

## · 短篇论著 ·

## 重大氢氟酸泄漏事故中成批患者的救治

毛新兴 王新刚 张元海 仇旭光 倪良方 韩春茂

**【摘要】** 目的 总结重大氢氟酸泄漏事故中成批患者的救治经验和教训。方法 4 家笔者单位参与救治 2014 年 5 月 7 日因车祸导致的重大氢氟酸泄漏事故的 253 例患者,包括 4 例车祸现场直接受伤患者、53 例参与救援受伤的患者、188 例附近群众及 8 例医务和环保工作人员。专家电话会诊和现场指导结合,采用葡萄糖酸钙静脉注射、口服、皮下浸润注射、湿敷、雾化吸入,危重患者气管切开、呼吸机辅助呼吸等措施及时治疗患者。结果 4 例车祸现场直接受伤患者中 3 例死亡,另 1 例治愈出院。参与救援受伤的 53 例患者中 51 例住院 1~3 d,其余 2 例住院 7 d 治愈出院。188 例附近群众及 8 例医务和环保工作人员经急诊观察治疗后 24 h 内出院。结论 接触低体积分数氢氟酸也可能因严重化学中毒死亡,治疗上专家远程会诊和现场指导结合,强调就地治疗,是提高此类成批烧伤事故应急救援水平的有效措施。

**【关键词】** 烧伤;化学;氢氟酸;烧伤,吸入性;氟中毒

2014 年 5 月 7 日晚,浙江省浦江县辖区杭金衢高速公路浦江段发生多车追尾事故,槽罐车装载的氢氟酸大量外泄灌入 1 辆轿车天窗,槽罐车中 2 人及轿车中 2 人全身多处被氢氟酸浸湿,同时伴有呼吸道吸入,其余事故车辆人员迅速撤离现场,无明显直接接触史。事故发生后,义务消防队到现场救援,部分群众在现场围观。事故调查:槽罐车内含体积分数 12% 氢氟酸水溶液,装载量为 40 吨,其中 1/3 (14 吨左右)发生外泄,当时事故现场空气刺鼻,2 d 后附近大片农作物焦黄枯萎。事故发生后,多家医院共同参与患者救治,现将相关经验总结如下。

## 1 对象与方法

### 1.1 临床资料

本次事故受伤人员的救治主要由浦江县人民医院(以下简称我院)和浦江县中医院承担,2 家医院先后救治 253 例患者,其中车祸现场直接受伤者 4 例、参与救援受伤者 53 例和现场围观群众 23 例于事故当天夜间就诊,未到现场的附近群众 165 例、医务和环保工作人员 8 例于次日就诊。253 例患者中包括男 179 例、女 74 例,年龄 4~68(40±11)岁。

患者具体伤情如下。(1)4 例车祸现场直接受伤患者:以氢氟酸烧伤为主,全身大面积皮肤呈红斑改变,烧伤总面积 34%~47% [(36±5)%]TBSA,其中浅 II~IV 度面积为 1%~5% [(3.2±1.7)%]TBSA。创面主要集中在面颈部、躯干及双上肢。4 例均伴有重度吸入性损伤,其中 1 例口腔

摄入氢氟酸;均伴有眼烧伤,其中 3 例角膜呈雾白色、另 1 例角膜上皮剥脱;均无明显碰撞等机械因素导致的合并伤。(2)53 例参与救援受伤的患者:以车祸发生后第一时间赶到现场参与救援的义务消防队员为主,主要表现为咽部干涩疼痛、咳嗽、胸闷及眼部干涩,部分伴头昏、皮肤瘙痒,其中 5 例患者在事故第 2 天感手部疼痛不适。(3)188 例附近群众:包括到现场围观和未到现场的附近群众,主要表现为咽部干涩、咳嗽,部分伴皮肤瘙痒。(4)8 例医务和环保工作人员:包括 4 例在事故第 2 天到现场调查的环保工作人员,表现为咽部干涩、咳嗽;其余 4 例为在医院参加救治的医务人员,第 2 天感手部疼痛不适。

### 1.2 救治方法

救援人员对车祸现场直接受伤的 4 例危重患者采用大量自来水冲洗创面。伤后 40 min,我院接诊到其中 2 例危重患者,立即请浙江省烧伤救治技术指导中心的浙江衢化医院烧伤科专家电话会诊,初步了解伤情后,实施措施如下。(1)立即建立静脉通道,先静脉注射葡萄糖酸钙 2 g,然后以 1 g/h 的速度微泵静脉推注维持。(2)保持呼吸道通畅,10 g/L 葡萄糖酸钙 10 mL+生理盐水 30 mL 雾化吸入,每 4 小时 1 次。(3)立即葡萄糖酸钙创面下浸润注射,浅 II~IV 度创面按 25.0 mg/cm<sup>2</sup> 的剂量注射,红斑创面按 2.5 mg/cm<sup>2</sup> 的剂量注射,同时创面外用 50 g/L 葡萄糖酸钙溶液湿敷。(4)每 0.5~1.0 小时复查血电解质,根据血清离子钙水平调整静脉补钙量,可适当静脉补钙。(5)口腔内摄入氢氟酸者,给予葡萄糖酸钙溶液漱口,然后再口服葡萄糖酸钙 2 g。(6)为接诊后续伤员做好准备,立即向当地政府汇报。

伤后 2.0 h 另 2 例危重患者送到我院,我院为这 4 例危重患者分别成立了抢救小组,按照初期专家电话会诊的措施实施治疗。

事故发生后 3.0 h,专家组到达我院。此时 4 例危重患者的血清离子钙水平为 0.35~1.08 mmol/L,均出现低钙血症,其中 3 例低血压(64~78 mmHg/38~58 mmHg,1 mmHg =

DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2015.05.015

基金项目:浙江省医药卫生平台重点项目(2013ZDA025)

作者单位:322200 浙江省金华市,浦江县人民医院外科(毛新兴);浙江大学医学院附属第二医院烧伤科(王新刚、韩春茂);浙江衢化医院烧伤科(张元海、倪良方);金华市中心医院烧伤整形科(仇旭光)

通信作者:张元海,324004,Email:zyhssk@163.com

0.133 kPa)处于昏迷状态,已经给予气管切开及呼吸机辅助呼吸,气道内有较多的渗液。立即加快静脉补液及补钙速度,并静脉注射大剂量糖皮质激素(地塞米松 10~20 mg,甲泼尼龙琥珀酸钠 80~160 mg),2~5 h 后血清离子钙水平逐渐恢复正常。伤后 4.5 h,1 例患者血清离子钙水平恢复正常后仍经抢救无效死亡。随后 1 例患者行床边持续肾脏替代治疗,1 例患者行急诊切痂手术,另 1 例患者病情相对稳定于伤后 8.0 h 转往金华市中心医院(以下称中心医院)继续治疗。4 例危重患者的葡萄糖酸钙治疗采用皮下注射与静脉注射相结合的方式,皮下注射总量为 11~22 g,静脉注射总量为 8~52 g;同时静脉滴注硫酸镁,总量为 5.0~12.5 g。治疗期间,3 例患者出现低钾血症(血钾水平为 2.90~3.40 mmol/L),根据血生化结果静脉补充氯化钾。

其余 249 例患者病情相对稳定,主要给予输液、止咳及润喉等治疗,监测水电解质变化,其中参与救援受伤的 53 例患者中 14 例出现低钙血症、1 例出现低镁血症、10 例出现低钾血症;188 例附近群众中 2 例出现低钙血症、2 例出现低镁血症、3 例出现低钾血症;8 例医务和环保工作人员未出现低钙、低镁及低钾血症;所有患者均未出现高钾血症。对低钙、低镁、低钾血症者,予静脉补钙、补镁和补钾治疗;9 例感觉手部疼痛不适患者,予局部 50 g/L 葡萄糖酸钙溶液浸泡,直至疼痛缓解。

## 2 结果

4 例车祸现场直接受伤的危重患者中 3 例伤后 2.0 h 心电图监测异常,表现为窦性心律、ST 段显著抬高、Q-T 间期正常,其中 1 例频发室性早搏,经快速补钙等治疗后,血清离子钙水平逐渐恢复到正常范围,伴随 ST 段逐渐回落到基线水平,室性早搏减少。该 3 例患者中 2 例分别在伤后 4.5、7.0 h 突发心脏停搏死亡;另 1 例在伤后 6.0、7.5 h 突然出现心室纤颤,经电除颤后可恢复为窦性心律,于伤后 9.0 h 因心脏停搏死亡。剩余 1 例危重患者经中心医院全力救治,伤后 31 d 治愈出院。53 例参与救援导致受伤的患者中胸部 CT 显示 12 例肺部有不同程度的渗出性病变,其中 51 例住院 1~3 d,2 例住院 7 d 治愈出院。188 例附近群众及 8 例医务和环保工作人员经急诊观察治疗后 24 h 内出院。

## 3 讨论

氢氟酸是极度危险的无机酸,具有典型的原生质毒性<sup>[1-2]</sup>,一般认为低钙血症是氢氟酸中毒患者的死亡原因。本组病例显示氢氟酸中毒危重患者伤后表现为严重低钙血症,但死亡并不发生在血清离子钙最低时,而都是在大剂量补钙治疗下,血清离子钙恢复到正常范围后。Coffey 等<sup>[3]</sup>通过建立氢氟酸中毒的猪模型,证明钙镁制剂治疗可延迟氢氟酸中毒死亡,但并不能阻止死亡,与本文观察的结果一致。目前对氢氟酸中毒引起心室纤颤、心脏停搏的机制是有争议的<sup>[4]</sup>。理论上大量钙离子被氟离子消耗后,低钙内环境下可导致细胞内的钾离子释放,从而使血钾升高,高钾血症可导致

心律失常,但实际上对氢氟酸中毒会并发高钾血症仍缺乏文献证据<sup>[5]</sup>,相反不少患者表现为低钾血症。本组病例也显示氢氟酸中毒越重,低钾和低钙血症的比例越高,但无一例发生高钾血症,3 例死亡患者中 2 例表现为低钾血症,与 Wu 等<sup>[6]</sup>的研究结果一致。因此,氢氟酸中毒患者的致死机制,不能简单归结为水电解质紊乱,有必要进行更深入的研究。

按照氢氟酸体积分数不同,氢氟酸烧伤可分为 3 个等级,即低体积分数(大于 0 且小于或等于 20%)、中等体积分数(大于 20% 且小于或等于 50%)、以及高体积分数(大于 50%)氢氟酸烧伤<sup>[1]</sup>。高体积分数氢氟酸接触皮肤可立即造成疼痛和局部组织毁损,易早期察觉而及时就诊,同时高体积分数及无水氢氟酸有很强的挥发性,大量泄漏可致成批人员伤亡<sup>[7]</sup>。皮肤接触低体积分数氢氟酸早期无明显不适,临床表现可能在伤后 24 h 出现,因接触时无明显感觉,如不注意防护,也可造成成批烧伤<sup>[8]</sup>。本次事故的致伤氢氟酸属于低体积分数级别,但患者在伤后早期即出现了严重的吸入性损伤及皮肤毁损性改变,说明低体积分数氢氟酸如接触量大且未早期进行有效处理,同样可在短时间内出现严重后果。

本次事故造成了成批人员伤亡,其伤情特点如下。(1)病情急,救治刻不容缓。氢氟酸中毒的临床进展极为迅速,多数患者死亡发生在伤后数小时,甚至更早,因此伤后救治必须做到争分夺秒。(2)伤情重,救治难度大。本组 4 例车祸伤患者大面积皮肤烧伤同时伴有重度吸入性损伤,其中 1 例口腔摄入氢氟酸,救治难度相当大。(3)患者多,波及面广。(4)致伤原因特殊,治疗专业性强。接诊医疗单位均为基层医院,无烧伤专科设置,缺乏专业救治技能。另外,化学烧伤的现场急救至关重要,因事故现场在高速公路上,无法施行有效的现场急救措施,很大程度上增加了后续治疗难度。

烧伤网络建设在成批烧伤救治中可以发挥重要作用<sup>[9]</sup>。本次重大事故发生于夜间,我院最早接到救治任务,虽缺乏相关专业救治知识和技术,却在事故发生后较短时间内做到了快速有效应对,这与浙江省有相对完整的烧伤救治技术网络密不可分。20 世纪末,浙江省以烧伤救治技术指导中心为载体开展烧伤救治网络建设,进行人员培训,并制定诊疗常规与技术规范,在全省范围开展了化学烧伤流行病学及致伤危险因素调查<sup>[10-11]</sup>,建立了化学烧伤的应急救援流程<sup>[12]</sup>,一旦有事故发生,基层网络单位能及时向省烧伤救治技术网络中心汇报,寻求支援。同时,烧伤网络中心与上级政府部门联动,政府部门一方面调集专业化救援队伍到现场施救,封堵事故车辆的漏口,阻止氢氟酸继续外泄,以及对现场进行洗消,避免进一步的人员伤亡;另一方面,动员已经回家的可能受伤人员及时到医院就诊,防止更严重的后果发生,同时协调病员分流,使医疗资源合理分配,确保患者能得到及时有效的治疗。

强调就地治疗,避免因盲目转诊丧失最佳治疗时机。对重度氢氟酸中毒的患者,没有转诊的时间,在接诊医院缺乏救治技术的条件下,利用现代通信技术,采用专家远程会诊,拟定初步治疗方案,后续结合专家现场指导,为救治赢得了

最佳治疗时间,从而提高救治成功率。

本次事故暴露出当前危化品运输管理的问题,以及从业人员的安全意识淡薄,事故发生后的应急救援也存在诸多不足,使得损伤波及面不断扩大。首先,参加救援的消防人员缺乏对危化品的认识,在无任何防护的条件下到现场施救,特别是在现场闻到刺鼻气味时仍未引起重视,造成成批人员受伤。后续进入现场的专业化救援队员,由于穿戴了防护装备,无一人受伤。其次,氢氟酸在极低体积分数下,对组织也可能有损害作用<sup>[13]</sup>。参加救治的个别医务人员,由于缺乏自身防护措施,诊治过程中接触了在患者身上遗留的氢氟酸,引起手部烧伤。如能在接诊时佩戴橡胶手套,可以避免上述情况发生。第 2 天到达现场调查的环保工作人员,在现场安全评估未出结果前,在无任何防护措施保护下长时间暴露在事故现场,同样也造成了继发损伤,而这种损伤是完全可以避免的。第三,由于事故发生在夜间,附近群众疏散有一定难度。如何改进工作机制,提高应急反应能力,还有待进一步总结完善。

#### 参考文献

- [1] 王新刚,张元海,韩春茂. 氢氟酸烧伤治疗研究进展[J]. 中华烧伤杂志, 2013,29(4): 371-374.
- [2] Strausburg M, Travers J, Mousdicas N. Hydrofluoric acid exposure: a case report and review on the clinical presentation and management[J]. *Dermatitis*, 2012,23(5):231-236.
- [3] Coffey JA, Brewer KL, Carroll R, et al. Limited efficacy of calcium and magnesium in a porcine model of hydrofluoric acid ingest-

ion[J]. *J Med Toxicol*, 2007,3(2):45-51.

- [4] Vohra R, Velez LI, Rivera W, et al. Recurrent life-threatening ventricular dysrhythmias associated with acute hydrofluoric acid ingestion: observations in one case and implications for mechanism of toxicity[J]. *Clin Toxicol (Phila)*, 2008,46(1):79-84.
- [5] Wu ML, Deng JF, Fan JS. Survival after hypocalcemia, hypomagnesemia, hypokalemia and cardiac arrest following mild hydrofluoric acid burn[J]. *Clin Toxicol (Phila)*, 2010,48(9):953-955.
- [6] Wu ML, Yang CC, Ger J, et al. Acute hydrofluoric acid exposure reported to Taiwan Poison Control Center, 1991-2010[J]. *Hum Exp Toxicol*, 2014,33(5):449-454.
- [7] Park SB. Alert over South Korea toxic leaks[J]. *Nature*, 2013,494(7435):15-16.
- [8] 仇旭光,韩春茂,王野平,等. 48 例成批氢氟酸烧伤的救治[J]. 中华急诊医学杂志, 2010,19(4):432-433.
- [9] 苏卫国,牛希华,娄季鹤,等. 省级烧伤网络运行效果评价[J]. 河南医学研究, 2012,21(4):414-418.
- [10] 张元海,韩春茂,陈国贤,等. 浙江省化学烧伤流行病学调查[J]. 中华烧伤杂志, 2010,26(4):311-312.
- [11] Zhang YH, Han CM, Chen GX, et al. Factors associated with chemical burns in Zhejiang province, China: an epidemiological study[J]. *BMC Public Health*, 2011,11:746.
- [12] 张元海,韩春茂,陈国贤,等. 化学烧伤的应急救援探讨[J]. 浙江医学, 2010,32(9):1405-1407.
- [13] Hjortsjö C, Saxegaard E, Young A, et al. In vivo and in vitro irritation testing of low concentrations of hydrofluoric acid[J]. *Acta Odontol Scand*, 2009,67(6):360-365.

(收稿日期:2014-11-11)

(本文编辑:贾津津)

## · 消息 ·

### 本刊 2016 年征稿征订启事

本刊是由中国科学技术协会主管、中华医学会主办的全国烧伤学术界权威刊物。目前已被美国《Medline 数据库》《中国科技论文统计源期刊》《中国科学引文数据库》《中文核心期刊要目总览》等重要检索机构收录,在国内外医学期刊中具有较大影响。本刊读者对象为从事烧伤治疗、烧伤整形和康复的临床医护人员,以及与烧伤医学有关的科研人员等。主要栏目包括:专家论坛、专家述评、指南与共识、论著、疑难病例析评、综述、护理专栏、经验交流、病例报告、科技快讯、海外发表论文选读,每期重点选题内容丰富,针对性强,涵盖创面修复、感染、脏器损害、再生医学、营养代谢、瘢痕防治、烧伤康复及相关内容。烧伤病情复杂并发症多,涉及学科范围广泛,既是烧伤也是整个外科的基本问题,特别是创面修复技术,已成为治疗非烧伤领域各类慢性难治性创面的主要手段。为反映烧伤及相关领域的新理论、新观点、新技术与新方法,探索新思路、新特点,充分发挥展示科研成果及增进学术交流的平台作用,本刊真诚向您邀约高质量稿件,尤其欢迎交叉学科学者积极介入。同时也希望得到您的宝贵意见,使本刊更加贴近读者需要。

本刊编辑委员会由国内外著名烧伤外科及相关学科专家组成,杂志具有科学性、实用性,内容新颖,可读性强。本刊自 2016 年 1 月起改为月刊出版发行,大 16 开,64 页哑光铜版纸印刷并配彩图,每期 18 元,邮发代号:78-131,欢迎广大作者和读者通过邮局订阅或直接向编辑部邮购。汇款请寄:重庆市沙坪坝区西南医院《中华烧伤杂志》编辑部,邮编:400038。电话:023-65460398(可传真),68754670-602;Email:cmashz@tmmu.edu.cn;网址:http://www.zhsszz.org。

本刊编辑部