资料数据不够多。因此,在未来的研究中,需通过大样本、多中心、多层次的研究来完善系统分级复温对于极重度创伤在更高级生命支持治疗中的作用。

综上所述,系统性复温措施能提高创伤患者生命质量,改善预后,减少伤残率。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 陆一鸣, 於平. 在我国建立创伤急救新模式已迫在眉睫[J]. 临床急诊杂志, 2013, 14 (1): 1-3. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2013.01.005.
Lu YM, Yu P. It is urgent to establish trauma first aid in China [J]. J Clin Emerg, 2013, 14 (1): 1-3. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2013.01.005.
- [2] Curtis K, Caldwell E, Delprado A, et al. Traumatic injury in Australia and New Zealand [J]. Australas Emerg Nurs J, 2012, 15 (1): 45-54. DOI: 10.1016/j.aenj.2011.12.001.
- [3] 韩春彦, 贺莉, 赵存, 等. 创伤后自发性低体温影响因素及干预措施的研究进展[J]. 中国护理管理, 2019, 19 (10): 1552-1557. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2019.10.025.
Han CY, He L, Zhao C, et al. Research progress on risk factors and interventions of spontaneous hypothermia in patients after trauma [J]. Chin Nurs Manage, 2019, 19 (10): 1552-1557. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2019.10.025.
- [4] Thorsen K, Ringdal KG, Strand K, et al. Clinical and cellular effects of hypothermia, acidosis and coagulopathy in major injury [J]. Br J Surg, 2011, 98 (7): 894-907. DOI: 10.1002/bjs.7497.
- [5] Lazar HL. The treatment of hypothermia [J]. N Engl J Med, 1997, 337 (21): 1545-1547. DOI: 10.1056/NEJM199711203372111.
- [6] Shafi S, Elliott AC, Gentilello L. Is hypothermia simply a marker of shock and injury severity or an independent risk factor for mortality in trauma patients? Analysis of a large national trauma registry [J]. J Trauma, 2005, 59 (5): 1081-1085. DOI: 10.1097/01.ta.0000188647.03665.f0.
- [7] Martini WZ. Coagulopathy by hypothermia and acidosis: mechanisms of thrombin generation and fibrinogen availability [J]. J Trauma, 2009, 67 (1): 202-208. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181a602a7.
- [8] Waibel BH, Schlitzkus LL, Newell MA, et al. Impact of hypothermia (below 36 degrees C) in the rural trauma patient [J]. J Am Coll Surg, 2009, 209 (5): 580-588. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2009.07.021.
- [9] Cannon JW, Khan MA, Raja AS, et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: a practice management guideline from the Eastern Association for the surgery of trauma [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2017, 82 (3): 605-617. DOI: 10.1097/TA.0000000000001333.
- [10] Kanani AN, Hartshorn S. NICE clinical guideline NG39: major trauma: assessment and initial management [J]. Arch Dis Child Educ Pract Ed, 2017, 102 (1): 20-23. DOI: 10.1136/archdischild-2016-310869.
- [11] Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition [J]. Crit Care, 2016, 20: 100. DOI: 10.1186/s13054-016-1265-x.
- [12] Wooten C, Schultz P, Sapida J, et al. Warming and treatment of mild hypothermia in the trauma resuscitation room: an intervention algorithm [J]. J Trauma Nurs, 2004, 11 (2): 64-66.
- [13] 胡伟, 冯继贞, 欧小云. 加温输液对骨盆骨折并发失血性休克早期的复温效果 [J]. 实用医药杂志, 2009, 26 (10): 55-56. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4008.2009.10.035.
Hu W, Fen JZ, Ou XY. Effect of warm infusion on early rewarming of pelvic fracture complicated with hemorrhagic shock [J]. Prac J Med Pharm, 2009, 26 (10): 55-56. DOI: 10.3969/j.issn.1671-

- 4008.2009.10.035.
- [14] 徐艳. 体温保护在急诊创伤患者中的临床应用 [J]. 实用临床医药杂志, 2015, 19 (10): 104-105. DOI: 10.7619/jcmp.201510033. Xu Y. Clinical application of temperature protection in emergency trauma patients [J]. *Prac J Med Pharm*, 2015, 19 (10): 104-105. DOI: 10.7619/jcmp.201510033.
 - [15] 王戎姣, 韩玉婷, 陈兰兰, 等. 综合复温法纠正低体温重度创伤患者的临床研究 [J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2016, 11 (6): 563-565. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6966.2016.06.007. Wang YJ, Han YT, Chen LL, et al. Effects of comprehensive rewarming in treatment of severe trauma patients with hypothermia [J]. *Chin J Emerg Resusc Disaster Med*, 2016, 11 (6): 563-565. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6966.2016.06.007.
 - [16] 杨斐斐, 王钰炜, 詹玥, 等. 基于指南的加温输液输血策略对严重创伤伴低体温患者复温效果的研究 [J]. 中华急诊医学杂志, 2018, 27 (5): 492-498. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.05.007. Yang MF, Wang YW, Zhan Y, et al. Effects of heating intravenous fluid infusion and blood transfusion based on guidelines in severe trauma patients with hypothermia [J]. *Chin J Emerg Med*, 2018, 27 (5): 492-498. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.05.007.
 - [17] 李娟, 洪花. 术中低体温对普外手术患者麻醉复苏时间的影响 [J]. 实用临床护理学杂志, 2017, 2 (46): 72, 86. DOI: 10.3969/j.issn.2096-2479.2017.46.062. Li J, Hong H. Effect of hypothermia on anesthesia recovery time of patients undergoing general surgery [J]. *J Clinic Nurs Pract*, 2017, 2 (46): 72, 86. DOI: 10.3969/j.issn.2096-2479.2017.46.062.
 - [18] Díaz M, Becker DE. Thermoregulation: physiological and clinical considerations during sedation and general anesthesia [J]. *Anesth Prog*, 2010, 57 (1): 25-32. DOI: 10.2344/0003-3006-57.1.25.
 - [19] 李红峰, 施菁. 危重患者围手术期应注意的问题 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2017, 24 (1): 98. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.01.029. Li HF, Shi J. Problems should be paid attention to in perioperative period of critically ill patients [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2017, 24 (1): 98. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.01.029.
 - [20] Hou Y, Qiao Y, Xiong M, et al. Hypothermia-rewarming: a double-edged sword? [J]. *Med Hypotheses*, 2019, 133: 109387. DOI: 10.1016/j.mehy.2019.109387.
 - [21] Santoro A, Mancini E, Canova C, et al. Thermal balance in convective therapies [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2003, 18 Suppl 7: vii41-45. DOI: 10.1093/ndt/gfg1078.
 - [22] 王飒, 陈水红, 金静芬, 等. 创伤性低体温患者不同复温措施效果的网状 Meta 分析 [J]. 中华护理杂志, 2017, 52 (7): 840-844. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2017.07.015. Wang S, Chen SH, Jin JF, et al. Effects of rewarming interventions in hypothermia trauma patients: a network meta-analysis [J]. *Chin J Nurs*, 2017, 52 (7): 840-844. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2017.07.015.
 - [23] 李予新. 亚低温治疗中并发症产生的原因及预见性护理 [J]. 右江医学, 2005, 33 (1): 91-92. DOI: 10.3969/j.issn.1003-1383.2005.01.059. Li YX. Causes of complications in mild hypothermia treatment and predictive nursing [J]. *Youjiang Med J*, 2005, 33 (1): 91-92. DOI: 10.3969/j.issn.1003-1383.2005.01.059.
 - [24] Eidstuen SC, Uleberg O, Vangberg G, et al. When do trauma patients lose temperature?—a prospective observational study [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2018, 62 (3): 384-393. DOI: 10.1111/aas.13055.
 - [25] 邵志林, 杜召辉, 王如意, 等. 不同目标血压复苏对创伤失血性休克患者外周血炎症因子和血流动力学的影响 [J]. 中华危重病急救医学, 2019, 31 (4): 428-433. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.04.011. Shao ZL, Du ZH, Wang RY, et al. Effects of different target blood pressure resuscitation on peripheral blood inflammatory factors and hemodynamics in patients with traumatic hemorrhagic shock [J]. *Chin Crit Care Med*, 2019, 31 (4): 428-433. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.04.011.
 - [26] Holcomb JB. Methods for improved hemorrhage control [J]. *Crit Care*, 2004, 8 (Suppl 2): S57-60. DOI: 10.1186/cc2407.
 - [27] 中国研究型医院学会卫生应急学专业委员会, 心肺复苏学专业委员会, 河南省医院协会心肺复苏专业委员会. 2019 创伤性休克急救复苏新技术临床应用中国专家共识 [J]. 中华危重病急救医学, 2019, 31 (3): 257-263. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.03.001. Health Emergency Committee of Chinese Research Hospital Association, Cardiopulmonary Resuscitation Specialized Committee of Chinese Research Hospital Association, Cardiopulmonary Resuscitation Specialized Committee of Henan Hospital Association. Chinese expert consensus on the clinical application of innovative first-aid resuscitation technology for traumatic shock in 2019 [J]. *Chin Crit Care Med*, 2019, 31 (3): 257-263. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.03.001.
 - [28] 王梅. 限制性液体复苏在创伤失血性休克中的临床应用 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2010, 17 (1): 31-33. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2010.01.010. Wang M. Clinical application of limited fluid resuscitation in treatment of patients with traumatic hemorrhagic shock [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2010, 17 (1): 31-33. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2010.01.010.
 - [29] 俞康龙, 陆健. 创伤性凝血病的早期干预 [J]. 临床误诊误治, 2013, 26 (7): 6-9. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2013.07.003. Yu KL, Lu J. Early intervention for traumatic coagulopathy [J]. *Clin Misdiagn Mither*, 2013, 26 (7): 6-9. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2013.07.003.
 - [30] 张丽微, 许灵. 保温护理对全身麻醉患者术中应激及术后复苏的影响 [J]. 实用临床护理学杂志, 2018, 3 (35): 130. DOI: 10.3969/j.issn.2096-2479.2018.35.106. Zhang LW, Xu L. Influence of heat preservation nursing on intraoperative stress and postoperative resuscitation of patients under general anesthesia [J]. *J Clinic Nurs Pract*, 2018, 3 (35): 130. DOI: 10.3969/j.issn.2096-2479.2018.35.106.
 - [31] 陈述, 吴天山, 石劲松, 等. 创伤失血性休克患者发生早期低体温并不直接与死亡相关 [J]. 创伤外科杂志, 2013, 15 (2): 108-110. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2013.02.004. Chen S, Wu TS, Shi JS, et al. Early hypothermia is not directly related to mortality in traumatic hemorrhagic shock patients [J]. *J Trauma Surg*, 2013, 15 (2): 108-110. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2013.02.004.
 - [32] Hsieh TM, Kuo PJ, Hsu SY, et al. Effect of hypothermia in the emergency department on the outcome of trauma patients: a cross-sectional analysis [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2018, 15 (8): DOI: 10.3390/ijerph15081769.
 - [33] Brain Trauma Foundation, American Association of Neurological Surgeons, Congress of Neurological Surgeons, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. III. Prophylactic hypothermia [J]. *J Neurotrauma*, 2007, 24 Suppl 1: S21-25. DOI: 10.1089/neu.2007.9993.
 - [34] Gunn AJ, Laptook AR, Robertson NJ, et al. Therapeutic hypothermia translates from ancient history in to practice [J]. *Pediatr Res*, 2017, 81 (1-2): 202-209. DOI: 10.1038/pr.2016.198.
 - [35] Silverman MG, Scirica BM. Cardiac arrest and therapeutic hypothermia [J]. *Trends Cardiovasc Med*, 2016, 26 (4): 337-344. DOI: 10.1016/j.tcm.2015.10.002.
 - [36] Karcioglu O, Topacoglu H, Dikme O, et al. A systematic review of safety and adverse effects in the practice of therapeutic hypothermia [J]. *Am J Emerg Med*, 2018, 36 (10): 1886-1894. DOI: 10.1016/j.ajem.2018.07.024.
 - [37] 中国研究型医院学会神经再生与修复专业委员会心脏重症脑保护学组, 中国研究型医院学会神经再生与修复专业委员会神经重症护理与康复学组. 亚低温脑保护中国专家共识 [J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32 (4): 385-391. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200117-00137. Cerebral Protection in Cardiac Intensive Care Group, Neural Regeneration and Repair Committee, Chinese Research Hospital Association, Neural Intensive Nursing and Rehabilitation Group, Neural Regeneration and Repair Committee, Chinese Research Hospital Association. Chinese consensus for mild hypothermia brain protection [J]. *Chin Crit Care Med*, 2020, 32 (4): 385-391. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200117-00137.

(收稿日期: 2021-05-18)