

· 标准与规范 ·

【编者按】我国是地震频发国家,2008 年 5 月 12 日发生四川汶川地震,2010 年 4 月 14 日发生青海玉树地震,2013 年 4 月 20 日又发生四川芦山地震。挤压综合征急性肾损伤是地震伤员常见疾病,其病死率仅次于建筑物坍塌导致的直接死亡。为规范挤压综合征急性肾损伤的预防和救治,肾脏病学、重症医学和感染病学领域专家,参考国际肾脏病学会 (ISN) “肾脏灾难救助工作小组 (RDRTF)”、欧洲肾脏最佳实践 (ERBP) 针对大型灾难挤压伤患者管理的实践指南,以及改善全球肾脏病预后组织 (KDIGO) 急性肾损伤临床实践指南,撰写了适合中国实际的“挤压综合征急性肾损伤诊治的专家共识”。希望能为提高挤压综合征急性肾损伤救治水平、挽救伤病员生命做出积极贡献。

挤压综合征急性肾损伤诊治的专家共识

挤压综合征急性肾损伤诊治协助组

挤压综合征 (crush syndrome) 是指四肢或躯干肌肉丰富部位长时间受到挤压,出现的以肢体肿胀、坏死、高钾血症、肌红蛋白尿以及急性肾损伤为特点的临床综合征。挤压综合征的核心环节是横纹肌溶解,引发肌细胞内容物外漏至细胞外液及血液循环中,导致有效循环血容量减少、电解质紊乱、急性肾损伤及多器官功能不全等一系列并发症。地震、山体滑坡、矿难塌方、泥石流、飓风、战争等都可能产生大量挤压综合征患者^[1-5]。

第二次世界大战时,Bywaters 和 Beall 详细描述了 1940 年英国伦敦大轰炸时,从废墟下抢救出的 4 名幸存者因挤压综合征导致急性肾衰竭而最终全部死亡的过程。战争时期挤压综合征具有很高的病死率:第二次世界大战时病死率高达 91%;朝鲜战争时透析前病死率为 84%,而透析后病死率为 53%;越南战争期间由于后送及时和补液治疗,病死率降为 50%^[3]。在和平时期,挤压综合征的病死率在地震灾害中仅次于直接损伤,高居第 2 位。据近年来几次国内外大地震的不完全统计资料推测,地震可造成 3%~20% 的挤压伤,地震挤压综合征导致的急性肾损伤的病死率约 20%^[1-3,5-10]。挤压综合征患者的早期现场救治是降低早期病死率的最关键措施,而后方医院的综合治疗是减少伤残和病死率的关键环节。

一、挤压综合征的诊断

挤压综合征的诊断标准:①有长时间受重物挤压的受伤史;②持续少尿或无尿,或者出现红棕色、深褐色尿;③尿中出现蛋白、红细胞及管型;④血清肌红蛋白、肌酸激酶、乳酸脱氢酶水平升高;⑤急性肾损伤的证据^[1-3,11]。

二、挤压综合征的早期现场救治^[3,12-15]

低血容量休克和高钾血症是挤压综合征患者早期死亡的重要原因,因此是早期现场救治的重点。

(一) 补液治疗^[12-15]

1. 尽早实施,发现伤员后,立即开始医疗评估,在任一支体建立静脉通路,如不能静脉补液,应进行口服补液。

2. 优先选用等渗的生理盐水,以 1000 ml/h 的速度静脉滴注。儿童的输液速度为 15~20 ml·kg⁻¹·h⁻¹。治疗 2 h 后输液速度减半,根据伤员的基础情况(年龄、体重和基础疾病)、受伤程度、血流动力学和容量负荷状态、环境温度以及尿量情况进行调整。

3. 除非存在失血性休克需要紧急扩容维持生命体征的情况,否则一般不选择胶体液(如羟乙基淀粉类)。

4. 避免使用含钾的液体进行液体复苏。

5. 对于合并高钠血症、高氯性代谢性酸中毒、低钙血症患者,依据实际情况补充 5% 葡萄糖溶液和 5% 碳酸氢钠溶液。如果出现低钙血症的症状,适当补充 10% 葡萄糖酸钙溶液,无症状的低钙血症可不予处理。

6. 密切监测尿量,液体输入 3 L 后如仍无排尿,排除尿道撕裂伤后,留置尿管进行监测。若静脉补

DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.17.006

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划(2011BAI10B00);“十二五”军队医药卫生科研基金(BWS11J027)

通信作者:陈香美,100853 北京,解放军总医院肾脏病科 肾病学国家重点学科暨肾脏疾病国家重点实验室,Email:xmchen301@126.com

液后出现排尿(尿量 $>0.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$),但伤员后续不能密切监测,则液体限制在 $3 \sim 6 \text{ L/d}$ 。

(二)防治高钾血症

1. 尽快进行心电图或血清钾的检测,明确高血钾的诊断。

2. 静脉通路建立后,给予葡萄糖酸钙静脉注射;碳酸氢钠与葡萄糖-普通胰岛素维持静脉滴注。

3. 给予阳离子交换树脂(降钾树脂)15 g 口服。

4. 有尿的伤员,给予呋塞米静脉注射。

5. 既往认为对长时间挤压的肢体短期使用止血带,可防止因横纹肌溶解产生的钾、肌红蛋白等进入血液循环。但因止血带可导致肢体坏死、血栓形成等进一步损伤,因此现已不主张使用,除非伤员发生危及生命的出血。

(三)预防急性肾损伤

1. 碱化尿液:碳酸氢钠(第1天总量为 $200 \sim 300 \text{ mmol}$,相当于 5% 碳酸氢钠溶液 $300 \sim 500 \text{ ml}$)静脉滴注,维持尿液 $\text{pH} > 6.5$ 。

2. 渗透性利尿:如果液体复苏后尿量超过 30 ml/h ,给予 20% 甘露醇溶液缓慢静脉滴注(甘露醇 $1 \sim 2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$,输入速度 $< 5 \text{ g/h}$)。注意低容量、无尿或心力衰竭的伤员不能应用甘露醇。

3. 避免、去除导致肾损伤的因素,如肾毒性药物、尿路梗阻、出血、感染、低血压、高血压、心力衰竭和贫血等。

4. 没有证据表明袢利尿剂和多巴胺能预防挤压伤相关的急性肾损伤。

5. 监测容量和电解质平衡,如果无尿的伤员出现容量负荷过多,则限制液体输入,并根据情况考虑实施血液净化治疗。

三、挤压综合征的后方医院综合治疗

(一)病情判断与疾病诊断

对于转诊到后方医院的挤压伤伤员,应完善各项检查,准确判断病情。特别是要明确有无骨筋膜室综合征和急性肾损伤。

1. 骨筋膜室综合征:诊断标准:①外伤后肢体肿胀严重,剧烈疼痛;②被动牵拉试验阳性;③血管搏动减弱或消失;④骨筋膜室内压明显升高。

2. 急性肾损伤:诊断标准:① 48 h 内血清肌酐(SCr)升高绝对值 $\geq 26.4 \mu\text{mol/L}$ (0.3 mg/dl),或 SCr 较基础值升高 $\geq 50\%$;②或尿量 $< 0.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,持续 6 h 以上^[11]。

3. 脑、肺脏等脏器及躯体的外伤:地震等突发事件导致的挤压综合征伤员,常合并颅脑损伤、胸腹部

脏器损伤以及躯体多处外伤。应进行系统检查,以正确判断伤员的病情。

4. 水、电解质和酸碱平衡的紊乱:挤压综合征伤员经常合并脱水、高钾血症、低钙血症及代谢性酸中毒等,合并肺部损伤可出现混合型酸碱平衡失调,补液不当可出现低钠血症^[16]。

(二)综合治疗^[3,12-14,17]

挤压综合征病情复杂,有条件的推荐早期进行重症监护病房(ICU)监护治疗。应迅速液体复苏,纠正低血容量状态,使用血管活性药物改善微循环,维持血压、心率和中心静脉压等血液动力学稳定;合并呼吸功能异常的伤员给予呼吸功能支持;注意伤员的意识、瞳孔变化,积极防治继发性脑功能损害;早期应用抑酸药物预防应激性溃疡,合并胃肠功能紊乱或严重腹胀,应监测腹围和腹压,积极发现腹部病变;对明确骨筋膜室综合征诊断、且具有手术指征的伤员,应早期实施充分筋膜和肌膜的切开减压;应严格掌握截肢指征,截肢手术前应由多学科医学专家综合评估伤情,指征明确的伤员应尽快实施手术;及早应用足量有效的抗生素积极防治感染,并根据创面、痰液、血液的细菌学检查和药敏试验结果及时调整。应注意预防破伤风和气性坏疽等特殊感染。

(三)血液净化治疗^[3,11-12,18]

1. 治疗时机:伤员出现少尿、无尿、氮质血症以及高钾血症、酸中毒等电解质和酸碱平衡紊乱,经补液治疗后无明显好转;或者如果补液 3 L 以上仍无尿,合并容量超负荷的伤员,均应尽早进行血液净化治疗。

2. 血液净化模式的选择:应依据当时所具有的医疗条件,对于无多脏器损伤、呼吸和循环状态稳定的伤员,可以采用血液透析或腹膜透析(特别是儿童,应除外腹部脏器的损伤)。从尽快控制高血钾、减少抗凝剂使用剂量和高效利用透析机的角度出发,可选择间歇血液透析治疗。如出现下列情况建议尽早进行连续性肾脏替代治疗(CRRT):①合并多脏器损伤或出现多脏器功能不全;②血液动力学不稳定;③血液透析或腹膜透析难以控制的容量超负荷;④严重感染、脓毒血症;⑤高分解代谢状态:每日递增 $\text{SCr} > 44.2 \mu\text{mol/L}$,尿素氮 $> 3.57 \text{ mmol/L}$,血钾 $> 1 \text{ mmol/L}$;⑥难以纠正的电解质和酸碱平衡紊乱。

3. CRRT 治疗处方设定

(1)可采用 Port 配方作为基础处方:生理盐水 3000 ml 、 5% 葡萄糖溶液 1000 ml 、 5% 碳酸氢钠溶液

250 ml、10% 氯化钙溶液 10 ml 和 50% 硫酸镁溶液 1.6 ml。

(2) Port 配方调整:①依据伤员的血钾水平加入不同剂量 10% 氯化钾溶液;②依据伤员的血钙水平调整 10% 氯化钙溶液剂量,必要时可给予一定剂量的 10% 葡萄糖酸钙溶液持续静脉滴注;③为降低血糖浓度,可将 5% 葡萄糖溶液 1000 ml 更改为 5% 葡萄糖溶液 200 ml + 注射用水 800 ml,必要时可加入普通胰岛素,控制伤员的血糖水平在 6.11 ~ 8.27 mmol/L;④对于血钠浓度 < 125 mmol/L 或 > 150 mmol/L 的伤员,设定置换液的钠浓度与患者血钠浓度相差不宜超过 10 ~ 15 mmol/L,应经过若干次治疗平稳纠正。

(3) 治疗模式与剂量:①在挤压综合征的急性期推荐每小时置换液剂量 > 3 L;②依据病情辅助以血浆置换、内毒素吸附等技术;③病情稳定后可逐渐减少 CRRT 治疗剂量或更换为血液透析治疗。

4. 抗凝治疗方案^[17]

(1) 枸橼酸(即柠檬酸)局部抗凝:如果条件许可,推荐应用枸橼酸局部抗凝,并考虑患者实际血流量,依据游离钙离子的检测相应调整枸橼酸钠和氯化钙生理盐水的输入速度;但合并严重肝功能障碍、低氧血症(动脉氧分压 < 60 mm Hg, 1 mm Hg = 0.133 kPa)和(或)组织灌注不足、代谢性碱中毒及高钠血症的伤员不宜选择枸橼酸局部抗凝。

(2) 阿加曲班:合并出血风险的患者,也可选用阿加曲班。首剂量 75 $\mu\text{g}/\text{kg}$,追加剂量 0.4 ~ 0.6 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 持续滤器前输注,并依据动脉端血浆活化部分凝血酶时间(APTT)的监测来调整剂量,控制管路动脉端采血的凝血酶原时间(PT)、激活凝血试验(ACT)和 APTT > 基础值的 1.5 倍,国际标准化比值(INR) > 1.5^[19]。明显肝功能障碍的伤员不宜选择阿加曲班。

(3) 不具备上述条件时,可选择无抗凝剂。采用前稀释治疗模式,治疗前给予 40 mg/L 的肝素生理盐水预冲,治疗过程每 30 ~ 60 min,给予 100 ~ 200 ml 生理盐水冲洗管路和滤器。但需注意血栓栓塞并发症的发生。

(4) 一旦伤员的创面出血得以控制,并且无消化道出血等活动性出血,应给予适当剂量的低分子肝素,预防血栓栓塞并发症的发生。

5. 容量管理^[20]:早期因伤员合并低蛋白血症、贫血而导致有效循环血量不足和全身水负荷过重,超滤治疗经常引起有效循环血量下降而难以有效减

少全身水负荷;推荐“以胶体置换晶体”,即依据血液净化治疗的净超滤量,补充同量的血浆或白蛋白,当有效循环容量明显改善后再超滤出多余的水负荷。治疗后期,由于伤员有效循环容量增加,存在发生或加重肺水肿的危险,因此治疗原则是“宁干勿湿”,尽可能地减轻伤员的水负荷。

输入血液制品是抢救挤压综合征伤员常用且重要的治疗措施。原则:①推荐输入去白细胞的红细胞悬液,预防大量输血诱发的移植物抗宿主反应等不良反应;②输入红细胞悬液时可考虑依据患者病情需要补充新鲜血浆、机采血小板或冷沉淀;③适当补充钙制剂以减少血液制品中枸橼酸引发的不良反应。此外,依据伤员病情变化和可能采取的清创手术等治疗措施,评估伤员出血风险,给予基础输血和大量失血时快速输血,使伤员血红蛋白维持在相对稳定范围,也十分重要。

6. 停止血液净化治疗的指征:应依据伤员的临床状态综合判断,达到以下标准时可以考虑停止血液净化治疗:①生命体征和病情稳定;②血清肌红蛋白、肌酸激酶水平基本恢复正常;③水、电解质和酸碱平衡紊乱得以纠正;④尿量 > 1500 ml/d 或肾功能基本恢复正常。达到① ~ ③标准,可以停用 CRRT,改用间断性血液透析;而肾功能始终不能恢复正常的伤员,可长期血液透析或腹膜透析维持治疗。

(四) 营养治疗^[11]

原则上首选肠内营养,合并腹膜损伤、胃肠功能紊乱或消化道出血时可选择静脉营养。依据病情发展的不同阶段常常选择肠内营养与静脉营养配合使用。

营养治疗方案:①热量:84 ~ 126 $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (20 ~ 30 $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$); ②葡萄糖:3 ~ 5 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, 脂肪:0.8 ~ 1.0 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, 蛋白质 1.0 ~ 1.5 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; ③CRRT 治疗每日将丢失氨基酸 10 ~ 15 g,应注意补充;推荐补充谷氨酰胺,促进正氮平衡,保护胃肠功能;④补充水溶性维生素及微量元素;⑤长期禁食或使用广谱抗生素的伤员应注意补充维生素 K,预防凝血功能障碍。

挤压综合征常常合并肢体、胸部和腹部等多脏器损伤。早期多学科医生联合参与的伤员分诊、病情甄别,对于提高挤压综合征合并急性肾损伤患者救治率十分关键;多专业、多学科的联合治疗,能够有效提高危重伤员抢救成功率。本项专家共识是在借鉴国外相关临床指南,总结汶川、玉树地震伤员的

救治经验的基础上,组织肾脏病学、急救医学和感染病学专家共同讨论和撰写。共识形成过程中征求了参加汶川、玉树地震伤员救治的当地一线专家的意见,第八届中华肾脏病学会、第九届全军血液净化治疗专业委员会的部分专家参与了共识讨论。希望本项专家共识能为地震等自然灾害引发的挤压综合征急性肾损伤的救治提供帮助,并发挥积极作用。

执笔专家:陈香美、孙雪峰、张利、蔡广研

挤压综合征急性肾损伤诊治协助组(按姓氏笔划排序):丁小强(复旦大学中山医院肾内科)、马志芳(解放军总医院肾脏病科)、王荣(山东省立医院肾内科)、王涌(解放军总医院肾脏病科)、王莉(四川省人民医院肾内科)、王力宁(中国医科大学第一附属医院肾内科)、付平(四川大学华西医院肾内科)、刘必成(东南大学附属中大医院肾内科)、刘朝晖(成都市第二人民医院肾内科)、向晶(解放军总医院肾脏病科)、孙雪峰(解放军总医院肾脏病科)、毕伟红(绵阳市第三人民医院肾内科)、汤力(解放军总医院肾脏病科)、许秋娜(解放军总医院肾脏病科)、何娅妮(第三军医大学大坪医院肾内科)、张利(解放军总医院肾脏病科)、张林(绵阳市中心医院肾内科)、张景红(上海第 85 医院肾内科)、李英(河北医科大学第三医院肾内科)、李文歌(卫生部中日友好医院肾内科)、李海燕(德阳市人民医院肾内科)、肖健(广元市中心医院肾内科)、邱强(解放军总医院肾脏病科)、陈江华(浙江大学医学院附属第一医院肾脏病中心)、陈香美(解放军总医院肾脏病科)、陈福琼(绵阳市 404 医院肾内科)、林洪丽(大连医科大学第一附属医院肾内科)、苗里宁(吉林大学第二医院肾内科)、段钟平(北京佑安医院人工肝中心)、党双锁(西安交通大学第二医院传染科)、席修明(北京复兴医院 ICU)、郭东阳(成都军区总医院肾内科)、郭利民(北京地坛医院重症医学中心)、梅长林(第二军医大学长征医院肾内科)、黄晓波(四川省人民医院 ICU)、蔡广研(解放军总医院肾脏病科)

参 考 文 献

- [1] Gonzalez D. Crush syndrome. Crit Care Med, 2005, 33: S34 - S41.
- [2] Sahjian M, Frakes M. Crush injuries: pathophysiology and current treatment. Nurse Pract, 2007, 32: 13-18.
- [3] Sever MS, Vanholder R, Lameire N. Management of crush-related injuries after disasters. N Engl J Med, 2006, 354:1052-1063.
- [4] 陈香美. 提高对挤压综合征的认识 建立多学科联合的灾难救治队伍——汶川大地震救治启示. 中华内科杂志, 2008, 47: 706-707.
- [5] 陈香美. 充分认识地震相关挤压综合征导致的急性肾损伤. 中华肾脏病杂志, 2008, 24:527-528.
- [6] Schnitzer JJ, Briggs SM. Earthquake relief--the U. S. medical response in Bam, Iran. N Engl J Med, 2004, 350: 1174-1176.
- [7] Zhang L, Fu P, Wang L, et al. The clinical features and outcome of crush patients with acute kidney injury after the Wenchuan earthquake: differences between elderly and younger adults. Injury, 2012, 43: 1470-1475.
- [8] Hu Z, Zeng X, Fu P, et al. Predictive factors for acute renal failure in crush injuries in the Sichuan earthquake. Injury, 2012, 43: 613-618.
- [9] He Q, Wang F, Li G, et al. Crush syndrome and acute kidney injury in the Wenchuan Earthquake. J Trauma, 2011, 70: 1213-1217.
- [10] Chen X, Zhong H, Fu P, et al. Infections in crush syndrome: a retrospective observational study after the Wenchuan earthquake. Emerg Med J, 2011, 28:14-17.
- [11] Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. Kidney Int, 2012, Suppl 2: 1-138.
- [12] Sever MS, Vanholder R. Recommendation for the management of crush victims in mass disasters. Nephrol Dial Transplant, 2012, Suppl 1: i1-i67.
- [13] Sever MS, Vanholder R. Management of crush victims in mass disasters: highlights from recently published recommendations. Clin J Am Soc Nephrol, 2013, 8: 328-335.
- [14] 蔡广研. 挤压综合征导致急性肾损伤的现场救治. 中华肾脏病杂志. 2008, 24: 531.
- [15] Gunal AI, Celiker H, Dogukan A, et al. Early and vigorous fluid resuscitation prevents acute renal failure in the crush victims of catastrophic earthquakes. J Am Soc Nephrol, 2004, 15: 1862-1867.
- [16] 李贵森,王莉,何强,等. 5·12 汶川大地震挤压综合征伤员电解质紊乱特点分析. 实用医院临床杂志, 2010, 7:44-46.
- [17] 孙雪峰. 地震伤挤压综合征导致急性肾衰竭救治体会和思考. 中国实用内科杂志, 2008, 28: 1006-1008.
- [18] 王质刚. 挤压综合征血液净化时机、模式、剂量的探讨. 中国血液净化, 2008, 7:498-500.
- [19] Sun X, Chen Y, Xiao Q, et al. Effects of argatroban as an anticoagulant for intermittent veno-venous hemofiltration (IVVH) in patients at high risk of bleeding. Nephrol Dial Transplant, 2011, 26: 2954-2959.
- [20] 孙雪峰. 挤压综合征不同时期的体液管理. 中华肾脏病杂志, 2008, 24:535.

(收稿日期:2013-4-22)

(本文编辑:高洁)