

烧伤休克期补液的思考

郭振荣

近 20 年来烧伤休克的发生率日趋降低, 伤后因休克而死亡的患者亦减少, 证明了休克期处理的进步, 但并不等于此问题已经解决。一些基层烧伤单位在休克期仍按照常规公式补液, 造成补液量不足, 难以纠正缺氧, 不能摆脱休克损害; 若超常规补液, 不仅会加重组织水肿, 甚至还可能引发急性肺水肿、脑水肿、腹腔间隙综合征或胸腔积液。怎样使休克期补液恰到好处, 如何全面提高复苏水平, 笔者认为在此有必要重申休克期补液的必要性、补液的成分、补液的方式, 以期引起对休克期合理补液的重视。

一、休克期补液的必要性

(一) 血容量减少的原因

1. 烧伤后的休克是因体液渗出引起的渐进性血容量减少造成的低血容量性休克。其根本原因是毛细血管扩张, 通透性改变, 使其渗透压增加了 2 倍, 造成血浆样液体渗出增加, 导致血容量锐减。

致使渗出增加的主要因素是热损伤效应。红细胞受热 50 ℃ 即可溶血, 温度达到 70 ℃ 时, 仅 1 s 的时间即可致表皮坏死。血管内皮细胞损伤是导致渗出增加的直接因素。微循环中的毛细血管壁由单层内皮细胞构成, 厚约 1 μm, 热损伤后内皮细胞的微丝发生收缩, 内皮细胞肿胀隆起, 使内皮细胞间的裂隙增宽, 造成体液外渗。

热力对组织的损害, 还表现在远离烧伤部位的毛细血管通透性增加。烧伤后的缺氧代谢使乳酸堆积量增多, 产生代谢性酸中毒, 血 pH 值降低促使肥大细胞释放组胺等血管活性物质, 使毛细血管扩张, 通透性增加, 遂使血浆样液体渗至血管外, 同时淋巴管扩张, 通透性也迅速增加。若在淋巴管内注射染料, 可见创面上大分子蛋白随淋巴液一起渗出。

2. 血管内胶体渗透压的降低加重了血浆成分的外渗。笔者单位曾对 90 例烧伤患者的水疱液与自体血浆进行对比分析, 结果表明水疱液与血浆中的电解质、糖及尿素氮的含量近似, 水疱液中的白蛋白达血浆含量的 90.00%, 球蛋白则达 57.75% (球蛋白相对分子质量较大, 渗出量低于白蛋白)。胶体

渗透压的高低主要取决于血浆蛋白的多少, 正常人血浆胶体渗透压的 80% 由白蛋白形成, 每克蛋白可以维系 4 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa) 的胶体渗透压, 因而血浆白蛋白的减少肯定会使之相应降低。渗出丢失的蛋白不仅体现在创面上, 也反映在各内脏器官中。此外严重烧伤后机体的应激反应, 以白蛋白为原料合成了急性期反应蛋白, 消耗了一部分白蛋白; 严重烧伤后肝功能障碍导致白蛋白的合成减少, 再加上高代谢反应使消耗增多、食欲减退使摄入量减少以及营养不良等因素, 促使血浆白蛋白水平迅速降低。笔者调查了本单位 55 例危重烧伤患者, 检测结果显示, 伤后第 1 周血浆白蛋白降至 23 g/L; 白蛋白的骤减立即引起胶体渗透压降低, 伤后 24 h 胶体渗透压从 19.56 mm Hg 降至 14.50 mm Hg, 明显低于正常值 26.62 mm Hg。由于血浆蛋白的不断渗出, 胶体渗透压值亦不断降低, 促使液体外渗, 恶性循环的结果趋使血容量减少, 这些均提示休克期复苏补充胶体的必要性。

3. Na⁺ 与水分的同时丢失。严重烧伤后一方面水分伴随 Na⁺ 渗出, 另一方面细胞膜因缺氧而使细胞跨膜电位下降, 细胞膜上 Na⁺-K⁺-ATP 酶活力显著下降和细胞膜通透性增加, 导致 Na⁺ 进入细胞内, K⁺ 游离到胞外。当 Na⁺ 进入细胞内时, 为了维持细胞内外渗透压的平衡, 细胞外液的水分亦随之入内, 致使有效循环血量明显减少。

血液渗透浓度的正常值为 (285 ± 7) mmol/L, 它的高低主要受血浆溶质成分的影响。烧伤后早期尚未发生血糖和尿素氮明显升高时, 由于 Na⁺ 的丢失, 会使血液渗透浓度降低, 为保持细胞内外和血管内外渗透压平衡, 水分亦随之同步丢失。这一结果提示了休克期复苏补充 Na⁺ 的重要性。

4. 创面水分蒸发量增加。烧伤创面因失去了正常皮肤屏障而使水分蒸发量大增。笔者单位曾利用 EP-I 型水蒸发仪 (瑞典 Servomed Evaporimeter 公司) 对 50 例烧伤患者进行了多部位及不同深度创面水分蒸发量的观察, 结果表明: (1) 正常皮肤水分蒸发量为 6.5 ~ 15.1 ml · h⁻¹ · m⁻²; (2) 烧伤后创面水分蒸发量即刻升高, 第 1 天为 90.5 ~ 93.5 ml · h⁻¹ · m⁻²; (3) 深度创面比浅度创面水分蒸发量大, 伤后 5 ~ 6

d Ⅲ度焦痂创面水分蒸发量能达到 $120.0 \text{ ml} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 左右,改变了“Ⅲ度创面水分蒸发量少”的传统观念;(4)相同烧伤深度的前提下,儿童创面水分蒸发量多于成人。

假定一例成年患者烧伤面积为 50% TBSA,体表面积按 1.7 m^2 计算,第 1 天深度创面水分蒸发量以 $93.0 \text{ ml} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 计算,蒸发量即为 1 897 ml,50% TBSA 未被烧伤皮肤每日水分蒸发量约 300 ml,第 1 天失水量总共为 2 197 ml。总的规律显示 50% TBSA 深度烧伤患者每日失水量约 2 200 ~ 2 700 ml,若用热风机或悬浮床治疗,每日失水量还会再增加 1 000 ~ 2 000 ml。因此有理由认为烧伤创面水分的蒸发也是伤后血容量减少的重要原因之一。

(二) 血管通透性变化规律

烧伤后由于血管和细胞膜通透性增加,使血管内液体转移到组织间隙和细胞内,造成血容量锐减,但尚未明确渗出速度何时最快。既往认为渗出的高峰期在伤后 6 ~ 8 h,所以在伤后 8 h 应补充第 1 个 24 h 补液量的一半。笔者通过犬离体肺叶吸入性损伤模型证实,组织受热损伤后立即有渗出,30 min 内为单位时间渗出的高峰期,达到 $1.2 \text{ ml}/\text{min}$,其后渗出速度逐渐减慢,3 h 内损失血浆总量的 32.5%,损失的血浆蛋白占伤前血浆蛋白的 15%^[1]。杨宗城等^[2]也在实验中证实,犬 30% TBSA Ⅲ度烧伤后 2 h,血浆容量下降速度达 $5.50 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,心排出量(CO)降至伤前的 50%,6 h 后才逐渐回升,伤后 3 ~ 8 h 血浆容量下降速度仅为 $0.85 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,9 ~ 24 h 下降趋势逐渐平缓。以上提示,按常规公式于伤后 8 h 补充第 1 个 24 h 补液量的一半,显然补液速度偏慢。伤后 30 min ~ 2 h 创面渗出最快,烧伤面积愈大,渗出的高峰时间愈靠前。所以伤后 2 ~ 3 h 应加速补液,以伤后 3 h 左右补充全天补液量的 30%、8 h 补充约 60% 为好。

(三) 红细胞变化

烧伤后早期不仅仅是血浆成分的丢失,还有红细胞的变化。尤其是红细胞在热力作用下会出现溶血、凝集、变形性改变、形态变化和生成受抑等情况。应用 ^{51}Cr 和 ^{32}P 标记红细胞,可观察到大面积烧伤后 8 ~ 10 h 红细胞被破坏 12%,48 h 被破坏 42%,伤后 1 周内每天减少 9% 的红细胞。红细胞受破坏速度惊人,因而烧伤后贫血是不可避免的。

红细胞减少的原因:(1)烧伤后溶血颇为常见,当温度达 $40 \sim 50 \text{ }^\circ\text{C}$ 时红细胞即发生形态和化学方

面的损害,大面积深度烧伤患者平均有 32% 的红细胞溶血。犬 50% TBSA Ⅲ度烧伤后溶血可使红细胞损失 30%。(2)热力损伤直接造成红细胞形成血泥或凝固坏死,大面积深度烧伤患者每 1% TBSA Ⅲ度面积即损失 1% 的红细胞。(3)红细胞变形性下降,导致周围血流阻力增高影响微循环,甚至堵塞微血管。(4)红细胞半寿期缩短,正常红细胞的寿命大约是 120 d,热力损伤后红细胞的半寿期缩短至 5 ~ 6 d。(5)红细胞生成受抑制,主要是由于骨髓内红细胞生成素受到抑制。烧伤血清中存在抑制红细胞生成的物质,此物质可能是烧伤组织的分解产物或创面感染释放的毒性物质。(6)消化道出血使红细胞丢失过多。(7)烧伤后患者感染重,代谢高,消耗大,食欲差,营养不足。

危重烧伤患者伤后出现的红细胞破坏增多、生成减少的贫血现象,给予了临床治疗如下启示:休克期复苏方案中应包括补充红细胞,以减少因贫血而招致的缺血缺氧性损害。

二、休克期补液的成分

休克期补液有 4 种方案:(1)胶体、电解质与水分兼顾,胶体中不含全血;(2)同方案 1,但胶体中包括全血;(3)以 Parkland 公式为代表的第 1 个 24 h 只补充乳酸钠林格液 ($4 \text{ ml} \cdot \% \text{ TBSA}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$);(4)高渗盐溶液 ($3 \text{ ml} \cdot \% \text{ TBSA}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, Na^+ 浓度 225 ~ 250 mmol/L)。持第 1 种方案者居多,普遍认为烧伤后既有血浆渗出,又有 Na^+ 与水分的丢失,故补液应兼顾两者。有些学者对第 2 种方案心存疑虑,担心休克期补全血或红细胞会加重血液浓缩、增加血液黏度、阻滞微循环、形成微血栓。笔者单位一直坚持用第 2 种方案进行补液,伤后优先补充电解质、血浆或代血浆、水分,6 ~ 8 h 血液浓缩逐步减轻后开始补充全血或红细胞,补血量占全天补液量的 5% ~ 10%。结果证明,休克期补充全血有益无害,有利于纠正贫血,改善低蛋白血症,减轻缺氧和水肿,恢复血流动力学指标的稳态,改善免疫功能,保护内脏器官,临床效果好,治愈率高,没有出现上述顾虑。第 3 种方案的理论依据是烧伤后早期主要是 Na^+ 与水分的丢失,补足 Na^+ 便可以纠正休克,而补充胶体会渗至组织间隙,加重回吸收障碍。其缺点是补液量大,渗出多,水肿重。有鉴于此,提出了第 4 种方案——补充高渗盐溶液,它可比前者减少三分之一的补液量,但需监测血液渗透浓度,其过高易发生高钠血症甚至引起高渗性昏迷,所以临床较少应用。

休克期补充的胶体、电解质有多种^[3],可以因地制宜。胶体补充包括血浆、白蛋白、适量全血或红细胞,也可适量补入一些代血浆如右旋糖酐、低分子右旋糖酐、羟乙基淀粉氯化钠注射液(706代血浆)、琥珀酸明胶(血定安)、60 g/L或100 g/L羟乙基淀粉(贺斯)及60 g/L羟乙基淀粉(万汶)。其中万汶是较好的人工胶体,相对分子质量为 1.3×10^5 、取代级0.4可以扩容100%,平台效应4~6 h,最大剂量 $50 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$,安全性好。电解质溶液则推荐乳酸钠林格液,既往以补充等渗盐水为多,其实它并不符合生理要求, Na^+ 、 Cl^- 各154 mmol/L,补入量偏大易产生高氯性酸中毒或诱发高钠血症。

三、休克期的补液方式

如何进行补液,使之既能满足血容量的要求,又不会因过量产生超负荷并发症,利用血流动力学监测是最有效的手段。该方法是通过Swan-Ganz导管位于右心房和肺动脉处的侧孔,在监测屏上显示出右房压(RAP)、平均肺动脉压(MPAP)、肺动脉楔压(PAWP),再利用热稀释方法测出CO并计算出心排指数(CI)和心搏指数(SI),据此可以判断血容量恢复的时间与程度。笔者单位利用Swan-Ganz导管对52例大面积烧伤患者进行了血流动力学监测,烧伤总面积为31%~100%[(70±20)%]、Ⅲ度面积20%~98%[(60±14)%]TBSA,分别于入院即时及伤后8、16、24、36、48、72 h连续监测患者的RAP、MPAP、PAWP、CO、CI、SI、心率(HR)。以“先补充电解质后补充胶体,再以电解质、胶体、水分循环补入”的方式,根据各监测指标的变化以“低快”、“高慢”的原则随时调整补液速度。结果伤后8 h各项指标回升,16 h有效恢复,24 h基本纠正,其后一直保持在正常水平^[4]。

依据伤后24、48 h实际补充的电解质和胶体总量=烧伤面积×体重×K,可以换算出系数K。计算出第1个24 h的K为1.8~2.0,第2个24 h的K为1.5,水分为3 000~3 500 ml,据此产生了如下新的补液公式。第1个24 h补充电解质和胶体总量:1.8~2.0 ml·%TBSA⁻¹·kg⁻¹,电解质与胶体比例

为1:1,水分为50 g/L葡萄糖溶液3 000~3 500 ml;第2个24 h补充电解质和胶体总量:1.5 ml·%TBSA⁻¹·kg⁻¹,电解质与胶体比例为2:1,水分为50 g/L葡萄糖溶液3 000 ml。

补液公式的优点是简单、易记,但切不可一成不变地遵循。因为影响液体需求量的因素很多,如:(1)许多烧伤患者并不能准确地告之伤前体重,病房内又缺乏卧床测重条件,只能靠估计;(2)烧伤面积的计算做不到绝对准确;(3)烧伤深度不一,失液量相差悬殊,而现行的补液公式无从体现创面深度的差别;(4)伴有吸入性损伤或复合伤时会因渗出、水肿和出血而影响血容量;(5)复苏时间的早晚和速度的快慢可直接影响复苏效果;(6)入院前的治疗情况和入院后病情的变化各不相同;(7)患者伤前健康状况有别,且存在个体差异,伤后会出现明显不同的反应。总之,补液公式仅为治疗的初步计划,一定要根据临床表现随时调整,提倡实施“个体化”补液^[5]。如何在“个体化”补液过程中保证患者平稳度过休克期,笔者根据上述52例患者的血流动力学指标达到正常时的临床表现,总结出复苏满意的指标为:(1)伤后第1个24 h补液总量应达到2.6~3.0 ml·%TBSA⁻¹·kg⁻¹;(2)意识清楚;(3)HR为100~110次/min;(4)尿量80~100 ml/h;(5)无明显消化道症状(口渴、恶心、呕吐、腹胀、消化道出血);(6)血压正常;(7)呼吸20~24次/min,血红蛋白(Hb)≤150 g/L,血细胞比容(HCT)≤0.5。

参 考 文 献

- 1 Guo ZR, Sheng ZY, Oppenheimer L, et al. Pulmonary oedema in isolated lung lobe after inhalation injury. *Burns*, 1991, 17: 468-472.
- 2 杨宗城, 陈发明, 康绍禹, 等. 烧伤休克期补液与内脏损害关系的实验研究. *中华医学杂志*, 1991, 71: 190-194.
- 3 郭振荣. 烧伤休克防治措施的探讨. *中华烧伤杂志*, 2003, 19 增刊: 63-65.
- 4 郭振荣, 贺立新. 依据血流动力学变化改进烧伤休克期补液方案. *中华医学杂志*, 2005, 85: 1585-1587.
- 5 孙永华. 严重烧伤后液体复苏及早期救治的进展. *中华外科杂志*, 2004, 42: 385-387.

(收稿日期:2005-05-12)

(本文编辑:莫 愚)