

DOI: 10.16016/j.1000-5404.201610090

## 限制性液体管理策略防治严重烧伤早期肺脏并发症的临床研究

左风利<sup>1</sup>, 任 辉<sup>1</sup>, 张家平<sup>2</sup> (400038 重庆, 第三军医大学: 护理学院<sup>1</sup>, 全军烧伤研究所, 创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室<sup>2</sup>)

**[摘要]** 目的 探讨限制性液体管理策略(restrictive fluid management strategy, RFMS)对严重烧伤早期肺脏并发症的防治作用。方法 收集2012年6月至2014年12月入住西南医院烧伤科的严重烧伤患者32例作为对照组,收集2015年1月至2016年7月入住西南医院烧伤科的严重烧伤患者29例作为限制组。采用非随机前瞻性观察研究方法分析:两组休克期(伤后2 d内)治疗方法相同,回吸收期(伤后3~10 d)对照组常规治疗,限制组实施RFMS,即适当控制补液总量+通过利尿促进体液排出。采用脉搏轮廓持续心输出量(pulse indicator continuous cardiac output, PiCCO)容量监护仪监测并记录两组患者伤后10 d内血流动力学指标;记录伤后10 d每日液体入/出量并计算液体净平衡;记录实验室生化检查、病原菌培养结果;统计回吸收期呼吸机使用情况;分析患者伤后2周内急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)、肺部感染发生率。结果 限制组回吸收期每日液体净平衡和每日累积液体净平衡均低于对照组。限制组回吸收期全心舒张末期容积指数(global end-diastolic volume index, GEDI)在各时间点上均低于对照组,对照组在伤后7 d达正常值上限且持续在高水平维持,限制组于伤后7 d达峰值,此后呈下降趋势。对照组回吸收期血管外肺水指数(external venous lung water index, ELWI)均高于正常值上限,限制组仅在伤后7~9 d高于正常值上限。对照组和限制组回吸收期出现ELWI异常总天数的百分比分别为52.34%和35.34%,二者比较差异具有统计学意义( $P < 0.01$ )。回吸收期对照组15例使用呼吸机,限制组6例,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。回吸收期呼吸机使用总天数的百分比分别为对照组41.02%,限制组18.53%,二者差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。两组患者伤后2周内对照组12例发生ARDS,限制组4例;对照组14例发生肺部感染,限制组5例;二者比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组患者回吸收期心脏指数(CI)均高于正常值上限,平均动脉压(MAP)处于正常值范围。结论 适当的RFMS可有效减少严重烧伤回吸收期液体净平衡,促进体液回吸收和减轻容量负荷,对预防和减轻早期严重烧伤肺水肿与肺部并发症具有重要作用。

**[关键词]** 严重烧伤; 限制性液体管理策略; 液体净平衡; 肺水肿; 肺脏并发症

**[中图分类号]** R472.9; R644.06; R563.01 **[文献标志码]** A

## A restrictive fluid management strategy for prevention of pulmonary complications early after severe burns: a report of 29 cases

Zuo Fengli<sup>1</sup>, Ren Hui<sup>1</sup>, Zhang Jiaping<sup>2</sup> (<sup>1</sup>School of Nursing, <sup>2</sup>State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Institute of Burns, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the effect of a restrictive fluid management strategy (RFMS) for prevention pulmonary complications in patients during the early stages following severe burns. **Methods** With 32 patients suffering from severe burns admitted in Southwest Hospital between June 2012 and December 2014 as the control group, 29 patients admitted between January 2015 and July 2016 were enrolled as the

**[基金项目]** 国家自然科学基金面上项目(81171810); 全军后勤科研“十二五”计划重点项目(BWS11J039); 重庆市社会民生科技创新专项(CSTC 2015shmszx0656)

**[通信作者]** 任 辉, E-mail: renhui\_tmmu@163.com

张家平, E-mail: japzhang@aliyun.com

**[优先出版]** <http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20161223.1610.029.html>

treatment group. Following identical treatment protocols within the initial 2 days, the control group and the treatment group received routine fluid therapy and RFMS-based treatment in 3 ~ 10 d postburn, respectively. Within 10 d postburn, the hemodynamic indexes of the 2 groups were monitored, and the fluid intake and output, daily fluid net balance, daily fluid cumulative net balance, results of laboratory test, pathogenic bacteria culture results and the use of ventilation were recorded. The incidences of acute respiratory distress syndrome (ARDS) and pulmonary infection within 2 weeks postburn were compared between the 2 groups. **Results** Both the daily fluid net balance and daily fluid cumulative net balance were lower in the treatment group than in the control group from 2 to 10 d postburn. The global end-diastolic volume index (GEDV) remained lower in the treatment group than in the control group from 2 to 10 d postburn, reaching the peak level on day 7 and still maintaining a high level afterwards in the control group; global end-diastolic volume index (GEDV) peaked on day 7 in the treatment group and tended to decrease over time. The extravascular lung water index (ELWI) was above the normal level only from 7 to 9 d postburn in the treatment group, as compared with in 3 to 10 d in the control group; the percentage of the total days with abnormal ELWI since postburn day 2 was significantly greater in the control group (52.34% vs 35.34%,  $P < 0.01$ ). Six patients in the treatment group and 15 in the control group required assisted ventilation from 3 to 10 d postburn ( $P < 0.05$ ), with the percentages of total days with ventilation of 41.02% and 18.53% in the 2 groups, respectively ( $P < 0.01$ ). Lung infection and ARDS occurred within 2 weeks postburn in 14 and 12 patients in the control group, and in 5 and 4 patients in treatment group, respectively ( $P < 0.05$ ). In both the 2 groups, the cardiac index remained higher than normal but the mean arterial pressure was within the normal range from 3 to 10 d postburn. **Conclusion** Appropriate RFMS can effectively reduce fluid net balance in the fluid reabsorption stage following burn injury to promote body fluid resorption and reduce the load capacity, and thus is critical for preventing and ameliorating early pulmonary edema and pulmonary complications following severe burn injuries.

**[Key words]** severe burns; restrictive fluid management strategy; net fluid balance; pulmonary edema; lung complications

Supported by the General Program of National Natural Science Foundation of China (81171810), the Key Project of the Twelfth Five-year Plan of Medical Science and Technology Research of PLA (BWS11J039) and the Special Project of Social Welfare Science and Technology Innovation Livelihood of Chongqing (CSTC2015shmszx0656). Corresponding author: Ren Hui, E-mail: renhui\_tmmu@163.com; Zhang Jiaping, E-mail: japzhang@aliyun.com

肺水肿是严重烧伤早期常见并发症,也是肺部感染、急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)或呼吸功能障碍等其他肺脏并发症的重要诱因,对严重烧伤病情的转归和预后具有重要作用。导致早期严重烧伤肺水肿的原因包括:烧伤休克期血管的通透性增高引起体液渗漏到组织间隙;休克期(伤后2 d内)“边补边漏”的液体复苏模式,加剧组织间隙液体积聚;烧伤早期胶体渗透压下降;全身与肺脏局部炎症反应等<sup>[1]</sup>。受临床诊断手段的限制,长期以来,人们对严重烧伤患者早期肺水肿的认识多限于理论推断,对于其临床变化规律及其意义缺乏清晰认识。

脉搏轮廓持续心输出量(pulse indicator continuous cardiac output, PiCCO)容量监护仪是近年发展起来的新型血流动力学监测系统,也是目前床旁定量监测患者血管外肺水含量的唯一新技术。研究显示,血管外肺水含量与肺水肿呈正相关,可用于量化肺水肿的程

度、指导肺水肿的液体治疗等<sup>[2-3]</sup>。本课题组前期采用PiCCO连续监测意外发现,严重烧伤患者进入回吸收期后(伤后3~10 d),其血管外肺水指数(external venous lung water index, ELWI)呈持续性增高,且均高于正常高值(7 mL/kg),提示现有治疗模式下严重烧伤患者回吸收期均存在不同程度的肺水肿。进一步分析显示,ELWI的进行性增高与严重烧伤患者早期肺功能障碍呈显著负相关<sup>[4]</sup>。上述研究揭示了严重烧伤患者早期肺水变化规律及其可能临床意义。

限制性液体管理策略(restrictive fluid management strategy, RFMS)是指通过控制液体输入量,或增加患者尿量排出,使机体在一段时间内处于体液负平衡的液体管理方式<sup>[5]</sup>。近年大量研究表明,RFMS有助于减轻多种病理生理条件下肺间质水肿,显著改善脓毒性休克、全身感染、急性肺损伤(acute lung injury, ALI)、ARDS以及老年术后患者的肺功能与预后转归等<sup>[6-8]</sup>。课题组前期工作发现,对严重烧伤患者回吸

收期进行适当的 RFMS,可以显著促进体液回吸收进程,加快全身水肿消退,从而在一定程度上改善患者肺功能。本研究在前期工作基础上,采用 PiCCO 监测技术,进一步观察和明确回吸收期 RFMS 对严重烧伤早期肺脏并发症的防治作用。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究属非随机前瞻性观察研究,收集 2012 年 6 月至 2014 年 12 月入住西南医院烧伤科的严重烧伤患者 32 例作为对照组,收集 2015 年 1 月至 2016 年 7 月入住西南医院烧伤科的严重烧伤患者 29 例作为限制组。

纳入标准:①烧伤面积(TBSA)  $\geq 50\%$ ,或深 II 度以上创面  $\geq 30\%$ ;②休克期内入院;③休克期平稳渡过,血压稳定,收缩压  $\geq 90$  mmHg,舒张压  $\geq 60$  mmHg,且休克期尿量  $\geq 0.5$  mL/h;④休克期末氧合指数(OI)  $\geq 200$  mmHg;⑤年龄 18~65 岁,男女不限。

排除标准:①重度吸入性损伤;②伤前有严重的心肺疾病;③入院时合并严重肺部损伤、严重颅脑损伤、内脏损伤等复合伤;④不适合中心静脉或股动脉置管;⑤休克期后存在肾衰竭;⑥试验期间不宜使用速尿(包括肾衰竭、尿崩症、严重的低钾和低钠血症、休克或明显的循环灌注不足);⑦拒绝参与试验患者。

按照临床试验伦理审查要求,申请临床试验伦理审查并通过第三军医大学西南医院伦理审查委员会审批,批件号:2012 年伦审科研第(17)号。按照知情同意书要求,对符合条件的患者或患者的法定监护人进行解释,获得同意后签署知情同意书。

两组患者在年龄、性别、身高、体质量、入院时间、烧伤原因、吸入性损伤、烧伤面积方面相近,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ,表 1、2)。

### 1.2 治疗方案

1.2.1 补液方案 两组患者休克期以三医大烧伤补液公式<sup>[9]</sup>为基础,行个体化液体复苏治疗,以循环稳定、尿量达  $0.5$  mL/(kg·h)为复苏成功标准。回吸收期对照组按照我科常规模式进行液体治疗和管理,

限制组实施 RFMS,即在常规模式基础上适当控制输液总量,同时输完胶体后立刻静推速尿(5 mg/次,4~6 次/d),增加体液排出,促进体液负平衡。速尿使用的次数根据患者容量具体情况而定。两组患者均按常规实施 PiCCO 监测。

表 1 两组患者一般资料的比较

组别	总例数	性别		年龄(岁)	身高(cm)	体质量(kg)
		男	女			
对照组	32	27	5	40.03 ± 11.73	166.69 ± 6.33	63.34 ± 7.73
限制组	29	24	5	41.55 ± 11.01	165.79 ± 7.34	67.12 ± 13.04
P 值	-	0.87		0.60	0.61	0.20

1.2.2 其他治疗方案 早期两组患者常规采用广谱抗生素抗感染。伤后 3~10 d 依据血液、创面分泌物或痰液细菌学培养结果针对性选用抗生素。两组患者多数于伤后 3~6 d 行首次手术。营养支持按笔者单位常规方式进行。所有患者行重症监护。

### 1.3 观察指标

试验期间两组患者所需观察的指标包括人口统计学指标(身高、性别、年龄、体质量、伤后入院时间、吸入性损伤、受伤原因和烧伤面积)、每日液体净平衡和每日累计液体净平衡、PiCCO 监测指标[包括心脏指数(cardiac index, CI)、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、全心舒张末期容积指数(global end diastolic volume index, GEDI)、ELWI 等]、试验期间两组患者呼吸机使用率、2 周内发生 ARDS、肺部感染的情况。ARDS 的柏林诊断标准参见文献[10]。肺部感染诊断标准参见文献[11-12]。

每日液体净平衡的计算方法为每日液体摄入量减去每日液体出量的差值除以患者体质量与烧伤面积的值,其单位为 mL/(%·kg)。每日累积液体净平衡表示为该日液体净平衡与前续液体净平衡的总和除以患者体质量与烧伤面积的值,其单位为 mL/(%·kg)。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件行统计分析,连续性数据采用  $\bar{x} \pm s$  表示;计量资料采用独立样本  $t$  检验、重复测量,计数资料采用  $\chi^2$  检验。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

表 2 两组患者入院情况比较

组别	烧伤原因			伤后入院时间(h)	吸入性损伤			烧伤面积(%)	
	热力	电弧	化学		无	轻	重	总	深 II 度以上
对照组	27	2	3	10.16 ± 8.62	12	11	9	71.28 ± 15.82	61.56 ± 21.53
限制组	25	4	0	10.24 ± 10.03	17	8	4	75.58 ± 11.26	67.69 ± 19.06
P 值	0.17	0.92	0.21	0.23	0.33				

## 2 结果

### 2.1 RFMS 对严重烧伤患者每日液体净平衡和累计液体净平衡的影响

2.1.1 RFMS 对严重烧伤患者每日液体净平衡的影响 两组患者每日液体净平衡在整个试验期间呈整体下降趋势,限制组均低于对照组,第6天两组比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ ,表3)。

2.1.2 RFMS 对严重烧伤患者每日累积液体净平衡的影响 两组患者每日累积液体净平衡在整个试验期间都呈上升趋势,且限制组均低于对照组,两组回吸收期各时间点差异有统计学意义( $P < 0.05$ ,表4)。

### 2.2 RFMS 对严重烧伤患者血流动力学指标的影响

2.2.1 RFMS 对严重烧伤患者 CI 的影响 CI 的正常值范围为  $3.0 \sim 5.0 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。两组患者 CI 值从伤后第4天开始均超过正常上限;回吸收期各时间点比较,限制组 CI 均略低于对照组,第4天两组比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ ,表5)。

2.2.2 RFMS 对严重烧伤患者 MAP 的影响 MAP

正常值为  $70 \sim 100 \text{ mmHg}$ 。两组患者在试验期间 MAP 都处于正常值范围,除第8、10天,限制组均高于对照组,且第4天差异有统计学意义( $P < 0.05$ ,表6)。

### 2.2.3 RFMS 对严重烧伤患者 GEDI 的影响

GEDI 的正常值范围为  $680 \sim 800 \text{ mL}/\text{m}^2$ 。回吸收期两组患者 GEDI 均呈上升趋势,对照组在伤后7d达正常上限值,且持续在高水平维持;限制组 GEDI 于伤后7d达峰值,此后呈下降趋势。限制组 GEDI 在各时间点均低于对照组,在第4、10天差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ,表7)。

### 2.3 RFMS 对严重烧伤患者 ELWI 的影响

ELWI 正常值为  $3 \sim 7 \text{ mL}/\text{kg}$ 。对照组 ELWI 均值在整个回吸收期均高于限制组和正常值上限;限制组仅在伤后7~9d高于正常值上限(表8),第4天两组比较有统计学差异( $P < 0.05$ )。两组患者回吸收期出现 ELWI 异常的总天数分别为限制组 82 d,对照组 134 d(表9),ELWI 异常总天数的百分比分别为 35.3% 和 52.3%。 $\chi^2$  检验显示二者比较差异具有统计学意义( $P < 0.01$ )。

表3 两组患者伤后不同时间每日液体净平衡的变化 [ $n=61$ ,  $\bar{x} \pm s$ ,  $\text{mL}/(\% \cdot \text{kg})$ ]

组别	休克期	回吸收期							
	伤后 2 d	伤后 3 d	伤后 4 d	伤后 5 d	伤后 6 d	伤后 7 d	伤后 8 d	伤后 9 d	伤后 10 d
对照组	1.34 ± 0.53	0.91 ± 0.55	0.69 ± 0.39	0.50 ± 0.47	0.63 ± 0.44	0.52 ± 0.37	0.49 ± 0.36	0.44 ± 0.42	0.37 ± 0.28
限制组	1.10 ± 0.45	0.67 ± 0.36	0.51 ± 0.30	0.49 ± 0.28	0.42 ± 0.28	0.50 ± 0.34	0.42 ± 0.34	0.32 ± 0.30	0.33 ± 0.26
P 值	0.06	0.05	0.05	0.83	0.03	0.82	0.47	0.24	0.56

表4 两组患者伤后不同时间每日累积液体净平衡的变化 [ $n=61$ ,  $\text{mL}/(\% \cdot \text{kg})$ ,  $\bar{x} \pm s$ ]

组别	休克期	回吸收期							
	伤后 2 d	伤后 3 d	伤后 4 d	伤后 5 d	伤后 6 d	伤后 7 d	伤后 8 d	伤后 9 d	伤后 10 d
对照组	3.09 ± 1.00	4.00 ± 1.40	4.73 ± 1.45	5.20 ± 1.70	5.83 ± 1.91	6.35 ± 2.11	6.84 ± 2.32	7.19 ± 2.48	7.36 ± 2.05
限制组	2.75 ± 0.80	3.32 ± 1.14	3.82 ± 1.30	4.37 ± 1.40	4.59 ± 1.56	5.24 ± 1.55	5.66 ± 1.67	5.97 ± 1.78	5.81 ± 1.27
P 值	0.16	0.04	0.01	0.04	0.01	0.02	0.03	0.03	0.00

表5 两组患者伤后不同时间 CI 的变化 ( $n=61$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	休克期	回吸收期							
	伤后 2 d	伤后 3 d	伤后 4 d	伤后 5 d	伤后 6 d	伤后 7 d	伤后 8 d	伤后 9 d	伤后 10 d
对照组	3.67 ± 1.29	4.39 ± 1.22	5.64 ± 1.17	6.12 ± 1.19	6.20 ± 1.18	6.18 ± 1.01	5.98 ± 1.12	5.94 ± 0.92	5.86 ± 0.79
限制组	3.31 ± 0.78	4.37 ± 1.11	5.00 ± 1.28	5.56 ± 1.18	5.94 ± 1.15	5.86 ± 1.10	5.98 ± 1.04	5.81 ± 0.86	5.62 ± 0.86
P 值	0.20	0.07	0.04	0.07	0.40	0.24	1.00	0.58	0.26

表6 两组患者伤后不同时间 MAP 的变化 ( $n=61$ ,  $\text{mmHg}$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	休克期	回吸收期							
	伤后 2 d	伤后 3 d	伤后 4 d	伤后 5 d	伤后 6 d	伤后 7 d	伤后 8 d	伤后 9 d	伤后 10 d
对照组	92.82 ± 12.64	91.53 ± 9.05	89.03 ± 7.84	89.01 ± 8.69	89.36 ± 9.80	89.02 ± 9.57	91.51 ± 11.78	92.54 ± 11.37	93.26 ± 7.36
限制组	96.55 ± 10.93	95.64 ± 10.58	94.28 ± 11.40	90.49 ± 9.69	91.71 ± 11.27	91.59 ± 10.46	90.90 ± 8.80	93.23 ± 11.61	90.13 ± 8.55
P 值	0.23	0.11	0.04	0.53	0.39	0.32	0.82	0.82	0.13

表7 两组患者伤后不同时间的 GEDI 变化 ( $n=61$ , mL/m<sup>2</sup>  $\bar{x} \pm s$ )

组别	休克期	回吸收期							
	伤后 2 d	伤后 3 d	伤后 4 d	伤后 5 d	伤后 6 d	伤后 7 d	伤后 8 d	伤后 9 d	伤后 10 d
对照组	600.14 ± 169.22	684.96 ± 176.65	731.01 ± 141.44	765.14 ± 133.89	765.24 ± 125.44	799.91 ± 152.96	809.12 ± 211.35	775.70 ± 130.21	805.46 ± 123.28
限制组	560.49 ± 112.06	629.93 ± 135.31	654.58 ± 134.89	696.22 ± 147.34	710.13 ± 154.17	734.93 ± 170.07	730.30 ± 179.42	723.85 ± 168.43	679.89 ± 87.72
P 值	0.28	0.18	0.04	0.06	0.13	0.12	0.12	0.18	0.00

表8 两组患者伤后不同时间 ELWI 的变化 ( $n=61$  mL/kg  $\bar{x} \pm s$ )

组别	休克期	回吸收期							
	伤后 2 d	伤后 3 d	伤后 4 d	伤后 5 d	伤后 6 d	伤后 7 d	伤后 8 d	伤后 9 d	伤后 10 d
对照组	6.97 ± 1.32	7.28 ± 1.85	7.33 ± 1.97	7.16 ± 1.85	7.60 ± 1.88	7.54 ± 1.87	7.70 ± 1.95	7.54 ± 1.59	7.21 ± 1.37
限制组	6.74 ± 1.90	6.50 ± 1.49	6.40 ± 1.42	6.99 ± 1.83	6.76 ± 1.45	7.22 ± 1.95	7.25 ± 1.77	7.10 ± 1.82	6.67 ± 0.97
P 值	0.58	0.07	0.04	0.71	0.06	0.51	0.35	0.32	0.08

表9 两组患者回吸收期 ELWI 异常的总天数 (d/%)

组别	回吸收期总天数	ELWI 异常天数	ELWI 正常天数
对照组	256/100	134/52.34	122/47.66
限制组	232/100	82/35.34	150/64.66

#### 2.4 RFMS 对严重烧伤患者回吸收期使用呼吸机和伤后 2 周内发生 ARDS、肺部感染的影响

根据 ARDS 的诊断标准,两组患者伤后 2 周内发生 ARDS 的情况为:限制组 4 例,对照组 12 例。 $\chi^2$  检验显示,两组患者伤后 2 周内 ARDS 的发生率差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

根据肺部感染诊断标准,两组患者伤后 2 周内肺部感染的发生情况为:限制组 5 例,对照组 14 例。 $\chi^2$  检验显示,两组患者伤后 2 周内肺部感染的发生率差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

两组患者回吸收期使用呼吸机的例数分别为:限制组 6 例,对照组 15 例。 $\chi^2$  检验显示二者差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。进一步分析显示,对照组使用呼吸机总天数为 105 d,平均 3.28 d/人,呼吸机使用天数的百分比为 41.02%;限制组使用呼吸机总天数为 43 d,平均 1.48 d/人,呼吸机使用天数的百分比为 18.53%。 $\chi^2$  检验显示,二者比较差异具有统计学意义 ( $P < 0.01$ )。

### 3 讨论

尽管我国烧伤治疗水平已大幅提升,但严重烧伤患者的转归和预后仍不容乐观,脏器并发症是主要死亡原因之一。肺脏并发症在所有脏器中发生率最高<sup>[13]</sup>,常见的肺脏并发症包括肺水肿、急性肺损伤、肺部感染、ARDS 等。其中,肺水肿发生时间早,持续时间长。同时也是其他肺脏并发症的重要诱发因素。导致肺部感染、ARDS 或呼吸功能障碍,诱发多器官功能

障碍甚或死亡<sup>[11]</sup>。及时、有效地预防严重烧伤早期肺水肿对改善患者预后具有重要的临床意义。

烧伤引起机体强烈应激并诱发炎症反应,使局部与远隔部位组织血管通透性明显增加,体液大量外渗;大分子物质,如白蛋白,甚至是球蛋白(相对分子质量 15 万)也能从血管漏出,导致组织间隙胶体渗透压增加,使体液进入组织间隙进一步增多,此期持续至伤后 48 h,称为烧伤休克期<sup>[14]</sup>。休克期后患者微血管屏障功能逐渐恢复,漏入组织间隙的大分子和体液回吸收入循环,液体出量逐渐大于入量,表现为尿量增加,水肿逐渐消退,此期可持续至伤后 7~10 d,称为烧伤回吸收期。体液回吸收快慢取决于烧伤程度、液体入/出量变化、血浆胶体渗透压等多因素。由于皮肤屏障功能受损,加之手术、各种治疗与静脉营养支持等,严重烧伤患者即使进入回吸收期,其每日液体入量仍大大高于普通患者,易造成容量超负荷和体液回吸收延迟<sup>[15]</sup>。长期以来,有关烧伤早期体液管理的措施主要聚焦于休克期液体复苏治疗,对回吸收期体液缺乏主动管理意识,对其目的和意义普遍仅限于避免容量超负荷和电解质紊乱等局限性认识。

我们前期临床观察发现,尽管严重烧伤患者休克期末 ELWI 处于正常范围,但是在进入回吸收期后其值呈持续性增高,且均超过正常高限(7 mL/kg),ELWI 进行性增高与严重烧伤患者早期肺功能障碍呈显著负相关。回吸收期 ELWI 增高的原因包括:休克期肺血管通透性增高和大量补液治疗,使得体液在肺组织间隙进行性积聚增多;早期血浆胶体渗透压下降加重肺水积聚;全身、局部炎症反应以及吸入性损伤导致肺间质水肿等<sup>[16]</sup>。上述表明,严重烧伤患者回吸收期存在不同程度的肺水肿,是导致患者肺功能损害加重的重要原因。基于此,课题组提出在严重烧伤患者

回吸收期实施 RFMS,即在适当控制患者液体输入的同时,采用利尿措施促进液体排出,从而加快体液回吸收和水肿消退。在小范围的临床观察中取得了改善严重烧伤早期肺功能的良好疗效<sup>[4]</sup>。本研究旨在扩大样本进一步全面分析 RFMS 对严重烧伤早期肺脏并发症的防治作用。

本研究发现,RFMS 能较好地促进体液排出、减轻容量负荷,同时具有良好的安全性。数据显示,两组患者每日液体净平衡在回吸收期呈下降趋势,限制组均低于对照组;两组患者每日累积液体净平衡在回吸收期呈上升趋势,而限制组显著低于对照组,提示 RFMS 可有效促进体液排出,减少患者体内液体累积。GEDI 是反映患者容量负荷的重要指标。我们发现,回吸收期对照组 GEDI 显著增高,伤后 7~10 d 一直处于正常上限,而 RFMS 在一定程度上降低了患者回吸收期 GEDI,使其值控制在正常下限,有效减轻患者容量负荷。同时,两组患者 CI 和 MAP 均处于理想范围,也未出现严重的电解质失衡提示我们采用的 RFMS 方案不会引发患者循环和内环境紊乱,具有良好的安全性。

进一步分析发现,限制组 ELWI 平均值、ELWI 平均值异常天数以及 ELWI 异常率均显著低于对照组,表明 RFMS 有效降低了严重烧伤肺水肿风险。限制组回吸收期使用呼吸机的频次和使用率分别为 1.48 d/人和 18.53%,而对照组分别为 3.28 d/人和 41.02%。限制组伤后 2 周内 ARDS、肺部感染患病率均显著低于对照组。上述结果提示,对严重烧伤患者回吸收期进行 RFMS 可以有效促进严重烧伤患者体液回吸收,减轻容量负荷,有效预防肺水肿,从而减轻严重烧伤患者肺功能损害、减少肺部并发症。因此,我们认为,对于严重烧伤患者而言,回吸收期 RFMS 如同休克期液体复苏治疗,均具有重要意义。烧伤休克期液体复苏是减低缺血性损害的关键,而回吸收期 RFMS 则有助于降低肺脏并发症,是减轻缺氧性损害的关键,二者对烧伤患者的转归和预后均具有举足轻重的作用。烧伤休克期和回吸收期体液平衡变化在一定程度上类似于脓毒症休克患者复苏前后的体液平衡变化。大宗研究报道已明确显示,对脓毒症休克复苏后患者采用 RFMS 可显著改善患者肺功能和预后<sup>[17]</sup>。结合本研究和以往研究结果,我们认为,在治疗严重烧伤时,应将回吸收期体液管理视为休克期液体复苏的延续,并将二者统一起来,即在休克期大量补液的同时就必须意识到如何在休克期结束后尽快将体内多余的体液排出体外,从而积极预防和减低严重烧伤复苏后脏器并

发症的发生。

综上所述,RFMS 是严重烧伤患者回吸收期体液管理的创新理念。适当的 RFMS 有助于减低严重烧伤患者回吸收期体液净平衡、促进体液回吸收、预防肺水肿和肺部并发症,对提高严重烧伤患者整体救治水平、改善预后具有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 张家平,向飞,童大力,等. 限制性液体管理策略对严重烧伤患者早期肺功能影响的对比研究[J]. 中华烧伤杂志,2012,28(3): 165-169. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2012.03.002.  
Zhang J P, Xiang F, Tong D L, et al. Comparative study on the effect of restrictive fluid management strategy on the early pulmonary function of patients with severe burn[J]. Chinese Journal of Burns, 2012, 28(3): 165-169. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2012.03.002.
- [2] 马鸣,邹明. 特重度烧伤补液公式的改进(附 22 例报告)[J]. 四川医学,2002,23(12): 1331-1332. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0501.2002.12.076.  
Ma M, Zou M. Improvement of fluid replacement formula for extra severe burn (a report of 22 cases) [J]. Sichuan Medical Journal, 2002, 23(12): 1331-1332. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0501.2002.12.076.
- [3] Greenhalgh D G. Burn resuscitation: the results of the ISBI/ABA survey[J]. Burns, 2010, 36(2): 176-182. DOI: 10.1016/j.burns.2009.09.004.
- [4] 于晓凤. 严重烧伤患者回吸收期血管外肺水变化规律及相关因素分析的临床研究[D]. 重庆: 第三军医大学, 2015.  
Yu X F. Clinical research about the changing trend and correlation analyses of patients extravascular lung water during the re-absorb phase after severe burn [D]. Chongqing: Third Military Medical University 2015.
- [5] Kollef M H, Schuster D P. The acute respiratory distress syndrome[J]. N Engl J Med, 1995, 332(1): 27-37. DOI: 10.1056/NEJM199501053320106.
- [6] Iijima T. Complexity of blood volume control system and its implications in perioperative fluid management[J]. J Anesth, 2009, 23(4): 534-542. DOI: 10.1007/s00540-009-0797-5.
- [7] Corcoran T, Rhodes J E, Clarke S, et al. Perioperative fluid management strategies in major surgery: a stratified meta-analysis[J]. Anesth Analg, 2012, 114(3): 640-651. DOI: 10.1213/ANE.0b013e318240d6eb.
- [8] Lobo S M, Ronchi L S, Oliveira N E, et al. Restrictive strategy of intraoperative fluid maintenance during optimization of

- oxygen delivery decreases major complications after high-risk surgery [J]. *Crit Care*, 2011, 15(5): R226. DOI: 10.1186/cc10466.
- [9] 罗高兴, 彭毅志, 庄颖, 等. 烧伤休克期有关补液公式的临床应用与评价 [J]. *中华烧伤杂志*, 2008, 24(4): 248 - 250. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2008.04.003.
- Luo G X, Peng Y Z, Zhuang Y, *et al.* Clinical practice and evaluation of relative fluid resuscitation formula at burn shock stage [J]. *Chinese Journal of Burns*, 2008, 24(4): 248 - 250. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2008.04.003.
- [10] 杨毅. ARDS 诊断——“柏林标准”的价值与意义 [J]. *医学与哲学*, 2012, 33(18): 10 - 11, 73.
- Yang Y. Acute respiratory distress syndrome: Berlin definition [J]. *Medicine & Philosophy*, 2012, 33(18): 10 - 11, 73.
- [11] 管向东, 唐朝霞. 腹部手术后肺部感染的处理 [J]. *中国实用外科杂志*, 2011, 31(9): 874 - 876.
- Guan X D, Tang Z X. Treatment of pulmonary infection after abdominal surgery [J]. *Chin J Pract Surg*, 2011, 31(9): 874 - 876.
- [12] Sio S W, Ang S F, Lu J, *et al.* Substance P upregulates cyclooxygenase-2 and prostaglandin E metabolite by activating ERK1/2 and NF-kappaB in a mouse model of burn-induced remote acute lung injury [J]. *J Immunol*, 2010, 185(10): 6265 - 6276. DOI: 10.4049/jimmunol.1001739.
- [13] Faraklas I, Lam U, Cochran A, *et al.* Colloid normalizes resuscitation ratio in pediatric burns [J]. *J Burn Care Res*, 2011, 32(1): 91 - 97. DOI: 10.1097/BCR.0b013e318204b379.
- [14] Enkhbaatar P, Traber D L. Pathophysiology of acute lung injury in combined burn and smoke inhalation injury [J]. *Clin Sci*, 2004, 107(2): 137 - 143. DOI: 10.1042/CS20040135.
- [15] 马丽君, 秦英智. 血管外肺水指数和肺毛细血管渗透性指数在肺水肿诊断中的意义 [J]. *中国危重病急救医学*, 2008, 20(2): 111 - 114. DOI: 10.3321/j.issn.1003-0603.2008.02.014.
- Ma L J, Qin Y Z. Clinical investigation of extravascular lung water index and pulmonary vascular permeability index in diagnosis and continuous monitoring of lung edema [J]. *Chinese Critical Care Medicine*, 2008, 20(2): 111 - 114. DOI: 10.3321/j.issn.1003-0603.2008.02.014.
- [16] 余水秀, 王仙园, 周娟, 等. 大面积严重烧伤病人回吸收期血管外肺水指数变化与肺功能关系研究 [J]. *护理研究*, 2013, 27(16): 1555 - 1557. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6493.2013.16.009.
- Yu S X, Wang X Y, Zhou J, *et al.* Changes of extravascular lung water index in patients with a large area of severely burn during back to absorption and relationship between it and lung function [J]. *Chinese Nursing Research*, 2013, 27(16): 1555 - 1557. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6493.2013.16.009.
- [17] 王龙廷, 郭凯, 周荣斌. 脓毒症液体复苏终点指标研究与限制性液体管理 [J]. *临床急诊杂志*, 2015, 16(2): 160 - 164. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2015.02.028.
- Wang L T, Guo K, Zhou R B. Study on the end point of liquid resuscitation and limited fluid management in sepsis [J]. *Journal of Clinical Emergency*, 2015, 16(2): 160 - 164. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2015.02.028.

(收稿: 2016-10-14; 修回: 2016-12-05)

(编辑 张 维)