

## 改善早期补液方式减轻烧伤后 早期内脏损害

杨宗城

20 世纪 50 年代初 Evans 创立了补充胶体与电解质溶液的 Evans 公式, 奠定了烧伤补液公式的基本原则。如: (1) 烧伤体液丧失量与烧伤面积、体重成正比。(2) 烧伤丧失的液体类似血浆, 应补充血浆与电解质, 同时要补充必需水分。(3) 烧伤后体液立即丧失, 6—8 h 至高峰, 故伤后第 1 个 8 h 应补充 24 h 补液量的一半。(4) 主要依靠尿量进行监护。随后有许多补液公式问世。但自应用有创监护以来, 虽然用传统公式复苏能使患者度过休克期, 但系于“代偿性休克”状态下度过的(隐性休克), 遗留不同程度的缺血缺氧性损害<sup>[1-4]</sup>, 是严重烧伤后内脏并发症与全身感染发病率高的主要原因, 因此烧伤后早期补液疗法亟待进一步提高。

一、应用现行补液公式未能有效复苏, 休克期仍处于低灌注状态, 遗留缺血缺氧性损害

目前补充胶体、电解质的通用公式, 多沿用改良的 Evans 公式, 单纯补充电解质的公式多雷同于 Parkland 公式, 前者第 1 个 24 h 最大补液量约为体重的 20%, 后者约为 38%。但不论 Evans 公式或 Parkland 公式, 均为动物实验研究的结果, 并不完全符合临床的需要<sup>[5]</sup>; 其推算过程比较粗糙, 输液终极目标不明确, 主要依靠每小时尿量进行监测, 不够严谨; 同时存在输液逾量的可能, 即使是输液量较多的 Parkland 公式, 输液终极目标也是“低于正常”的 20%<sup>[3]</sup>。所以现行公式是一个输液量偏低的输液公式。

自从早期复苏应用有创监护后, 20 世纪 90 年代国内外许多单位均观察到患者的早期输液量远高于公式计算量, 美国许多单位第 1 个 24 h 的输液量远高于 Parkland 公式, 有的单位达  $9 \text{ ml} \cdot \% \text{ TBSA}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ <sup>[6]</sup>。笔者单位及国内一些单位认为, 尿量并不能准确反映全身灌注情况, 现行公式要求每小时尿量为 30~50 ml, 使早期补液量偏低, 提出每小时尿量应提高至 70~90 ml。

### 二、超高动力复苏

Shoemaker 等<sup>[7]</sup>于上世纪 80 年代初分析了危重外科患者的复苏情况, 结果表明, 生存者氧供 ( $\text{DO}_2$ ) 与心排出指数 ( $\text{CI} \geq 4.3 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) 和氧耗 ( $\text{VO}_2 \geq 170 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) 均明显高于死亡者, 因此他按此超高动力指标进行复苏, 降低了内脏并发症的发生率与死亡率。其后许多医生相继于其他休克情况下进行超高动力复苏。烧伤学者按 Parkland 公式补液后并未纠正低血容量, 即使生命体征恢复正常, 体内某些脏器仍存在灌注不良、遗留隐性休克, 然而在采用超高动力复苏后, 取得了较好疗效<sup>[8]</sup>。但近年来一批前瞻性对比研究未能证明超高动力指标 ( $\text{DO}_2 > 600 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) 比接近正常水平的指标 ( $\text{DO}_2 = 500 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) 效果更好。应用超高动力复苏后, 输液量明显增多, 组织水肿增加, 烧伤创面加深, 尤其易并发腹腔间隙综合征, 故许多学者对其持否定态度<sup>[9-11]</sup>。2000 年 pruit<sup>[11]</sup>称之为“液体蔓延”, 希望能“将摆往回摆”。目前尚无对超高动力复苏的结论。赞成应用超高动力复苏的理由为: (1) 它不等于超高补液, Shoemaker 等<sup>[7]</sup>主张适量补液后还需输以多巴胺、多巴酚胺等增加心排出量。(2) 前面提及的前瞻性对比研究, 大多未采用双盲法。(3) 对比资料中, 综合治疗的其他处理措施并不一致。最近有学者查阅了美国所有的前瞻性研究, 观察到在器官功能衰竭以前采用超高动力复苏者, 死亡率较对照组低 20%<sup>[12]</sup>。所以恢复超高动力指标越早越好, 且适用于危重患者, 一般创伤患者则不必采用。

### 三、超低量补液不可行

近年来出血性休克复苏的研究表明, 在未手术止血前降低补液量, 保持能维持生命的低血压状态 50~70 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa), 使术前出血量减少, 较之快速补液、升高血压、增加出血量的补液措施疗效更佳, 死亡率也随之下降。因此部分学者想沿用此策略, 采用超低量补液治疗烧伤休克。笔者认为这不可取, 因为出血性休克的出血短暂而急骤, 止血即可终止; 而烧伤休克主要源于广泛的血

作者单位: 400038 重庆, 第三军医大学西南医院全军烧伤研究所, 创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室

管通透性增加,而非压力变化,体液丧失将持续数十小时,目前尚无措施使之骤然终止,低血压是无能为力的。我国广慈医院 1958 年应用 Evans 公式行烧伤后早期超低量补液,造成大多数烧伤面积 > 50% TBSA 的患者死亡,前车之鉴,不可忘记。

#### 四、目标复苏

用现行补液公式复苏,虽可使患者生命体征恢复正常,但大多遗留有隐性低灌注和组织酸中毒,系在代偿性休克状态下度过休克期,导致脏器功能障碍甚至死亡;而超高动力复苏不仅未达到预期疗效,还增添了并发症。近年来对危重烧(创)伤的复苏主张个体化,要根据终极目标采用综合措施进行复苏。复苏的终极目标应该是“尽快维护良好的血液灌注,提供组织有效的  $DO_2$ , 消除氧债,恢复正常需氧代谢,终止细胞死亡”<sup>[13,14]</sup>。复苏的生理目标:(1)维持全身各部位良好灌注,避免器官缺血。(2)减少不必要的自由水、无机盐、蛋白或其他胶体,避免医源性的病理变化。(3)恢复血管内容量和有效成分,保证受损组织细胞生存(如 II 度烧伤创面)。(4)减轻补液引起的炎症与高代谢反应。(5)尽快稳定患者的生理状况。终极目标的监测指标应该为:(1)能精细、准确了解患者生理紊乱的严重程度。(2)能预测病情恶化、并发器官损害或死亡的危险。(3)明确生存的临界要求。因此复苏的终极目标监测是全面的、综合的。

Bikoveski 等<sup>[13]</sup>检索了最近的文献,认为应用终极目标复苏,能及时调整  $DO_2$  与  $VO_2$  的紊乱,避免补液量过度或不足,了解复苏的正确与否并作为准确判定复苏措施的基础。随着新技术的进展,有些无创技术(如食管彩色多普勒超声)应用于临床,使复苏的全面监测成为可行。他们提出一系列复苏终极目标的监测方案。(1)前负荷指标:中心静脉压(CVP);肺动脉楔压(PAWP);右心室射血分数(RVEDVI)  $\geq 120$  ml/m<sup>2</sup>;食管彩色多普勒超声测量降主动脉血流;脉搏图型分析反映心搏量。(2)后负荷指标:血压;脉搏图型分析血管张力;心排出量;食管彩色多普勒超声测量;胸部电生阻测定;心率(最佳 60~100 次/min)。心率变率(HRV)下降表明预后差,冠状动脉灌注压(CPP)应 > 60 mm Hg,心率压力乘积(RPP) = 心率 × 体循环血压(SBP)可预计心肌需氧量。(3)全身灌注目标微循环监测: $DO_2 = CI \times 13.4 \times \text{血红蛋白(Hb)} \times \text{动脉血氧饱和度(SaO}_2\text{)}$ ;  $VO_2 = CI \times 13.4 \times \text{Hb} \times [\text{SaO}_2 - \text{混合静脉血氧饱和度(SmVO}_2\text{)}]$ ;剩余碱(BE)轻(-2 ~

-5 mmol/L)、中(-6 ~ -14 mmol/L)、重(> -15 mmol/L);乳酸。(4)局部灌注目标微循环监测:胃张力计检测胃黏膜内 pH(pHi);舌下二氧化碳显像测量舌下组织二氧化碳分压,与乳酸一致;近红外分光检查(NIRS)测量组织氧饱和度( $StO_2$ )反映  $DO_2$ ;直向偏振光谱成像能直接观察舌下组织微循环状况。

终极目标复苏是一个科学的概念,应用于各类休克,已取得了较佳效果。但是临床应用中尚存在许多问题,有待完善。如:(1)监测过于频繁。理想的监测指标应该是实用、简易、无创、安全、价廉。(2)如何确定终极目标的正确性。(3)目标明确后采用什么措施完成。(4)如何与传统方法进行对比研究,肯定其疗效。

烧伤后早期复苏沿用补液公式已经历半个多世纪,确实需要改进。笔者赞同个体化有目的的复苏,尽管不完善,但沿着此思路去探讨,寻求准确的终极目标与达到目的的措施,并逐步完善,相信会更有效地消除隐性休克,减轻缺血缺氧性损害,减少烧伤并发症,降低死亡率。根据我国烧伤复苏的经验及休克治疗的进展以及实际情况,笔者对烧伤后早期补液提出以下意见,供商榷。(1)中小面积烧伤可沿用现行补液公式进行早期复苏,以恢复正常生命体征为复苏的终极目标。尿量为 30~50 ml/h 可作为简易、实用的指标。(2)大面积烧伤的复苏应该个体化,根据终极目标随时调整。以往的经验已证明恢复正常生命体征后仍可遗留隐性休克,因此对大面积烧伤复苏的终极目标,除恢复正常生命体征外应增加血气分析,了解 BE 的情况。2003 年 Cartotto 等<sup>[12]</sup>分析了 38 例烧伤患者,结果表明 BE > -6 mmol/L 者,全身性炎症反应综合征(SIRS)严重、并发症多,死亡率高于 BE < -6 mmol/L 者。说明将 BE 维持在 < -6 mmol/L 可作为烧伤救治的参考,有条件者,还可检测血乳酸含量。(3)大面积深度烧伤患者延迟入院时休克已明显,或合并重度吸入性损伤者,病情危重、并发症多,早期复苏更应精确,尽量减轻缺血缺氧性损害。复苏的终极目标除恢复生命体征和 BE 外,应进行有创监护、恢复正常心排出量,使  $DO_2 > 500$  ml · min<sup>-1</sup> · m<sup>-2</sup>。有条件者,可采用胃张力计测量胃黏膜 pHi 值。

#### 五、输液应补充哪些成分?

补充胶体还是电解质溶液?我国及欧洲烧伤医生大都同时补充含胶体及电解质的溶液进行早期复苏,而美国大多数医生应用 Parkland 公式,采用不含

胶体的电解质溶液进行复苏<sup>[6,13,15]</sup>,其理由主要是严重烧伤后全身毛细血管通透性显著增加,输入的胶体也将渗出血管外,难以维持血管内的胶体渗透压,其扩充血浆容量的能力并不优于电解质溶液,且渗入组织间隙的胶体更难回收,加重了水肿,特别是肺水肿<sup>[16,17]</sup>。因此改良的 Parkland 公式主张第 1 个 24 h 不输入胶体,24 h 后才开始补充。其实烧伤后全身血管通透性的变化是有部位差异的,相当多部位的血管难以渗出高分子物质,即伤后输注胶体可渗出一部分,但仍将保留相当一部分。临床及实验资料均证明,输注胶体与电解质溶液应该更符合烧伤病理生理的要求,特别在当前趋向超高动力复苏、输液量偏多的情况下,应用胶体更是必需。

高渗盐溶液:目前主张用等渗盐溶液进行烧伤后早期复苏,但是输注大量等渗盐溶液会加重水肿、激活白细胞、诱发炎症反应。所以近年又提倡用高渗盐溶液,它不仅有助于扩充血容量,而且可调节细胞免疫功能。当细胞处于渗透压稳定的细胞外液环境中,渗透压一旦改变细胞免疫功能会发生变化。等渗盐溶液能降低细胞外液的渗透压,从而改变粒细胞、内皮细胞等的免疫功能;高渗盐溶液能较好地维持渗透压,对细胞免疫能力影响也较小<sup>[18]</sup>。临床及实验资料均证明,应用高渗盐溶液可较快恢复血浆容量,降低组织水肿,减少并发症。

烧伤后早期输液量的变化幅度很窄,较少并发肾功能衰竭;常见并发肺水肿、腹腔间隙综合征。因而单纯考虑输液量难以保证良好的复苏效果,胶体(代血浆)与高渗盐溶液的应用,值得研究。

#### 六、烧伤后早期补液的展望

烧伤后 2—3 h 有效复苏,及时纠正低灌注,是最重要的复苏措施。烧伤后早期复苏不能单纯依靠补液,应采用“补液、强心”、维持血管能力、“恢复血管通透性、改善线粒体功能”的“鸡尾酒”疗法,可望减轻烧伤复苏遗留的缺血缺氧性损害。

21 世纪烧伤后早期补液有望在以下几个方面取得突破性进展,以此提高治疗水平<sup>[5,19]</sup>。(1)通过大宗病例多中心临床对比观察,科学分析,明确烧伤后早期复苏的准确、简易、实用的终极目标。补液公式有所改进,个性化补液有所进展。(2)进一步阐明机体对烧伤休克的反应,开展有效的分子复苏,治疗现行传统复苏遗留的隐性休克,应用细胞保护剂,纠正细胞氧利用障碍,防治血管通透性增加和反应性下降。(3)研制更完善的液体制剂。现已在临床试用的电解质溶液(林格乙基丙酮)具有抗炎

作用。高渗盐溶液的应用可能已取得一定进展。胶体有多种 2、3 代的明胶和淀粉制剂用于临床,能避免此类制剂的肾毒性和对凝血的影响。有多种人或动物的血红蛋白制剂已进入 II 期或 III 期临床试验,另有多种带氧制剂、改良的氟碳均进入 III 期临床试验。

#### 参 考 文 献

- Ahrns KS, Harkins DR. Initial resuscitation after burn injury: therapies strategies, and controversies. AACN Clinical Issues, 1999, 10: 46 - 60.
- Nolan J. Fluid resuscitation for the trauma patient. Resuscitation, 2001, 48: 57 - 69.
- Jeng JC. Controversies in resuscitation problems in general surgery. Surgery, 2003, 20: 37 - 46.
- Whartin SM, Khanna A. Current attitudes to burn resuscitations in the UK. Burns, 2001, 27: 183 - 184.
- Boldt J. New light on intravascular volume replacement regimens, what did we learn from the past three years? Anesth Analg, 2003, 97: 1595 - 1604.
- Helm C. Resuscitation in shock, associated with bases, tradition or evidenced-based medicine. Resuscitation, 2000, 44: 157 - 164.
- Shoemaker WC, Appil PL, Kram HB, et al. Prospective trial of supernormal values of survivors as the therapeutic goals in high risk surgical patients. Chest, 1988, 94: 1176 - 1186.
- Schiller WR, Bay KC, Garrey KL, et al. Hyperdynamic resuscitation improves survival in patients with life threatening burns. J Burn Care Rehabil, 1997, 18: 10 - 16.
- Balogh Z, Mckinley BA, Cocanour CS, et al. Supernormal trauma resuscitation causes more cases of abdominal compartment syndrome. Arch Surg, 2003, 138: 637 - 642.
- Venkatech B, Meacher R, Muller MJ, et al. Monitoring tissue oxygenation during resuscitation of major burns. J Trauma, 2001, 50: 485 - 494.
- Pruitt BJ. Protection from excessive resuscitation "push the pendulum back". J Trauma, 2000, 49: 567 - 568.
- Cartotto R, Choi J, Gomez M, et al. Prospective study on the implications of a base deficit during fluid resuscitation. J Burn Care Rehabil, 2003, 24: 75 - 84.
- Bikovski RN, Rivers EP, Horst HM. Targeted resuscitation strategies after injury. Curr Opin Crit Care, 2004, 10: 520 - 525.
- Andrew R, David BE. Early goal-directed therapy. An evidenced-based review. Crit Care Med, 2004, 32 suppl: 450 - 498.
- Cartotto R, Innes M, Musgrave MA, et al. How well does the Parkland formulae estimate actual fluid resuscitation volumes? J Burn Care Rehabil, 2002, 25: 258 - 265.
- Perless J. Fluid management of trauma patient. Cur Opin Anesth, 2001, 14: 221 - 225.
- Lucans CC, Jedger AM. Physiology of colloid-supplemented resuscitation from shock. J Trauma, 2003, 54: 575.
- Deilth EA, Han PS, Fekeleova E, et al. Hypertonic saline resuscitation limits neutrophil activation after trauma-hemorrhagic shock. Shock, 2003, 19: 328 - 335.
- Whinney RR, Cohn SM, Zaccar SJ. Fluid resuscitation from trauma patient in 21 century. Curr Opin Crit Care, 2000, 6: 395 - 400.

(收稿日期: 2005-03-22)

(本文编辑: 莫 愚)