

· 论著 · 烧伤危重症与并发症 ·

不同年龄段不同烧伤面积严重烧伤患儿休克期液体复苏策略及疗效评价



杨萌 戴小华 郭光华 闵定宏 廖新成 张红艳 付忠华 刘名倬

南昌大学第一附属医院烧伤科 330006

杨萌现在大连市妇女儿童医疗中心(集团)烧伤整形科 116011

通信作者:郭光华, Email: guogh2000@hotmail.com

【摘要】 目的 探讨不同年龄段不同烧伤面积严重烧伤患儿休克期液体复苏策略并进行疗效评价。**方法** 采用回顾性队列研究方法。2015年1月—2020年6月,南昌大学第一附属医院收治235例符合入选标准的重度及以上烧伤患儿,其中男150例、女85例,年龄3个月~12岁。入院后计划按照国内小儿烧伤休克补液公式采用电解质、胶体及水分对患儿进行补液,根据患儿精神状态、末梢循环、心率、血压、尿量等适当调整补液量及速度。统计所有患儿补液8h与伤后第1、2个24h实际输入和计划输入电解质质量、胶体量、水分量、液体总量。根据补液8h尿量情况,将所有患儿分为尿量 $\geq 1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 的尿量维持满意组(119例)和尿量 $< 1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 的尿量维持不满意组(116例),计算患儿补液8h电解质系数、胶体系数、水分系数。根据烧伤总面积,将 < 3 岁(155例)、3~12岁(80例)年龄段患儿均分为15%~25%体表总面积(TBSA)组和 $> 25\%$ TBSA组,计算或统计患儿伤后第1、2个24h电解质系数、胶体系数、水分系数、尿量,统计患儿伤后48h体温、心率、呼吸频率、经皮动脉血氧饱和度等无创监测指标以及血细胞比容、血小板计数、血红蛋白、白蛋白、肌酐、丙氨酸转氨酶(ALT)等疗效指标水平。统计所有患儿治疗期间并发症、治愈、好转出院、自动出院及死亡情况等预后及转归指标。对数据行独立样本或配对样本 t 检验、Mann-Whitney U 检验、 χ^2 检验以及Fisher确切概率法检验。**结果** 所有患儿补液8h实际输入电解质质量明显大于计划输入量,实际输入胶体量、水分量及液体总量均明显小于计划输入量($Z=13.094, 5.096, 13.256, 7.742, P<0.01$);伤后第1、2个24h实际输入电解质质量明显大于计划输入量,实际输入水分量与液体总量明显小于计划输入量($Z=13.288, -13.252, 3.867, 13.183, -13.191, 10.091, P<0.01$),实际输入胶体量与计划输入量相近($P>0.05$)。补液8h,与尿量维持不满意组比较,尿量维持满意组患儿电解质系数和胶体系数无明显变化($P>0.05$),水分系数明显升高($Z=2.574, P<0.05$)。 < 3 岁患儿中,与 $> 25\%$ TBSA组比较,15%~25%TBSA组患儿伤后第1、2个24h电解质系数、水分系数均明显升高,尿量明显降低($Z=-3.867, -6.993, -3.417, -5.396, -5.062, 1.503, P<0.05$ 或 $P<0.01$),胶体系数无明显变化($P>0.05$);伤后48h疗效指标中的血细胞比容、血小板计数、血红蛋白水平均明显升高,ALT水平则明显降低($Z=-2.720, -3.099, -2.063, -2.481, P<0.05$ 或 $P<0.01$);伤后48h其余疗效指标及无创监测指标水平无明显变化($P>0.05$)。3~12岁患儿中,与 $> 25\%$ TBSA组比较,15%~25%TBSA组患儿伤后第1、2个24h电解质系数、水分系数均明显升高,伤后第2个24h胶体系数明显降低($Z=-2.042, -4.884, -2.297, -3.448, -2.480, P<0.05$ 或 $P<0.01$),伤后第1个24h胶体系数和伤后第1、2个24h尿量及伤后48h无创监测指标与疗效指标无明显变化($P>0.05$)。治疗期间共17例患儿发生并发症。235例患儿中,治愈211例,占89.79%;好转出院5例,占2.13%;自动出院16例,占6.81%;死亡3例,占1.28%。**结论** 严重烧伤小儿早期液体复苏电解质质量超出公式计算量可获得较好的治疗效果。 < 3 岁患儿中,特重度烧伤患儿较重度烧伤患儿在液体复苏

DOI: 10.3760/ema.j.cn501120-20210408-00119

本文引用格式:杨萌,戴小华,郭光华,等.不同年龄段不同烧伤面积严重烧伤患儿休克期液体复苏策略及疗效评价[J].中华烧伤杂志,2021,37(10):929-936. DOI: 10.3760/ema.j.cn501120-20210408-00119.

Yang M, Dai XH, Guo GH, et al. Fluid resuscitation strategy and efficacy evaluation in shock stage in severely burned children with different burn areas in different age groups[J]. Chin J Burns, 2021, 37(10): 929-936. DOI: 10.3760/ema.j.cn501120-20210408-00119.



时应适量增加补液量;3~12岁患儿中,特重度烧伤患儿较重度烧伤患儿在液体复苏时应适当增加胶体量;无创监测指标可用于监控严重烧伤患儿血流动力学和指导其液体复苏。

【关键词】 烧伤; 儿童; 休克; 补液疗法; 疗效比较研究; 无创监测; 液体复苏

基金项目:国家自然科学基金地区科学基金项目(81760342、81960352)

Fluid resuscitation strategy and efficacy evaluation in shock stage in severely burned children with different burn areas in different age groups

Yang Meng, Dai Xiaohua, Guo Guanghua, Min Dinghong, Liao Xincheng, Zhang Hongyan, Fu Zhonghua, Liu Mingzhuo

Department of Burns, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China

Yang Meng is now working at the Department of Burns and Plastic Surgery of Dalian Women's and Children's Medical Center (Group)

Corresponding author: Guo Guanghua, Email: guogh2000@hotmail.com

【Abstract】 Objective To explore the fluid resuscitation strategy in shock stage in severely burned children with different burn areas in different age groups, and to evaluate the curative effect. **Methods** A retrospective cohort study was conducted. From January 2015 to June 2020, 235 children with severe and above burns who met the inclusion criteria were hospitalized in the First Affiliated Hospital of Nanchang University, including 150 males and 85 females, aged 3 months to 12 years. After admission, it was planned to rehydrate the children with electrolyte, colloid, and water according to the domestic rehydration formula for pediatric burn shock, and the rehydration volume and speed were adjusted according to the children's mental state, peripheral circulation, heart rate, blood pressure, and urine output, etc. The actual input volume and planned input volume of electrolyte, colloid, water, and total fluid of all the children were recorded during the 8 hours since fluid replacement and the first and second 24 hours after injury. According to urine output during the 8 hours since fluid replacement, all the children were divided into satisfactory urine output maintenance group (119 cases) with urine output $\geq 1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ and unsatisfactory urine output maintenance group (116 cases) with urine output $< 1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, and the electrolyte coefficient, colloid coefficient, and water coefficient of the children were calculated during the 8 hours since fluid replacement. According to the total burn area, children aged < 3 years (155 cases) and 3–12 years (80 cases) were divided into 15%–25% total body surface area (TBSA) group and $> 25\%$ TBSA group, respectively. The electrolyte coefficient, colloid coefficient, water coefficient, and urine output of the children were calculated or counted during the first and second 24 hours after injury, and the non-invasive monitoring indicators of body temperature, heart rate, respiratory rate, and percutaneous arterial oxygen saturation and efficacy indicators of hematocrit, platelet count, hemoglobin, albumin, creatinine, and alanine aminotransferase (ALT) of the children were recorded 48 hours after injury. The prognosis and outcome indicators of all the children during the treatment were counted, including complications, cure, improvement and discharge, automatic discharge, and death. Data were statistically analyzed with independent sample or paired sample t test, Mann-Whitney U test, chi-square test, and Fisher's exact probability test. **Results** During the 8 hours since fluid replacement, the actual input volume of electrolyte of all the children was significantly more than the planned input volume, and the actual input volumes of colloid, water, and total fluid were significantly less than the planned input volumes ($Z=13.094, 5.096, 13.256, 7.742, P<0.01$). During the first and second 24 hours after injury, the actual input volumes of electrolyte of all the children were significantly more than the planned input volumes, and the actual input volumes of water and total fluid were significantly less than the planned input volumes ($Z=13.288, -13.252, 3.867, 13.183, -13.191, 10.091, P<0.01$), while the actual input volumes of colloid were close to the planned input volumes ($P>0.05$). During the 8 hours since fluid replacement, compared with those in unsatisfactory urine output maintenance group, there was no significant change in electrolyte coefficient or colloid coefficient of children in satisfactory urine output maintenance group ($P>0.05$), while the water coefficient was significantly increased ($Z=2.574, P<0.05$). Among children < 3 years old, compared with those in $> 25\%$ TBSA group, the electrolyte coefficient and water coefficient of children were significantly increased and the urine output of children was significantly decreased in 15%–25%TBSA group during the first and second 24 hours after injury ($Z=-3.867, -6.993, -3.417, -5.396, -5.062, 1.503, P<0.05$ or $P<0.01$), while the colloid coefficient did not change significantly ($P>0.05$); the levels of efficacy indicators of hematocrit, platelet count, and hemoglobin at 48 h after injury were significantly increased, while ALT level was significantly decreased ($Z=-2.720, -3.099, -2.063, -2.481, P<0.05$ or $P<0.01$); the levels of the rest of the efficacy indicators and non-invasive monitoring indicators at 48 h after injury did not change significantly ($P>0.05$). Among children aged 3–12 years,

compared with those in >25%TBSA group, the electrolyte coefficient and water coefficient of children in 15%–25%TBSA group were significantly increased during the first and second 24 hours after injury, the colloid coefficient during the second 24 h was significantly decreased ($Z=-2.042, -4.884, -2.297, -3.448, -2.480, P<0.05$ or $P<0.01$), while the colloid coefficient during the first 24 hours after injury, urine output during the first and second 24 hours after injury, and the non-invasive monitoring indicators and efficacy indicators at 48 hours after injury did not change significantly ($P>0.05$). Complications occurred in 17 children during the treatment. Among the 235 children, 211 cases were cured, accounting for 89.79%, 5 cases were improved and discharged, accounting for 2.13%, 16 cases were discharged automatically, accounting for 6.81%, and 3 cases died, accounting for 1.28%. **Conclusions** The electrolyte volume in early fluid resuscitation in severely burned children exceeding the volume calculated by the formula can obtain a good therapeutic effect. Among children <3 years old, the volume of fluid resuscitation should be appropriately increased in children with extremely severe burns compared with children with severe burns during fluid resuscitation; among children aged 3–12 years, the colloid volume should be appropriately increased in children with extremely severe burns compared with children with severe burns during fluid resuscitation; non-invasive monitoring indicators can be used to monitor hemodynamics and guide fluid resuscitation in severely burned children.

【Key words】 Burns; Child; Shock; Fluid therapy; Comparative effectiveness research; Non-invasive monitoring; Fluid resuscitation

Fund program: Regional Science Foundation Project of National Natural Science Foundation of China (81760342, 81960352)

小儿烧伤发病率较高,烧伤患儿占同期烧伤患者总数的 1/3~1/2,烧伤早期液体复苏不当可引起严重甚至不可逆的并发症^[1-2]。小儿全身血容量少,维持体液平衡能力差,烧伤后较成人更易发生休克,病死率更高。因此,早期行及时有效的液体复苏对烧伤患儿的预后具有重要意义。小儿生长发育阶段不同,器官及组织发育有差异,不同生长发育时期小儿生理需要量也不同,根据现有的小儿烧伤休克期液体公式补液,可能产生不良预后。本文通过回顾性分析南昌大学第一附属医院约 6 年间收治的重度及以上烧伤患儿休克期补液成分量、补液总量及临床疗效,评估烧伤患儿休克期液体复苏效果,分析失败原因,总结成功经验,以期对不同年龄不同严重程度烧伤重症患儿合理应用小儿液体复苏公式提供一定参考。

1 对象与方法

本回顾性队列研究符合《赫尔辛基宣言》的基本原则。根据南昌大学第一附属医院伦理委员会政策,临床资料可以在不泄露患者身份的前提下进行分析、使用。

1.1 入选标准

纳入标准:年龄 0~12 岁,性别不限,烧伤总面积 $\geq 15\%$ TBSA、深度为深 II 度及以上的严重烧伤住院患儿^[3],伤后 6 h 内入院,住院时间 >3 d,行休克期液体复苏治疗。排除标准:非热力因素造成的烧伤,入院前行除换药外的其他处理,合并吸入性损

伤,合并皮肤撕脱伤、骨折、颅内出血、腹腔脏器出血等其他伤情,合并先天性疾病等其他基础疾病。

1.2 临床资料

2015 年 1 月—2020 年 6 月,南昌大学第一附属医院收治的 235 例严重烧伤患儿符合入选标准,纳入本研究。患儿中男 150 例、女 85 例,年龄 3 个月~12 岁,入院时间为伤后 30 min~5 h,烧伤总面积为 15%~90%TBSA,133 例合并 1%~83%TBSA III 度烧伤,致伤原因中热液烫伤 192 例、火焰烧伤 43 例。入住烧伤 ICU 患儿 51 例,其中 39 例入院时即出现不同程度休克症状,13 例因呼吸困难、面部水肿、特大面积烧伤等行气管切开及气管插管。

1.3 治疗方法

患儿入院后立即行静脉输液抗休克治疗,根据烧伤深度采取不同的创面处理方法。计划按照国内小儿烧伤休克补液公式^[4]计算补液量:(1)针对 <3 岁患儿,伤后第 1 个 24 h 补液总量=II 度与 III 度烧伤面积之和($\%TBSA$) \times 体重(kg) \times 电解质和胶体 $2.00 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\%TBSA^{-1}$ +水分 $100\sim 150 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$,其中电解质、胶体比例为 1:1。伤后第 2 个 24 h 电解质、胶体量减半(比例为 1:1),水分同伤后第 1 个 24 h。(2)针对 3~12 岁患儿,伤后第 1 个 24 h 补液总量=II 度与 III 度烧伤面积之和($\%TBSA$) \times 体重(kg) \times 电解质和胶体 $1.75 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\%TBSA^{-1}$ +水分 $50\sim 100 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$,其中电解质、胶体比例为 1:1。伤后第 2 个 24 h 补液同 <3 岁患儿。电解质采用乳酸钠林格注射液(如有需要可加用碳酸氢钠溶液),胶体

采用新鲜冰冻血浆、人血白蛋白,水分为 50 g/L 葡萄糖注射液。入院后即监测患儿心率、呼吸频率、血压、经皮动脉血氧饱和度(SpO₂)等,利用输液泵监测输液进度并维持输液速度,根据患儿精神状态(意识清楚)、末梢循环(肤色正常、毛细血管充盈好、肢端温暖)、心率(140 次/min 以下)、血压[不低于 80~90 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)]、脉压(不低于 20 mmHg)、尿量(1.0~1.5 mL·kg⁻¹·h⁻¹)等适当调整补液量及速度。若烧伤后无明显胃肠道反应,可根据患儿营养情况、进食、消化能力及年龄等选择合适的食物尽早肠道喂养;若病情危重或进食效果不佳,可早期行肠内营养。早期预防性使用抗生素,并根据患儿血生化及血气分析结果及时纠正电解质、酸碱紊乱等。

1.4 统计指标

(1)统计所有患儿补液 8 h 与伤后第 1、2 个 24 h 实际输入和计划输入电解质质量、胶体量、水分量、液体总量。(2)根据补液 8 h 尿量情况,将所有患儿分为尿量≥1 mL·kg⁻¹·h⁻¹的尿量维持满意组(119 例)和尿量<1 mL·kg⁻¹·h⁻¹的尿量维持不满意组(116 例)。2 组患儿一般资料比较,差异无统计学意义(P>

0.05),见表 1。计算患儿补液 8 h 电解质系数、胶体系数、水分系数,其中电解质系数=实际输入电解质量÷(体重×Ⅱ度与Ⅲ度烧伤面积之和)、胶体系数=实际输入胶体量÷(体重×Ⅱ度与Ⅲ度烧伤面积之和)、水分系数=实际输入水分量÷(体重×Ⅱ度与Ⅲ度烧伤面积之和),计算方法下同。(3)根据烧伤总面积,将<3 岁(155 例)、3~12 岁(80 例)年龄段患儿均分为 15%~25%TBSA 组和>25%TBSA 组。2 个年龄段中不同面积组患儿一般资料比较,差异均无统计学意义(P>0.05),见表 2。计算或统计患儿伤后第 1、2 个 24 h 电解质系数、胶体系数、水分系数、尿量;统计患儿伤后 48 h 体温、呼吸频率、心率、SpO₂等无创监测指标以及血细胞比容、血小板计数、血红蛋白、白蛋白、肌酐、ALT 等疗效指标(取血检测)水平。(4)统计所有患儿及<3 岁、3~12 岁年龄段患儿治疗期间并发症、治愈、好转出院、自动出院及死亡情况等预后及转归指标。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 24.0 统计软件进行分析,计量资料数据中符合正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行独立样本 *t* 检验或配对样本 *t* 检验;不符合正态分布者以

表 1 2 组严重烧伤患儿一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄[岁, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	体重[kg, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	伤后入院时间[h, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	致伤原因(例)		烧伤总面积 [%TBSA, <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)]	Ⅲ度烧伤(例)	
		男	女				热液烫伤	火焰烧伤		有	无
尿量维持满意组	119	71	48	2.0(1.0,4.0)	12(10,17)	3(2,4)	100	19	25(18,28)	73	46
尿量维持不满意组	116	79	37	1.0(1.0,2.8)	12(10,15)	3(2,4)	92	24	20(16,26)	60	56
统计量值		$\chi^2=1.812$		<i>Z</i> =-1.938	<i>Z</i> =-1.518	<i>Z</i> =-1.049	$\chi^2=0.877$		<i>Z</i> =-1.753	$\chi^2=2.213$	
<i>P</i> 值		0.178		0.053	0.129	0.294	0.349		0.080	0.137	

注:TBSA 为体表总面积

表 2 2 个年龄段中不同面积组间严重烧伤患儿一般资料比较

年龄段与组别	例数	性别(例)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	伤后入院时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	致伤原因(例)		Ⅲ度烧伤(例)	
		男	女				热液烫伤	火焰烧伤	有	无
<3 岁										
15%~25%TBSA 组	112	79	33	1.2±0.5	11.2±2.1	3.0±1.2	106	6	53	59
>25%TBSA 组	43	26	17	1.2±0.6	10.9±3.2	2.7±1.3	39	4	27	16
3~12 岁										
15%~25%TBSA 组	51	28	23	5.1±2.6	20.1±8.7	2.7±1.3	31	20	30	21
>25%TBSA 组	29	17	12	5.6±2.9	21.4±9.5	2.9±1.4	16	13	23	6
统计量值 ₁		$\chi^2=1.442$		<i>t</i> =0.342	<i>t</i> =1.026	<i>t</i> =1.270	—		$\chi^2=2.977$	
<i>P</i> ₁ 值		0.230		0.732	0.305	0.204	0.466		0.084	
统计量值 ₂		$\chi^2=0.104$		<i>t</i> =-0.606	<i>t</i> =-0.876	<i>t</i> =-0.815	$\chi^2=0.240$		$\chi^2=3.470$	
<i>P</i> ₂ 值		0.747		0.545	0.381	0.415	0.624		0.062	

注:TBSA 为体表总面积;统计量值₁、*P*₁值,统计量值₂、*P*₂值分别为<3 岁、3~12 岁年龄段中 2 个面积组间各指标比较所得;“—”表示无此统计量值

$M(P_{25}, P_{75})$ 表示,行 Mann-Whitney U 检验。计数资料以频数表示,行 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法检验(软件自动略去该统计量值)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 所有患儿实际与计划补液情况

所有患儿补液 8 h 实际输入电解质质量明显大于计划输入量,实际输入胶体量、水分量及液体总量均明显小于计划输入量($P < 0.01$);伤后第 1、2 个 24 h 实际输入电解质质量明显大于计划输入量,实际输入水分量与液体总量明显小于计划输入量($P < 0.01$),实际输入胶体量与计划输入量相近($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 235 例严重烧伤患儿各时间段实际与计划补液情况比较[mL, $M(P_{25}, P_{75})$]

补液情况与时间段	电解质质量	胶体量	水分量	液体总量
实际补液				
补液 8 h	350(250, 500)	100(0, 200)	150(100, 250)	600(480, 850)
伤后第 1 个 24 h	750(580, 1 000)	300(150, 450)	400(350, 500)	1 425(1 200, 1 850)
伤后第 2 个 24 h	480(350, 650)	150(50, 200)	300(210, 430)	960(760, 1 200)
计划补液				
补液 8 h	132(100, 187)	132(100, 187)	500(450, 600)	792(678, 936)
伤后第 1 个 24 h	264(200, 374)	264(200, 374)	1 000(900, 1 200)	1 584(1 356, 1 872)
伤后第 2 个 24 h	132(100, 187)	132(100, 187)	1 000(900, 1 200)	1 280(1 150, 1 560)
Z_1 值	13.094	5.096	13.256	7.742
P_1 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Z_2 值	13.288	0.072	-13.252	3.867
P_2 值	<0.001	0.314	<0.001	<0.001
Z_3 值	13.183	0.355	-13.191	10.091
P_3 值	<0.001	0.241	<0.001	<0.001

注: Z_1 值、 P_1 值、 Z_2 值、 P_2 值、 Z_3 值、 P_3 值分别为补液 8 h、伤后第 1 个 24 h、伤后第 2 个 24 h 实际补液与计划补液各指标比较所得

2.2 尿量维持满意与否患儿补液系数

补液 8 h,尿量维持满意组患儿电解质系数和胶体系数与尿量维持不满意组相近($P > 0.05$),尿量维持满意组患儿水分系数明显高于尿量维持不满意组($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 2 组严重烧伤患儿补液 8 h 补液系数比较

[mL·kg ⁻¹ ·%TBSA ⁻¹ , $M(P_{25}, P_{75})$]				
组别	例数	电解质系数	胶体系数	水分系数
尿量维持满意组	119	1.19(0.82, 1.56)	0.33(0, 0.57)	0.52(0.38, 0.91)
尿量维持不满意组	116	1.25(0.83, 1.66)	0.33(0, 0.58)	0.42(0.31, 0.71)
Z 值		-0.584	-0.022	2.574
P 值		0.552	0.983	0.010

注:TBSA 为体表总面积

2.3 2 个年龄段中不同面积患儿补液系数与尿量及无创监测与疗效指标

<3 岁患儿中,15%~25%TBSA 组患儿伤后第 1、2 个 24 h 电解质系数、水分系数均明显高于 >25%TBSA 组,尿量明显低于 >25%TBSA 组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),胶体系数与 >25%TBSA 组相近($P > 0.05$),见表 5;15%~25%TBSA 组患儿伤后 48 h 疗效指标中的血细胞比容、血小板计数、血红蛋白水平均明显高于 >25%TBSA 组,ALT 水平则明显低于 >25%TBSA 组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);2 个面积组患儿伤后 48 h 其余疗效指标及无创监测指标水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 6。

3~12 岁患儿中,15%~25%TBSA 组患儿伤后第 1、2 个 24 h 电解质系数、水分系数均明显高于 >25%TBSA 组,伤后第 2 个 24 h 胶体系数明显低于 >25%TBSA 组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),伤后第 1 个 24 h 胶体系数和伤后第 1、2 个 24 h 尿量与 >25%TBSA 组相近($P > 0.05$),见表 5;2 个面积组患儿伤后 48 h 无创监测指标及疗效指标水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 6。

2.4 预后及转归

治疗期间共 17 例患儿发生并发症。235 例患儿中,治愈 211 例,占 89.79%;好转出院 5 例,占 2.13%;自动出院 16 例,占 6.81%;死亡 3 例,占 1.28%。<3 岁患儿中,发生全身感染 6 例、胃肠道紊乱 4 例,治愈 138 例,好转出院 2 例,自动出院 13 例,死亡 2 例;3~12 岁患儿中,发生全身感染 4 例、胃肠道紊乱 1 例、应激性溃疡 1 例、肺水肿 1 例,治愈 73 例,好转出院 3 例,自动出院 3 例,死亡 1 例。

3 讨论

烧伤是我国乃至全世界致伤、致残的主要原因之一,也是儿童伤害和意外死亡的主要因素。伤后 48 h 是小儿烧伤治疗的关键时期,液体复苏时应在

表 5 2 个年龄段中不同面积组间严重烧伤患儿补液系数及尿量在伤后各时间段的比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

年龄段与组别	例数	电解质系数		胶体系数		水分系数		尿量	
		$(\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \% \text{TBSA}^{-1})$		$(\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \% \text{TBSA}^{-1})$		$(\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \% \text{TBSA}^{-1})$		$(\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	
		第 1 个 24 h	第 2 个 24 h	第 1 个 24 h	第 2 个 24 h	第 1 个 24 h	第 2 个 24 h	第 1 个 24 h	第 2 个 24 h
<3 岁									
15%~25%TBSA 组	112	3.1(2.4, 4.0)	2.2(1.8, 2.7)	1.0(0.6, 1.5)	0.5(0.2, 0.7)	1.8(1.4, 2.5)	1.3(1.0, 1.9)	1.9(1.4, 2.6)	3.3(2.4, 4.8)
>25%TBSA 组	43	2.4(1.8, 2.9)	1.2(1.0, 2.0)	1.0(0.7, 1.5)	0.5(0.4, 0.8)	1.0(0.8, 1.4)	0.8(0.5, 1.0)	2.5(2.1, 3.2)	3.7(2.9, 5.1)
3~12 岁									
15%~25%TBSA 组	51	2.1(1.7, 3.1)	1.3(0.9, 1.9)	0.7(0.3, 1.1)	0.3(<0.1, 0.6)	1.2(0.9, 1.7)	1.0(0.6, 1.4)	1.8(1.3, 2.4)	2.7(1.8, 3.8)
>25%TBSA 组	29	1.9(1.5, 2.5)	0.9(0.5, 1.4)	1.0(0.6, 1.1)	0.5(0.3, 0.7)	0.8(0.5, 0.9)	0.5(0.4, 0.9)	1.7(1.2, 2.2)	2.9(2.3, 3.5)
Z_1 值		-3.867	-5.396	-0.298	-1.799	-6.993	-5.062	-3.417	1.503
P_1 值		<0.001	<0.001	0.766	0.072	<0.001	<0.001	<0.001	0.044
Z_2 值		-2.042	-2.297	-1.608	-2.480	-4.884	-3.448	0.555	-0.861
P_2 值		0.041	0.022	0.108	0.013	<0.001	0.001	0.579	0.389

注: TBSA 为体表总面积; Z_1 值、 P_1 值, Z_2 值、 P_2 值分别为 <3 岁、3~12 岁年龄段中不同面积组间各指标比较所得

表 6 2 个年龄段中不同面积组间严重烧伤患儿伤后 48 h 无创监测指标及疗效指标水平比较

年龄段与组别	例数	体温($^{\circ}\text{C}$, $\bar{x} \pm s$)	心率 (次/min, $\bar{x} \pm s$)	呼吸频率 (次/min, $\bar{x} \pm s$)	SpO_2 [M (P_{25}, P_{75})]	血细胞比容 [M ($P_{25},$ P_{75})]	血小板计数 [$\times 10^9/\text{L}$, M (P_{25}, P_{75})]	血红蛋白 [g/L, M (P_{25}, P_{75})]	白蛋白 [g/L, [$\mu\text{mol/L}$, M (P_{25}, P_{75})]	肌酐 M ($P_{25},$ P_{75})]	ALT [U/L, M ($P_{25},$ P_{75})]
15%~25%TBSA 组	112	36.8±0.4	131±12	30±4	1(1, 1)	0.32(0.29, 0.35)	268(229, 332)	103(95, 111)	31(28, 33)	22(18, 24)	25(22, 30)
>25%TBSA 组	43	36.7±0.3	133±13	30±4	1(1, 1)	0.30(0.28, 0.32)	235(195, 274)	97(93, 108)	33(28, 34)	20(18, 23)	31(22, 42)
3~12 岁											
15%~25%TBSA 组	51	36.8±0.3	132±10	28±5	1(1, 1)	0.35±0.05	259±74	113(105, 122)	30±4	31(24, 37)	22(17, 25)
>25%TBSA 组	29	36.7±0.4	127±14	27±4	1(1, 1)	0.34±0.06	231±82	109(97, 118)	29±6	29(25, 34)	23(19, 37)
统计量值 ₁		$t=-0.820$	$t=-0.968$	$t=-1.112$	$Z=-0.695$	$Z=-2.720$	$Z=-3.099$	$Z=-2.063$	$Z=1.885$	$Z=-1.153$	$Z=-2.481$
P_1 值		0.412	0.334	0.266	0.487	0.007	0.002	0.039	0.059	0.249	0.013
统计量值 ₂		$t=0.035$	$t=1.847$	$t=1.301$	$Z=-0.407$	$t=1.041$	$t=1.585$	$Z=-1.522$	$t=1.287$	$Z=-0.480$	$Z=-1.463$
P_2 值		0.972	0.069	0.197	0.684	0.301	0.117	0.128	0.202	0.631	0.143

注: TBSA 为体表总面积, SpO_2 为经皮动脉血氧饱和度, ALT 为丙氨酸转氨酶; 统计量值₁、 P_1 值, 统计量值₂、 P_2 值分别为 <3 岁、3~12 岁年龄段中不同面积组间各指标比较所得

诊断休克后尽早开放 2 条静脉通路^[5]。小儿烧伤的液体复苏遵循与成人烧伤复苏相同的原则: 足够的容量恢复和纠正电解质紊乱, 同时防止肾功能衰竭(复苏不足)和肺水肿(过度复苏)。烧伤早期及时的液体复苏可改善组织灌注不足, 减少早期创面加深问题^[6]。

本研究中所有患儿补液 8 h 及伤后第 1、2 个 24 h 实际输入电解质质量明显高于计划输入量, 水分量及液体总量明显低于计划输入量, 这与苏海涛等^[7]根据临床工作进行分析得出休克期补液适当增加电解质比例、减少水分, 可获得更好的临床疗效的结

果相一致。由于国内小儿烧伤休克补液公式采用生理盐水作为电解质溶液, 而本研究采用的是钠离子浓度相对较低的乳酸钠林格注射液, 为了满足电解质需要量, 在输入电解质溶液时相对补充了更多的水分。因此补液 8 h 内实际输入电解质质量较计划量多, 水分量较计划量少。本研究显示, 由于临床上客观条件限制, 往往入院后不能及时输入胶体溶液, 需输入电解质溶液快速扩容, 导致 8 h 实际输入电解质溶液增多、胶体减少。烧伤早期钠离子渗出, 电解质渗透压降低, 而水分可随之同步丢失。适量增加电解质可维持电解质渗透压以及减缓水

分的丢失,起到扩张血浆容量的作用,但复苏时电解质使用过量可造成液体超负荷,造成“液体蠕变”^[8]。“液体蠕变”可致腹腔间室综合征、呼吸和心力衰竭等并发症^[9]。小儿烧伤后对体液丧失的耐受性差,根据参考公式可能会输入过量葡萄糖,易发生低渗性脱水、低钠血症、尿糖等^[10]。尿量是烧伤休克液体复苏最常用的调整补液量的重要指标,将其与微循环、细胞代谢和血流动力学指标结合行综合分析,可有效提高休克期复苏效果^[11]。小儿复苏期间维持尿量应不少于 $1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。本研究中患儿补液 8 h 仅有 119 例(50.64%)尿量维持满意,补液 8 h 尿量维持不满意患儿与尿量维持满意患儿比较,水分补充较少,说明应在补液早期适量增加水分输入。本研究显示,虽然所有患儿补液 8 h 及伤后第 1、2 个 24 h 实际输入水分量均显著小于计划输入量,但可通过早期喂养或早期肠内营养等补充相对不足的水分。因此,根据临床监护指标合理调整液体配比及使用量,且多种类型溶液交替使用,既可改善循环,又可避免补液过多导致不可逆损伤,以达到较佳的治疗效果。

本研究根据液体复苏公式,将患儿分为 <3 岁、3~12 岁 2 个年龄段。<3 岁患儿中,15%~25%TBSA 组患儿伤后第 1、2 个 24 h 电解质系数、水分系数高于 >25%TBSA 组,而尿量低于 >25%TBSA 组(可能与 >25%TBSA 组使用利尿剂有关),且通过比较 2 个面积组无创监测指标及疗效指标,说明 >25%TBSA 组复苏稍有不足,应适量增加补液量,以达到复苏满意。3~12 岁患儿中,15%~25%TBSA 组患儿伤后第 1、2 个 24 h 电解质系数、水分系数明显高于 >25%TBSA 组,伤后第 2 个 24 h 胶体系数明显低于 >25%TBSA 组,2 个面积组患儿伤后第 1 个 24 h 胶体系数和伤后第 1、2 个 24 h 尿量及伤后 48 h 无创监测指标及疗效指标无明显差异,表明特重度烧伤患儿现有的低电解质质量、低水分量、高胶体量的补液方法比较恰当,复苏效果较佳,值得临床借鉴。

正确评估和判断烧伤休克期液体复苏效果需要及时有效的监测手段。烧伤休克液体复苏的最终指标为与氧代谢有关的指标。余惠等^[12]研究表明,在烧伤休克期应用脉搏轮廓心输出量(PiCCO)监测结合常规监测指标,可减少烧伤休克期胶体的使用,改善组织灌注效果更优,复苏效果更佳。但 PiCCO 为侵入性监测,小儿免疫系统发育不完全,应用 PiCCO 监测可能会增加导管型感染的风险,且增

加护理难度。有学者对侵入性监测行荟萃分析,结果显示,虽然患者心脏指数和尿量显著改善^[13],但尚无足够的证据来确定侵入性监测指导液体复苏是否能改善严重烧伤后的患者预后,需要进一步研究。休克期无创监测的基本指标包括意识、血压、心率、尿量和末梢血氧饱和度。Tapking 等^[14]强调了非侵入性监测对烧伤休克治疗的指导意义。本研究也主要采用无创监测,且有 51 例患儿入住烧伤 ICU。在烧伤 ICU 中可更好地实时监控患儿生命体征及输液情况等,以随时调整液体复苏方案。235 例患儿中治愈患儿占 89.79%,死亡 3 例,死亡时均度过休克期;共 17 例患儿发生并发症,与休克期液体复苏无明显关系。全部患儿伤后 48 h 复苏指标等均反映复苏满意,表明无创监测适合严重烧伤患儿休克期液体复苏。今后对那些特别危重的烧伤患儿,可以尝试应用 PiCCO 监测,对比其与无创指标的监测效果,寻找更适合严重烧伤患儿休克期监测的方法及指标。

综上,严重烧伤小儿早期液体复苏电解质质量超出公式计算量,原因与早期血浆量不足,需电解质溶液快速扩容有关;且由于乳酸钠林格注射液离子浓度低,液体复苏时可适当减少水分输入。<3 岁患儿中,特重度烧伤患儿较重度烧伤患儿在液体复苏时应适量增加补液量;3~12 岁患儿中,特重度烧伤患儿较重度烧伤患儿在液体复苏时应适当增加胶体量;无创监测指标可用于监控严重烧伤患儿血流动力学和指导其液体复苏,但仍需进一步研究。未来本研究团队将进一步讨论有效的小儿烧伤休克期液体复苏方案及复苏目标的设定,以使患儿能平稳度过休克期,改善预后。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 林国安. 小儿烧伤流行特点和早期处理[J/CD]. 中华损伤与修复杂志: 电子版, 2018, 13(4): 247-252. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2018.04.002.
- [2] 程文凤,赵东旭,申传安,等. 14 岁以下儿童大面积烧伤的多中心流行病学调查[J]. 中华医学杂志, 2017, 97(6): 462-467. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2017.06.013.
- [3] 黎鳌. 黎鳌烧伤学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2001: 828.
- [4] 柴家科. 实用烧伤外科学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2014.
- [5] 中华医学会儿科学分会急救学组,中华医学会急诊医学分会儿科学组,中国医师协会儿童重症医师分会. 儿童脓毒性休克(感染性休克)诊治专家共识(2015 版)[J]. 中国小儿急救医学, 2015, 22(11): 739-743. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2015.11.001.
- [6] 赖青鸿,张友来,辛国华. 烧伤早期创面加深机制与防治措施的研究进展[J]. 中华烧伤杂志, 2019, 35(3): 229-232. DOI:

- 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.03.014.
- [7] 苏海涛,朱应来,李宗瑜,等.150例重度和特重度烧伤患儿休克期计划液体复苏的效果分析[J].中华烧伤杂志,2017,33(7):419-421.DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.07.005.
- [8] Pruitt BA Jr, Mason AD Jr, Moncrief JA. Hemodynamic changes in the early postburn patient: the influence of fluid administration and of a vasodilator (hydralazine)[J]. J Trauma, 1971, 11(1):36-46. DOI:10.1097/00005373-197101000-00003.
- [9] Saffle JR. Fluid creep and over-resuscitation[J]. Crit Care Clin, 2016, 32(4):587-598. DOI:10.1016/j.ccc.2016.06.007.
- [10] 李宗瑜,吕茁.小儿烧伤救治相关问题的探讨[J].中华烧伤杂志,2017,33(7):401-403.DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.07.001.
- [11] 曾庆玲,王庆梅,黎宁,等.尿量监测应用于烧伤休克防治的研究进展[J].中华烧伤杂志,2018,34(1):29-31.DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.01.006.
- [12] 余惠,朱飘飘,陈丽映,等.脉搏轮廓心输出量监测技术在严重烧伤患者休克期液体复苏中的应用[J].中华烧伤杂志,2021,37(2):136-142.DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20200908-00403.
- [13] Davenport LM, Dobson GP, Letson HL. The role of invasive monitoring in the resuscitation of major burns: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Burns Trauma, 2019, 9(2):28-40.
- [14] Tapking C, Popp D, Herndon DN, et al. Cardiac dysfunction in severely burned patients: current understanding of etiology, pathophysiology, and treatment[J]. Shock, 2020, 53(6): 669-678. DOI:10.1097/SHK.0000000000001465.

(收稿日期:2021-04-08)

· 科技快讯 ·

高蛋白摄入改善烧伤患者临床预后和营养状况的系统评价

本文引用格式: Hampton V, Hampton T, Dheansa B, et al. Evaluation of high protein intake to improve clinical outcome and nutritional status for patients with burns: a systematic review[J/OL]. Burns, 2021: S0305-4179(21)00069-3[2021-07-08]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33722450/>. [published online ahead of print March 05, 2021]. DOI: 10.1016/j.burns.2021.02.028.

严重烧伤可导致患者产生局部和全身反应,使机体处于高代谢状态。目前的指南建议摄入高蛋白以缓解烧伤的分解代谢反应,但仅基于少量临床试验证据。本文通过在8个数据库中收集纳入接受2种或2种以上蛋白质摄入,摄入水平等于或高于健康个体推荐水平($0.75 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)的烧伤患者的临床试验,并提供下列至少1项预定结果:氮平衡、住院时间、体重变化、存活率、物理治疗指数、蛋白质合成率、免疫学测量值、菌血症天数、全身应用抗生素天数和净蛋白质合成,来系统评价高蛋白摄入对烧伤患者临床预后和营养状况的改善作用。最终共纳入6项研究,其中4项为随机对照试验。结果显示没有可靠的证据表明高蛋白饮食能改善氮平衡,但部分证据表明高蛋白饮食能使患者体重增加。其中一项小型研究报告称,儿童存活率提高,感染率和一些免疫功能指标明显改善,但住院时间没有明显缩短。少量证据表明肌肉力量和耐力有所改善,但肌肉或皮肤中的蛋白质合成或全身净蛋白质合成没有明显增加。因此,目前只有极少量的证据证实烧伤患者接受高蛋白饮食具有合理性。

翁婷婷,编译自《Burns》,2021,5:S0305-4179(21)00069-3;韩春茂,审校

严重烧伤会导致未成熟的中性粒细胞增多且促进其向释放细胞因子的T细胞亚型转变

本文引用格式: Mulder P, Vlig M, Boekema B, et al. Persistent systemic inflammation in patients with severe burn injury is accompanied by influx of immature neutrophils and shifts in T cell subsets and cytokine profiles[J]. Front Immunol, 2020, 11: 621222. DOI:10.3389/fimmu.2020.621222.

严重烧伤会导致患者局部或系统的免疫反应且持续数月,甚至可导致SIRS、脏器功能损害及增生性瘢痕等长期后遗症。为了预防这些病理改变,更好地了解其发生机制是至关重要的。该研究中,选择20例烧伤ICU患者为实验组,20位健康人为对照组,分别采集其外周静脉血,采用流式细胞术和分泌蛋白组技术检测免疫表达变化。实验组患者的系统炎症标志物及促炎介质持续性高表达,包括IL-6、IL-8、单核细胞趋化蛋白1、巨噬细胞炎症蛋白1b(MIP-1b)和MIP-3a。通过流式细胞术观察到机体在烧伤后39d内,可持续释放中性粒细胞及单核细胞入血。烧伤后第1个3周内,患者外周血中未成熟中性粒细胞明显增加,从 $5 \times 10^3/\text{mL}$ 上升至 $(0.1 \sim 2.8) \times 10^6/\text{mL}$ 。虽然实验组患者的淋巴细胞的总数没有增加,但是T细胞和调节性T细胞的数量从第2周起开始增加。综上,这些数据表明严重烧伤可导致机体持续的炎症反应,包括释放未成熟的中性粒细胞和促进T细胞向促炎的亚型转变,继而导致持续性全身性炎症反应,增加继发性并发症。

刘洋,编译自《Front Immunol》,2020,11: 621222;郇京宁,审校