

进一步重视重症烧伤的救治

郭光华

Lay further emphasis on the treatment in critical burn Guo Guanghua. Department of Burns, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China
Corresponding author: Guo Guanghua, Email: guogh2000@hotmail.com

【Abstract】 In recent years, growth in number of mass burn casualties accompanied by large number of deaths, has increased, such as dust blast occurred in Kunshan in 2014 and explosion of chemicals occurred in Tianjin in 2015. These disasters made us aware that our knowledge of care of mass burn casualties must be renewed, and therapeutic strategies currently practiced in ICU should be adopted. This paper introduces the concept of critical burn and provides reference on how to carry out fluid resuscitation, early enteral nutrition, mechanical ventilation, continuous renal replacement therapy, wound management, as well as infection control, etc.

【Key words】 Burns; Fluid therapy; Enteral nutrition; Ventilators, mechanical; Renal replacement therapy; Infection control; Wound management

Fund program: National Clinical Key Specialty Construction Project; Special Foundation for Scientific Research of Health Care Industry of China(201202002); Scientific Research Project of Science and Technology Innovation Team with Advantage of Jiangxi Province of China(20115BCB29023)

【关键词】 烧伤; 补液疗法; 肠道营养; 通气机, 机械; 肾替代疗法; 感染控制; 创面处理

基金项目:国家临床重点专科建设项目;国家卫生行业科研专项(201202002);江西省优势科技创新团队科研项目(20115BCB29023)

严重烧伤救治属于重症医学的范畴,在重症医学发展中起着非常重要的作用。早在 30 年前,我国烧伤外科医师在救治严重烧伤患者的过程中,就在床旁放置漂浮导管、应用呼吸机支持、监测肺水量等,而在当时重症医学专科还很少使用这些技术。半个多世纪以来,经过几代人的不懈努力,我国大面积烧伤救治水平已居世界先进行列。当今医学发展日新月异,重症医学的发展亦突飞猛进。2014 年江苏省昆山市铝粉尘爆炸事故和 2015 年天津市危化品爆炸事故发生后,重症烧伤的救治进一步得到关注。推广重症医学救治技术在烧伤外科领域中的应

用,是一项紧迫任务。为此,笔者特撰此文,围绕重症烧伤救治的一些关键问题进行阐述。



1 重症烧伤的概念

目前,我国对重症烧伤的概念尚无明确诠释,习惯把重度以上烧伤定义为重症烧伤。在国外,重症烧伤有明确的定义,即热力所引起的损伤且至少需要 3 d 的重症监护,其诊断标准包括:成人烧伤总面积大于 25% TBSA、儿童或老人烧伤总面积大于 20% TBSA,Ⅲ度烧伤面积大于 10% TBSA,累及面部和/或颈部的烧伤,吸入性损伤,有基础器质性疾病的烧伤^[1]。很显然,与国内相比,国外的重症烧伤概念要宽泛得多。

2 烧伤休克与液体复苏

严重烧伤后,损伤组织或邻近正常组织毛细血管通透性发生改变,引起富含蛋白质液体从血管内向血管外漏出^[2]。合适的液体复苏是管理重症烧伤的基础。伤后早期若未进行有效复苏,即使小面积烧伤都有可能发生低血容量性休克。如果延迟复苏超过 2 h,病死率会明显增加。目前已有一些公式提供优化补液方案,防止补液过量及随后并发的肺水肿、腹腔间隙综合征。国外 Parkland 公式提倡在伤后第 1 个 24 h 输入 $4 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \% \text{ TBSA}^{-1}$ 电解质液。国内补液公式主张按比例输入电解质、胶体,以限制补液总量。考虑对毛细血管通透性造成损害,烧伤后 8 h 内不主张使用胶体。

Pruitt^[3]认为合适的液体复苏可通过液体潜变获得成功,而过度液体复苏源于“输一点液体好,输大量液体会更好”的观念。过度复苏通常是由于临床医师计算液体需求量不准确,或未注意不必要的液体输入,如增加镇静、镇痛药所需液体的输入,以及大量的电解质液代替胶体输入而造成。然而有些特殊烧伤患者如电烧伤、挤压伤患者,伤后横纹肌溶解,复苏时难以达到理想的尿量,应额外补充液体^[4-5]。

液体潜变问题导致需对胶体应用重新评价。在烧伤休克期使用胶体,能减少水肿带来的相关并发

症,尤其是对那些复苏时液体需求量不断增多的重症患者。对于胶体应用,需要考虑成分、规格及输入时机。

3 肠源性感染与早期肠内营养

严重烧伤后全身多个脏器可发生缺血缺氧性损害,胃肠道是较早受累的器官,也是缺血缺氧再灌注损伤的靶器官之一。单纯的静脉液体复苏虽然能够有效恢复循环血量,却不能完全缓解胃肠道等脏器的缺血缺氧状态,加之再灌注损伤对机体造成二次打击,可导致所谓“隐匿性休克”。胃肠道损害后可引起细菌和内毒素移位,导致肠源性感染,进而诱发全身炎症反应及 MOF,因此,对重症烧伤患者进行肠道复苏至关重要。

肠道复苏的核心为早期肠内营养^[6]。早期肠内营养可复苏胃肠甚至内脏,维护胃肠黏膜屏障结构,缓解伤后肠道细菌、内毒素移位,改善烧伤后高代谢状态和全身状况。在严重烧伤初期,患者内环境尚处于紊乱状态,过早给予肠内营养,达不到治疗目的,患者易发生腹泻、腹胀、呕吐等胃肠道反应,加重生理功能紊乱^[7]。故烧伤后第 1 个 24 h 内不宜多进食,仅给予少量温热水或等渗盐水。进入伤后第 2 个 24 h,经过有效的复苏,血流动力学和内环境趋于稳定,可经胃管注入肠内营养液,先从小剂量($33.47 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)开始,逐步增加至常规剂量($125.52 \sim 146.44 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)。

在肠内营养物中增添一些免疫营养物质如谷氨酰胺、精氨酸、 ω -3 多不饱和脂肪酸等,对重症烧伤患者的免疫功能具有调理作用。笔者单位的动物实验证实,肠内免疫营养可以改善严重烧伤大鼠营养状况、免疫功能,减轻炎症反应,保护肠黏膜屏障功能,减少肠道内毒素移位;如与生长激素联合应用,则具有明显协同作用^[8-9]。临床研究也表明,肠内免疫营养能改善重症烧伤患者的营养状态和细胞免疫功能,且安全性好^[10]。

4 吸入性损伤与保护性通气策略

重症烧伤常伴有重度吸入性损伤,易继发急性 SIRS,造成肺部“二次打击”,加剧肺损伤并延长病程,可发展为 ARDS 导致死亡。

重度吸入性损伤的治疗以呼吸支持为基础。随着相关技术的发展和呼吸治疗理念的更新,已研发出一些新型的机械通气模式以及各种联合通气模式。对于重度吸入性损伤、肺爆震伤诱发的严重

ARDS,常规正压通气有时不仅不能维持正常氧合,且易导致氧中毒、呼吸机相关性肺损伤等并发症^[11],严重影响预后。传统保护性肺通气策略,主要内容为小潮气量($6 \sim 8 \text{ mL/kg}$)通气、平台压小于或等于 $30 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$)、呼气末正压(PEEP)的合理使用、允许性高碳酸血症,已广泛应用于急性肺损伤/ARDS 的临床救治,并可有效减少呼吸机相关性肺损伤的发生^[12]。然而,Terragni 等^[13]的研究表明,以 6 mL/kg 潮气量通气仍然会造成肺过度膨胀。

目前超保护性肺通气策略受到更多关注,主要内容为超小潮气量(小于或等于 4 mL/kg ,一般为 $2 \sim 4 \text{ mL/kg}$)通气、平台压小于或等于 $25 \text{ cmH}_2\text{O}$ 、较高 PEEP 维持肺复张等^[13]。高频振荡通气具有较快的频率($180 \sim 600 \text{ 次/min}$)、较低的潮气量(小于或等于 2 mL/kg)、恒定的气道压和主动吸气呼气等特点,是目前公认有代表性的超保护性肺通气策略,可作为传统通气方式的替代治疗,降低 ARDS 重症患者的病死率^[14]。笔者单位的研究结果显示,高频振荡通气联合肺复张策略(控制性肺膨胀、PEEP 或俯卧位通气)能改善烟雾吸入性损伤犬氧合作用、呼吸力学参数和肺部炎症反应;改善损伤犬肺泡上皮细胞的通透性从而稳定气血屏障,减少肺泡内表面活性蛋白含量;改善损伤犬肺组织半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶 3 和 p73 含量,从而减少细胞凋亡^[15-16]。

近年来,体外膜肺氧合(ECMO)作为一项新兴生命支持手段,在重症顽固性低氧血症、高碳酸血症的临床治疗上已取得一定进展,并成为在使用常规手段治疗呼吸衰竭重症患者无效时的一种选择。ECMO 主要是通过避免吸气压峰值、防止气压伤以及缓解通气设备引起的相关肺损伤,直接有效改善低氧血症、减轻二氧化碳潴留,这种体外气体交换为呼吸功能的恢复赢得了时间,使肺组织细胞功能得到改善、实现病理性修复^[17]。国内外一些烧伤中心已开始尝试将 ECMO 技术应用于烧伤合并吸入性损伤的重症患者的救治,但因其观察病例数有限,临床疗效还有待验证。

5 急性肾损伤(AKI)与肾替代疗法

AKI 常见于严重烧伤之后,发病率高达 30%,与之相关的病死率为 $80\% \sim 100\%$ ^[18-19]。AKI 风险评级分为 4 级,即损伤风险、损伤、失功能、终末肾,对应的病死率逐渐增加。一般而言,烧伤休克期有效复苏,可以避免失血性休克导致的 AKI。进入感

染期后,由 SIRS 诱发的脓毒症是导致 AKI、急性肺损伤等 MODS 的重要发病机制^[20]。在脓毒症中,越来越多的证据表明炎症反应和细胞凋亡在 AKI 的病因学中发挥重要作用^[21]。一项关于烧伤 ARDS 重症患者的研究显示,ARDS 发生越早(通常在伤后 3 d 以内),呼吸功能障碍越严重,肾功能不全越常见^[22]。此外,过度复苏后的腹内高压和腹腔间隙综合征的发展也会继发 AKI,具有肾毒性作用的抗生素在诱发 AKI 上也有一定作用。

连续性肾替代疗法(CRRT)是脓毒症-AKI 最为主流的血液净化方式,具有稳定血流动力学、改善炎症状态、精确控制容量平衡、维持内环境稳定等多方面优势。对伴有 AKI 的重症烧伤患者使用 CRRT 治疗[维持量为 $(50.2 \pm 13.2) \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$],能显著提高生存率^[23]。研究表明,对烧伤总面积大于 40% TBSA 且合并有 AKI 的重症患者使用 CRRT 治疗(维持量为 $20 \sim 35 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$),能明显缩短住院时间和降低病死率^[24]。对于那些合并有呼吸功能障碍或休克的重症烧伤患者,CRRT 可以显著改善其预后。

6 创面处理

对重症烧伤患者,并不提倡早期进行创面处理,尤其是在患者血流动力学不稳定或人工气道尚未建立完善的情况下。但是,急诊切痂减压例外。躯干、肢体包括指(趾)Ⅲ度环形烧伤创面及压迫性烧伤创面均需紧急切痂减压。对Ⅲ度重症烧伤患者而言,应尽可能休克期切痂,尽快清除深度创面坏死组织,及时移植皮肤,减少休克期大量血液成分渗出,降低患者能量消耗^[25],减少全身侵袭性感染的发生,从而预防和减轻脏器功能损害。

当然,休克期切痂也不绝对,需要有一定的条件,术前患者血流动力学应基本稳定,术中应具备监测心排血量和氧运输的设备。笔者单位在参加 2014 年 8 月 2 日江苏省昆山市铝粉尘爆炸事故患者的抢救中,对烧伤总面积分别为 98%、99% 和 100% TBSA(Ⅲ度面积均大于 90% TBSA)的 3 例特重度烧伤患者于伤后第 4 天进行首次手术评估,评估结果为暂不宜手术切痂,原因是 3 例患者的血流动力学或内环境不稳定,1 例心音遥远、1 例血压偏低、1 例血小板计数低至 $20 \times 10^9/\text{L}$ 。此时只宜采取保痂半暴露治疗,调整内环境,等待手术时机。伤后 1 周,再次行手术评估,这 3 例患者血流动力学或内环境趋于稳定,于是分批分次对患者四肢Ⅲ度创面

切痂,之后移植异体皮并行负压引流;而对不适合行切痂术的前后躯干Ⅲ度创面,继续行保痂半暴露或剥痂疗法。随后,定期更换负压吸引外敷料,使异体皮与创面之间贴附更加良好,延长异体皮覆盖创面的时间,有利于后期植皮。最终这 3 例重症烧伤患者均得以成功救治。

7 感染控制

严重烧伤后机体免疫功能紊乱、皮肤屏障破坏、气管插管或切开等有创侵入性操作、长期使用呼吸机、广谱高效抗生素和肠外营养的长期应用等,使患者的侵袭性感染以及导管相关性感染发生率明显增加。侵袭性真菌感染、导管相关性感染和呼吸机相关性肺炎等均是烧伤 ICU 不可忽视的问题^[26]。

鲍氏不动杆菌已是许多烧伤 ICU 的常见感染菌,它的毒力虽弱于铜绿假单胞菌,但其耐药性更强且多药耐药现象严重,临床治疗非常棘手。大部分鲍氏不动杆菌分离株对碳青霉烯类抗生素敏感,由于存在金属酶和碳青霉烯酶,耐药性不断增加,替代疗法是将舒巴坦作为酶抑制剂,既发挥抑制金属酶与碳青霉烯酶的作用,同时又具有直接的抗菌活性。

在美国,接近 60% 的 ICU 感染由抗甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)引起^[27]。MRSA 感染的老年烧伤患者,疾病严重程度评分较高,使用呼吸机时间较长,容易引起呼吸机相关性肺炎。MRSA 的毒力因子包括杀白细胞毒素基因,可导致肺组织破坏、形成空洞、咯血以及病死率升高。目前,引起呼吸道感染的 MRSA 菌株均对利奈唑胺敏感;MRSA 对万古霉素的耐药性不断增加,加之万古霉素在肺组织中的渗透性低,用它治疗 MRSA 肺部感染的成功率亦不高。

重症烧伤患者免疫力低下,加之创面存在时间长,真菌感染风险高。真菌感染的控制重在预防,主要措施包括去除易感因素、口服抗真菌药等。

参考文献

- [1] Gueugniaud PY, Carsin H, Bertin-Maghit M, et al. Current advances in the initial management of major thermal burns [J]. *Intensive Care Med*, 2000, 26 (7): 848-856. DOI: 10.1007/s001340051273.
- [2] Rehberg S, Yamamoto Y, Bartha E, et al. Antithrombin attenuates myocardial dysfunction and reverses systemic fluid accumulation following burn and smoke inhalation injury: a randomized, controlled, experimental study [J]. *Crit Care*, 2013, 17 (3): R86. DOI: 10.1186/cc12712.
- [3] Pruitt BA. Protection from excessive resuscitation: "pushing the pendulum back" [J]. *J Trauma*, 2000, 49 (3): 567-568. DOI:

- 10.1097/00005373-200009000-00030.
- [4] Salinas J, Chung KK, Mann EA, et al. Computerized decision support system improves fluid resuscitation following severe burns: an original study [J]. *Crit Care Med*, 2011, 39(9):2031-2038. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31821cb790.
- [5] Aboelatta Y, Abdelsalam A. Volume overload of fluid resuscitation in acutely burned patients using transpulmonary thermodilution technique [J]. *J Burn Care Res*, 2013, 34(3):349-354. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182642b32.
- [6] 朱雁飞, 李幼生, 黎介寿. 肠道复苏: 新概念及其临床应用 [J]. *肠外与肠内营养*, 2009, 16(4):247-249. DOI: 10.3969/j.issn.1007-810X.2009.04.019.
- [7] Burlew CC, Moore EE, Cuschieri J, et al. Who should we feed? Western Trauma Association multi-institutional study of enteral nutrition in the open abdomen after injury [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 73(6):1380-1387; discussion 1387-1388. DOI: 10.1097/TA.0b013e318259924c.
- [8] 郭光华, 蔡晨, 张红艳, 等. 不同肠内营养液与生长激素联合应用对烫伤大鼠炎症反应的影响 [J]. *中华烧伤杂志*, 2008, 24(6):410-413. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2008.06.003.
- [9] Guo GH, Bai XJ, Cai C, et al. The protective effect of different enteral nutrition combined with growth hormone on intestinal mucosal damage of scalded rats [J]. *Burns*, 2010, 36(8):1283-1288. DOI: 10.1016/j.burns.2010.04.003.
- [10] 郭光华, 徐成, 白祥军, 等. 强化精氨酸肠内营养对烧伤患者营养状况和细胞免疫的影响 [J]. *中华烧伤杂志*, 2009, 25(3):211-214. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2009.03.019.
- [11] 张敏, 郑瑞强. ARDS 患者呼吸机相关性肺损伤的肺保护策略 [J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2014, 13(2):211-215. DOI: 10.7507/1671-6205.2014050.
- [12] Guay J, Ochroch EA. Intraoperative use of low volume ventilation to decrease postoperative mortality, mechanical ventilation, lengths of stay and lung injury in patients without acute lung injury [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, 12:CD011151. DOI: 10.1002/14651858.CD011151.pub2.
- [13] Terragni PP, Rosboch G, Tealdi A, et al. Tidal hyperinflation during low tidal volume ventilation in acute respiratory distress syndrome [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2007, 175(2):160-166. DOI: 10.1164/rccm.200607-915OC.
- [14] Ip T, Mehta S. The role of high-frequency oscillatory ventilation in the treatment of acute respiratory failure in adults [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2012, 18(1):70-79. DOI: 10.1097/MCC.0b013e32834f1805.
- [15] 廖新成, 郭光华, 朱峰, 等. 高频振荡通气与呼气末正压递增法联用对吸入性损伤犬呼吸循环功能的影响 [J]. *中华烧伤杂志*, 2013, 29(3):255-260. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2013.03.008.
- [16] 朱峰, 曾能初, 罗源李, 等. 不同体位高频振荡通气对重度烟雾吸入性损伤犬氧合及血流动力学的影响 [J]. *中华烧伤杂志*, 2014, 30(1):51-55. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2014.01.013.
- [17] Pham T, Combes A, Rozé H, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for pandemic influenza A (H1N1)-induced acute respiratory distress syndrome: a cohort study and propensity-matched analysis [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013, 187(3):276-285. DOI: 10.1164/rccm.201205-0815OC.
- [18] Mustonen KM, Vuola J. Acute renal failure in intensive care burn patients (ARF in burn patients) [J]. *J Burn Care Res*, 2008, 29(1):227-237. DOI: 10.1097/BCR.0b013e31815f3196.
- [19] Brusselaers N, Monstrey S, Colpaert K, et al. Outcome of acute kidney injury in severe burns: a systematic review and meta-analysis [J]. *Intensive Care Med*, 2010, 36(6):915-925. DOI: 10.1007/s00134-010-1861-1.
- [20] Stollwerck PL, Namdar T, Stang FH, et al. Rhabdomyolysis and acute renal failure in severely burned patients [J]. *Burns*, 2011, 37(2):240-248. DOI: 10.1016/j.burns.2010.09.009.
- [21] Feng YF, Liu Y, Wang L, et al. Sustained oxidative stress causes late acute renal failure via duplex regulation on p38 MAPK and Akt phosphorylation in severely burned rats [J]. *PLoS One*, 2013, 8(1):e54593. DOI: 10.1371/journal.pone.0054593.
- [22] Bhavsar P, Rathod KJ, Rathod D, et al. Utility of serum creatinine, creatine kinase and urinary myoglobin in detecting acute renal failure due to rhabdomyolysis in trauma and electrical burns patients [J]. *Indian J Surg*, 2013, 75(1):17-21. DOI: 10.1007/s12262-012-0451-6.
- [23] Stewart IJ, Tilley MA, Cotant CL, et al. Association of AKI with adverse outcomes in burned military casualties [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2012, 7(2):199-206. DOI: 10.2215/CJN.04420511.
- [24] Cai XY, Long ZL, Lin LD, et al. Serum cystatin C is an early biomarker for assessment of renal function in burn patients [J]. *Clin Chem Lab Med*, 2012, 50(4):667-671. DOI: 10.1515/cclm-2011-0838.
- [25] 郭振荣, 盛志勇, 贺立新, 等. 大面积烧伤休克期切痂植皮术的临床指标 [J]. *中华整形烧伤外科杂志*, 1998, 18(3):192-196. DOI: 10.3760/j.issn:1009-4598.1998.03.010.
- [26] Luo J, Guo GH. Interpretation for practice guidelines for prevention, diagnosis, and treatment of ventilator-associated pneumonia in burn patients by American burn association [J]. *Burn Trauma*, 2015, 3:11. DOI: 10.1186/s41038-015-0009-5.
- [27] Mosier MJ, Pham TN. American Burn Association Practice guidelines for prevention, diagnosis, and treatment of ventilator-associated pneumonia (VAP) in burn patients [J]. *J Burn Care Res*, 2009, 30(6):910-928. DOI: 10.1097/BCR.0b013e318-1bf68f.

(收稿日期:2015-12-27)

(本文编辑:莫愚)

本文引用格式郭光华. 进一步重视重症烧伤的救治 [J]. *中华烧伤杂志*, 2016, 32(3):129-132. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.03.001.Guo GH. Lay further emphasis on the treatment in critical burn [J]. *Chin J Burns*, 2016, 32(3):129-132. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.03.001.