

## 氨烧伤的临床特点及治疗研究进展

伍国胜 肖仕初 孙瑜 纪世召 夏照帆

**Advances in the research of clinical features and treatment of ammonia burns** Wu Guosheng, Xiao Shichu, Sun Yu, Ji Shizhao, Xia Zhaofan. Department of Burn Surgery, Institute of Burns, Changhai Hospital, the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: Xia Zhaofan, Email: xiazhaofan@163.com

**【Abstract】** Ammonia is commonly used in industry and agriculture. It is also one of the most frequently accidentally spilled chemicals. Exposure to ammonia can cause severe cutaneous burn or freezing injury, ocular injury, and inhalation injury, among them inhalation injury is the most lethal one. Although the diagnosis and treatment of ammonia burns have been improved, the long-term prognosis is not satisfactory. In this article, we reviewed the literature concerning ammonia burns, in order to summarize the clinical features and treatment of such injury.

**【Key words】** Burns, chemical; Ammonia; Skin; Eye; Burns, inhalation; Clinical features; Treatment

**【关键词】** 烧伤, 化学; 氨; 皮肤; 眼; 烧伤, 吸入性; 临床特点; 治疗

氨是一种广泛用于化肥生产、炸药制造及制冷的化学品,也是最常发生泄漏事故的化学品之一。1993—1998年,美国有毒物质突发事件监测系统(Hazardous Substances Emergency Events Surveillance system)记录的30 345起化学品泄漏事故中,氨泄漏事故占7.6%<sup>[1]</sup>。据不完全统计,2013年我国发生重大氨泄漏事故7起,其中2013年6月3日发生在吉林的氨泄漏爆炸事故造成61人死亡,数十人受伤。随着工业化的发展,氨烧伤发生率可能会逐渐增加,了解其特点有助于帮助临床医师制订针对性的治疗措施。本文从氨烧伤的特点、机制及治疗等方面进行综述。

### 1 氨烧伤的流行病学特点

氨泄漏事故中常因意外接触或爆炸发生氨中毒和烧伤,国外文献报道后者在化学烧伤致伤原因中位居前列,与国内报道不一致,可能与地域和化工产业特色相关。Wibbenmeyer等<sup>[2]</sup>回顾分析显示,其所在单位收治的94例化学烧伤患者中,34%为氨烧伤。Bloom等<sup>[3]</sup>对49例因非法生产甲基苯丙胺造成的化学烧伤患者进行分析显示,其中40.8%为氨

烧伤。有文献报道,我国东北和华东地区氨烧伤的发生率分别为2.48%和2.7%,其中华东地区浙江省25家医院516例化学烧伤中,氨烧伤仅占1.4%<sup>[4-6]</sup>。地域不同,化学烧伤中各类化学物在致伤物中所占的构成比也有异,如东北地区硫酸烧伤居首位,而华东地区苛性碱烧伤居多<sup>[5-6]</sup>。尽管流行病学调查结果显示,各类致伤原因中,氨烧伤比例不高,但在重/特大典型型泄漏事故中,氨泄漏居首位,并且氨烧伤常为群体性突发事件,单次事故伤员较多<sup>[7]</sup>。



### 2 氨烧伤的机制

氨是一种无色、强腐蚀性、伴刺激性气味的气体。氨水溶性极强,1单位体积水可溶解1 300单位体积的氨,因此容易吸附于湿润的黏膜(呼吸道、眼)和皮肤表面,与水反应形成强碱性化合物氢氧化铵,更具刺激性和腐蚀性。因其具有碱性性质,能溶解蛋白和胶原组织,形成碱性蛋白化合物皂化脂肪,逐渐侵入深层组织,致损伤进行性加重。氨气通常被压缩成液氨储存和运输,存储温度为-33℃。由于其低温且汽化吸热特点,会导致皮肤浅表血管栓塞,引起皮肤缺血坏死,可造成冻伤。

### 3 氨烧伤的临床特点及治疗

氨相比其他化学物质更常发生爆炸事故,且氨烧伤常同时合并热力烧伤,严重程度明显超过其他化学损伤<sup>[3]</sup>。既往严重氨烧伤患者病死率接近100%,尽管现有所改善,但其预后仍不理想<sup>[8-10]</sup>。氨烧伤主要包括皮肤烧伤及冻伤、眼烧伤、吸入性损伤,其中吸入性损伤发生率高且危害性最严重。

#### 3.1 皮肤氨烧伤及冻伤的特点及治疗

氨造成的皮肤损伤常常包括碱烧伤和冻伤,使皮肤灰黄、组织松软,重度损伤皮肤色黑、质韧<sup>[11-12]</sup>。其中大部分为浅度小面积损伤,也可见损伤总面积40% TBSA以上的患者<sup>[2,11,13]</sup>。伤后迅速脱离现场,大量清水反复冲洗可避免进一步损伤。需注意的是,与部分化学烧伤稍有不同,37~40℃温水冲洗为氨烧伤最佳急救方式,可减轻皮肤损伤的严重程度<sup>[14]</sup>。患者入院后应予以定期换药,局部使用抗菌药物如磺胺嘧啶银;不建议使用油腻的药膏,以免增加无水氨的穿透深度<sup>[11]</sup>。部分患者错过早期急救时机致使碱化学物质与创面黏附牢固,冲洗效果不理想时,需进行清创手术。石宏伟和张永生<sup>[15]</sup>报道,对位于四肢等较易固定封闭、烧伤面积10% TBSA以下、伤后2 d内入院的深度氨烧伤患者创面,采用VSD技术治疗可取得较佳疗效。

#### 3.2 眼部氨烧伤的特点及治疗

眼部是氨烧伤中另一常见损伤部位,发生率较高<sup>[16-17]</sup>。在常见的碱性化学物质所致眼部烧伤中,以氨对眼部的损害最大<sup>[18]</sup>。眼部氨烧伤严重程度与氨体积分数相关,当氨体

DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2015.01.023

基金项目:上海市卫生系统重要疾病联合攻关项目(2013ZYJB0008);上海市卫生系统优秀青年人才培养计划(XYQ2013079);长海医院“1255”学科建设计划(CH125510200)

作者单位:200433 上海,第二军医大学长海医院烧伤外科,全军烧伤研究所

通信作者:夏照帆,Email:xiazhaofan@163.com

积分数为 0.005% ~ 0.01% 时,会对眼部造成轻度刺激,1 ~ 2 周可恢复;体积分数达到 0.014% 时,会对眼部造成中度刺激,暴露超过 2 h 则会对眼部造成长期后遗症;体积分数达到 0.07% 时,会对眼部造成直接损伤<sup>[19]</sup>。眼部轻度损伤时,可出现流泪、结膜炎、眼睑水肿、眼睑痉挛等症状;中度损伤时,可出现角膜溃疡、角膜混浊、虹膜炎等症状;重度损伤时,可出现视网膜萎缩、青光眼、白内障、失明等症状。White 等<sup>[12]</sup>报道了一例 22 岁氨烧伤的患者,经治疗后出院时无眼损伤表现,但 4 周后进展为双侧葡萄膜炎伴角膜基质血管化,出现角膜基质混浊、角膜瘢痕、角膜色素沉着等症状。予以角膜移植,因瘢痕和角膜新生血管形成影响角膜移植效果,后双眼失明。提醒临床医师在收治氨烧伤患者时,应详细询问受伤史,由专科医师进行检查,判断患者眼部是否受伤及损伤程度,住院期间定期行眼部专科检查,并予以密切随访。大量清水或生理盐水冲洗仍是眼部氨烧伤最好的急救方式,要求持续冲洗至少 20 min,直到结膜囊 pH 值低于 8.5<sup>[12,14,20]</sup>。清水彻底冲洗后可继续用 20 ~ 30 g/L 硼酸溶液冲洗,用氯霉素眼药水、诺氟沙星眼药水、红霉素眼膏等抗生素预防眼部感染。正确使用散瞳药、睫状肌麻痹剂、激素、乙酰唑胺,可降低眼压,缓解患者不适。

### 3.3 氨吸入性损伤的特点及治疗

氨吸入性损伤是氨烧伤早期最致命的损伤。国内文献报道急性氨吸入性损伤患者病死率为 9.1% ~ 40%,重者病死率可高达 80%<sup>[21]</sup>。何为和李思惠<sup>[22]</sup>总结氨吸入性损伤患者的病死原因主要包括:(1)肺水肿和 ARDS。(2)呼吸道黏膜坏死脱落,引起大咯血或气道阻塞致窒息。(3)继发性呼吸道感染。(4)后遗症和其他并发症。与 Woto-Gaye 等<sup>[23]</sup>报道的 91 例氨吸入性损伤患者尸体检查结论一致。

氨吸入性损伤主要发生于上呼吸道,下呼吸道损伤较少见,其严重程度与氨体积分数、暴露时间、吸入深度有关。大部分人可嗅及氨体积分数为 0.002 5% ~ 0.005%,并能耐受数小时而无不适症状。尽管短时间暴露于低体积分数氨(0.000 5% ~ 0.002 5%)中只会对中枢神经系统造成短暂的影响,不会造成气道炎症反应或引起气道高反应性,但氨泄漏事故现场常为高体积分数氨<sup>[24]</sup>,应引起重视。当氨体积分数达到 0.17% 时,会引起喉头痉挛,声门水肿;体积分数为 0.25% ~ 0.5% 时,会引起呼吸道黏膜坏死、胸痛、急性肺损伤及支气管痉挛;体积分数为 0.5% 以上,暴露半小时即会迅速导致呼吸骤停<sup>[11]</sup>。Pirjavec 等<sup>[25]</sup>报道了一例患者暴露于体积分数 2% 以上的氨中超过半小时,受伤时曾有昏迷,经过 26 d 的治疗该患者顺利脱离呼吸机并恢复自主呼吸,但伤后 54 d 出现进行性肺功能衰竭、肺间质纤维化、肺泡囊性改变、肺不张,后接受了肺移植。患者于术后 2 年因发生闭塞性支气管炎,病情进行性加重,行免疫抑制治疗效果不佳。

吸入氨气可能造成各种急性呼吸系统疾病,包括咽喉炎、支气管炎、毛细支气管炎、支气管肺炎和肺水肿。闻胜兰等<sup>[10]</sup>对一例重度氨吸入性损伤患者行电子显微镜检查,观察到氨对肺组织造成的急性损害主要是黏膜上皮细胞形态破坏、纤毛脱落及 I 型肺泡上皮细胞肿胀、透明膜形成,而长期损害则主要为 I 型肺泡上皮细胞线粒体和内质网空泡样

变性及支气管黏膜的广泛纤维化改变。

氨吸入性损伤患者早期易发生急性气道阻塞,伤后 2 ~ 3 d 阻塞症状逐渐加重,因此重度氨吸入性损伤早期应行气管切开<sup>[26]</sup>。气管切开可保持呼吸道通畅,便于脱落黏膜排出,防止窒息。陈云飞等<sup>[27]</sup>提出氨吸入性损伤时不宜行气管插管,因插管可促使呼吸道黏膜脱落,且患者插管后丧失了会厌的呼气滞后作用,气道易完全闭塞。临床观察显示,部分氨吸入性损伤患者度过伤后 48 ~ 72 h 危险期后病情转稳,但在伤后第 7 ~ 14 天病情突然恶化,表现为顽固性低氧血症,考虑为气道坏死组织脱落未及时清除或气道狭窄所致,因此在临床诊治过程中应密切注意患者在这一时期的病情变化<sup>[28-30]</sup>。此外,病情突然恶化还可能是因为医院内感染导致多重细菌性肺炎及肺实质改变。感染原因包括:早期氨及反应产物对气道的刺激致气道屏障受损、防御能力下降;脱落的坏死组织由于气道纤毛上皮细胞受损不能被及时清除,引起细菌的侵袭;呼吸机的长期使用使得气道持续开放,周围环境中细菌易进入气道;糖皮质激素的不合理使用使机体抵抗力下降;合并烧伤创面,创面细菌的滋生增加感染机会。

氨吸入性损伤患者晚期可能出现支气管扩张、肺纤维化、慢性阻塞性肺疾病等,甚至并发感染、呼吸衰竭而死<sup>[10]</sup>。多篇文献报道氨吸入性损伤患者远期并发支气管扩张,但是否因感染所致尚不清楚<sup>[9,31-33]</sup>。氨对肺的损害是永久性的,常见的后遗症有喘息性支气管炎、阻塞性肺气肿、肺组织纤维化、永久性肺功能减退等,此类患者生活质量低下,需反复入院治疗<sup>[10,22]</sup>。

氨吸入性损伤除表现为呼吸道症状,还可能出现其他无法解释的伴随症状。Arwood 等<sup>[20]</sup>报道了一例氨吸入性损伤患者出现不明原因高淀粉酶血症。George 等<sup>[14]</sup>报道了一例重度氨吸入性损伤患者出现四肢轻瘫和窦性心动过缓、心脏停搏。Panikkath 等<sup>[34]</sup>报道了一例氨吸入性损伤患者并发心房颤动,其原因可能是重度氨吸入性损伤继发低氧血症、乳酸血症、炎症介质释放、心房肌结构改变。动物实验也显示,长期暴露于氨环境中会发生心肌纤维化<sup>[35]</sup>。这些伴随症状是否可作为判断氨吸入性损伤严重程度的指标,有待进一步调查和研究。

目前针对氨吸入性损伤无特效疗法,临床上仍采用以下综合对症支持治疗措施。保证充足氧供,维持血氧浓度,减轻氨对脑组织的毒性损伤;重度吸入性损伤患者早期行气管切开防止气道阻塞,必要时行预防性气管切开,以避免紧急切开时对患者造成二次打击;持续性低氧血症患者采用呼吸机辅助呼吸,首选呼气末正压模式,并注意防止气道高压及作好气道护理;合理使用糖皮质激素减轻肺水肿,促进肺表面活性物质生成,防止后期肺慢性炎症的发生;预防性使用抗生素,积极防止肺部感染。此外,近年来纤维支气管镜的使用大大提高了各类吸入性损伤的诊治效率。早期应用纤维支气管镜,可准确诊断分级、定位且可连续动态观察,及时了解气管、支气管黏膜坏死和修复情况,指导临床及时行气管切开、合理雾化湿化,保持气道通畅,在氨吸入性损伤的救治中具有较大诊断及治疗价值<sup>[36]</sup>。此外,纤维支气管镜下行支气管肺泡灌洗不仅可以有效清理气道,保持气道通畅,

还能清除肺内炎症介质,促进肺表面活性物质生成,从而延缓或减轻肺内及全身炎症反应<sup>[37]</sup>。

#### 4 问题与展望

综上所述,氨烧伤常为群体性突发事件,累及人数多、病情复杂、救治困难。目前对氨烧伤已有大量的临床报道,对其临床特点认识也较全面,但缺乏相关的远期随访研究。治疗上仍采用综合对症支持治疗措施,尚无特效疗法,也未形成特有的类似其他化学烧伤的标准治疗流程。对氨烧伤损伤机制的认识也基本等同于碱性化学物质,缺乏氨烧伤相关的基础研究。上述问题可能是限制氨烧伤早期及远期治疗效果的主要原因。随着分子生物学研究的不断发展和临床实践的不断探索,相信在不久的将来会总结出系统的、具有针对性的治疗策略。

#### 参考文献

- [1] Weisskopf MG, Drew JM, Hanrahan LP, et al. Hazardous ammonia releases; public health consequences and risk factors for evacuation and injury, United States, 1993 - 1998 [J]. *J Occup Environ Med*, 2003, 45(2):197-204.
- [2] Wibbenmeyer LA, Morgan LJ, Robinson BK, et al. Our chemical burn experience: exposing the dangers of anhydrous ammonia [J]. *J Burn Care Rehabil*, 1999, 20(3):226-231.
- [3] Bloom GR, Suhail F, Hopkins-Price P, et al. Acute anhydrous ammonia injury from accidents during illicit methamphetamine production [J]. *Burns*, 2008, 34(5):713-718.
- [4] 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.
- [5] 樊华, 刘凤彬, 田宝祥, 等. 东北地区 605 例化学烧伤患者流行病学调查 [J]. *中华烧伤杂志*, 2012, 28(6):419-422.
- [6] 高辉, 李卫, 赵远党. 华东地区 615 例化学烧伤患者流行病学调查 [J]. *中华烧伤杂志*, 2012, 28(6):411-414.
- [7] 潘旭海, 蒋军成. 重大泄漏事故统计分析及其事故模式研究 [J]. *中国职业安全卫生管理体系认证*, 2001(6):36-38.
- [8] Leduc D, Gris P, Lheureux P, et al. Acute and long term respiratory damage following inhalation of ammonia [J]. *Thorax*, 1992, 47(9):755-757.
- [9] Tonelli AR, Pham A. Bronchiectasis, a long-term sequela of ammonia inhalation: a case report and review of the literature [J]. *Burns*, 2009, 35(3):451-453.
- [10] 闻胜兰, 邵瑾燕, 吴晓虹. 重症氨中毒对患者呼吸道的急性及长期损害 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2004, 22(1):75-76.
- [11] Amshel CE, Fealk MH, Phillips BJ, et al. Anhydrous ammonia burns case report and review of the literature [J]. *Burns*, 2000, 26(5):493-497.
- [12] White CE, Park MS, Renz EM, et al. Burn center treatment of patients with severe anhydrous ammonia injury: case reports and literature review [J]. *J Burn Care Res*, 2007, 28(6):922-928.
- [13] 顾宁, 周万芳, 唐洪泰, 等. 1 例液氨大面积烧伤患者的护理 [J]. *中国实用护理杂志*, 2012, 28(31):40-42.
- [14] George A, Bang RL, Lari AR, et al. Liquid ammonia injury [J]. *Burns*, 2000, 26(4):409-413.
- [15] 石宏伟, 张永生. 早期切削痂网状植皮联合 VSD 持续负压吸引治疗液氨冻烧伤 1 例 [J]. *局解手术学杂志*, 2011, 20(2):144, 148.
- [16] 李树仁, 张树堂, 赵春安, 等. 氨化学烧伤 98 例临床分析 [J]. *医药论坛杂志*, 2005, 26(12):66-67.
- [17] 彭松峰, 韩丽华, 李强. 液氨烧伤 66 例分析 [J]. *中国误诊学杂志*, 2006, 6(11):2159-2160.
- [18] 李召华. 眼部热烧伤、氨烧伤的急救与治疗 [J]. *眼外伤职业眼病杂志*, 2007, 29(8):633-635.
- [19] Issley S, Lockwood J, Lang ES, et al. Ammonia toxicity clinical presentation [EB/OL]. (2013-09-16) [2014-02-07]. <http://emedicine.medscape.com/article/820298-clinical.htm>.
- [20] Arwood R, Hammond J, Ward GG. Ammonia inhalation [J]. *J Trauma*, 1985, 25(5):444-447.
- [21] 杨艳平, 浦源远, 王磊, 等. 重度氨中毒并气道热灼伤及肺冲击伤的气道雾化疗法 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2006, 24(12):762-763.
- [22] 何为, 李思惠. 急性氨吸入损伤发病特征及救治要点临床研究 [J]. *中国职业医学*, 2012, 39(5):396-400.
- [23] Woto-Gaye G, Mendez V, Boye IA, et al. Death from ammonia poisoning: anatomopathologic features [J]. *Dakar Med*, 1999, 44(2):199-201.
- [24] Sundblad BM, Larsson BM, Acevedo F, et al. Acute respiratory effects of exposure to ammonia on healthy persons [J]. *Scand J Work Environ Health*, 2004, 30(4):313-321.
- [25] Pirjavec A, Kovic I, Lulic I, et al. Massive anhydrous ammonia injury leading to lung transplantation [J]. *J Trauma*, 2009, 67(4):E93-97.
- [26] Flury KE, Dines DE, Rodarte JR, et al. Airway obstruction due to inhalation of ammonia [J]. *Mayo Clin Proc*, 1983, 58(6):389-393.
- [27] 陈云飞, 丰昕, 董洪启, 等. 急性吸入性氨中毒的氧疗和气道管理 [J]. *安徽卫生职业技术学院学报*, 2007, 6(5):41-42.
- [28] Birken GA, Fabri PJ, Carey LC. Acute ammonia intoxication complicating multiple trauma [J]. *J Trauma*, 1981, 21(9):820-822.
- [29] 赵凤德, 韩明峰, 孙伟, 等. 急性氨气吸入性肺损伤 32 例临床诊治分析 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2012, 37(4):412-414.
- [30] 尹有清, 郭果林, 马杰, 等. 急性氨中毒合并烧伤的治疗经验 [J]. *中国工业医学杂志*, 1997, 10(1):30-31.
- [31] de la Hoz RE, Schlueter DP, Rom WN. Chronic lung disease secondary to ammonia inhalation injury: a report on three cases [J]. *Am J Ind Med*, 1996, 29(2):209-214.
- [32] Hoeffler HB, Schweppe HI, Greenberg SD. Bronchiectasis following pulmonary ammonia burn [J]. *Arch Pathol Lab Med*, 1982, 106(13):686-687.
- [33] Kass I, Zamel N, Dobry CA, et al. Bronchiectasis following ammonia burns of the respiratory tract. A review of two cases [J]. *Chest*, 1972, 62(3):282-285.
- [34] Panikkath R, Nugent K, Perez-Verdia A. Atrial fibrillation after inhalational lung injury: a troubling complication of a rare problem [J]. *Case Rep Med*, 2012;302057.
- [35] Coon RA, Jones RA, Jenkins JL Jr, et al. Animal inhalation studies on ammonia, ethylene glycol, formaldehyde, dimethylamine, and ethanol [J]. *Toxicol Appl Pharmacol*, 1970, 16(3):646-655.
- [36] 时靖峰, 滕小宝, 韩明锋, 等. 纤维支气管镜在救治氨气吸入性损伤患者中的应用 [J]. *中国内镜杂志*, 2009, 15(8):859-861.
- [37] 刘坤, 姜会庆. 氨烧伤合并重度吸入性损伤的临床治疗 [J]. *医学研究生学报*, 2006, 19(2):146-148.

(收稿日期:2014-02-07)

(本文编辑:贾津津)