



ISSN 1007-1326

CN 31-1719/R

职业卫生与应急救援

ZHIYE WEISHENG YU YINGJI JIUYUAN

OCCUPATIONAL HEALTH AND EMERGENCY RESCUE

2009年6月 第27卷 第3期 Jun. 2009 Vol. 27 No. 3

上海市安全生产监督管理局主管
上海市化工职业病防治院主办

中国生物医学文献数据库来源期刊
万方数据资源系统数字化期刊群源期刊
中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊
中国期刊全文数据库(CJFD)全文收录期刊
中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)统计源期刊
荣获上海市期刊编校质量检查优秀奖

ISSN 1007-1326



9 771007 132094

中华预防医学会系列杂志

SERIAL JOURNAL OF CHINESE PREVENTIVE MEDICINE ASSOCIATION

职业卫生与应急救援

OCCUPATIONAL HEALTH AND EMERGENCY RESCUE

双月刊 1984年11月创刊 第27卷 第3期 2009年6月26日出版

主管
上海市安全生产监督管理局

主办
上海市化工职业病防治院
200041,上海市成都北路369号

编辑
《职业卫生与应急救援》编辑部
200030,上海市中漕路94号
电话:(021)54894373
传真:(021)54894374
E-mail:zyws@chinajournal.net.cn

主编
胡建屏

编辑部主任
叶孔勤

出版
《职业卫生与应急救援》编辑部
广告经营许可证
3100620050031号

印刷
上海铁路印刷有限公司

发行
《职业卫生与应急救援》编辑部

订购
《职业卫生与应急救援》编辑部

定价
每期6.00元,全年36.00元

中国标准连续出版物号
ISSN 1007-1326
CN 31-1719/R

本刊刊出的所有文章不代表中华预防医学会和本刊编辑部的观点,除非特别声明

本刊现已入编“万方数据-数字化期刊群”和“中国核心期刊(遴选)数据库”,被《中国学术期刊网络出版总库》及CNKI系列数据库收录,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意将文章入编,投稿时敬请说明。

目次

信息动态

- 全国安全生产应急管理工作会议在四川成都召开 (113)
- 关于组织参加全国职业安全健康知识竞赛的通知
[沪安监管协调(2009)70号] (114)
- 上海市参加全国职业安全健康知识竞赛工作方案 (114)
- 全国职业安全健康知识竞赛试题 (115)
- 上海开展迎世博消防安全攻坚高层灭火救援联合演练 (118)
- 全国职业安全健康知识竞赛答题卡 (118)
- 全国紧急避险和救护培训示范基地挂牌成立 (119)
- 泛珠三角区域首开全国应急管理区域合作先河 (119)
- 我国首次派队伍赴俄参加上合组织救灾演练 (120)
- 上海化工区开展受限空间应急救援演练 (120)
- 上海:2009年“安全生产月”活动隆重开幕 (121)

法律法规

- 用人单位职业卫生档案应包括哪些内容 (121)
- 卫生部《关于进一步落实责任 切实做好职业病防治工作的通知》
..... (122)

知识论坛

- 产品安全监管准则
——责任关怀实施准则之三 孙维生,高晓鹏(123)

安全卫生监督

- 正确洗手 预防甲型H1N1流感 (125)
- 如何通过饮食来提高免疫力,远离感冒 (126)

科普知识

- 甲型H1N1流感可防、可控、可治 (封二)

论 著

- 浓硫酸泼溅皮肤应急洗消的研究 王慧飞(127)
- 累积噪声暴露量与噪声性听力损失关系的探讨
..... 王军义,肖全华,夏源,等(131)
- 五省市化工企业职业卫生工作现状调研与分析
..... 谢禾,方锦斌,朱彩菊,等(134)

7

浓硫酸泼溅皮肤应急洗消的研究

王慧飞

摘要:目的 酸泼溅到皮肤后争取时间,选择合适洗消剂冲洗,对后期的治疗和康复影响很大。方法 通过敌腐特灵、碳酸氢钠溶液和水对浓硫酸进行体外和家兔皮肤烧伤洗消研究。结果 不管哪种洗消剂,洗消时伤者都会感到创面温度升高,碳酸氢钠溶液和水冲洗烧伤创面易造成热力学烧伤;碳酸氢钠溶液消耗量最少,创面愈合较慢;水用量最大,平衡 pH 效果最差,且易使皮肤组织脱落,不利于创面愈合;敌腐特灵消耗量是碳酸氢钠溶液的 2 倍,创面温度较低,降温快,对皮肤组织保护作用显著,创面愈合最快,效果最好,但价格较贵。结论 等待时间越长,皮肤烧伤越严重,争取时间比选择合适洗消剂更重要。从洗消综合效果看,敌腐特灵略好于碳酸氢钠溶液,水冲洗不利于创面的愈合。

关键词:洗消;敌腐特灵;酸灼伤;硫酸;皮肤

中图分类号:R135.1;R644 **文献标识码:**A

Emergent Decontaminations of Concentrated Sulfuric Acid Splashed on Skin

WANG Hui-fei

(Department of Fire Engineering, The Chinese People Armed Police Forces Academy,
Langfang, Hebei Province 065000, China)

Abstract: Objective The appropriate decontamination way and use as early as possible play very important role in the improvement of treatment and rehabilitation of skin burning. The different decontamination ways were tested for this purpose. **Methods** Three decontaminants, Diphoterine, water and sodium bicarbonate were tested in vitro and rabbit skin to evaluate the aftereffects of decontamination of concentrated sulfuric acid. **Results** Firstly, the temperature of damaged skin surface increased no matter what kind of decontaminants was used. Secondly, both sodium bicarbonate solution and water rinsing could cause thermo burns easily. The amount of sodium bicarbonate use was least, but the trauma recovered slowly. The amount of water use was largest and water had less efficiency in balancing pH and easily caused the falling-off of the damaged skin, which did not favor healing. Thirdly, the amount of Diphoterine use was two times as the sodium bicarbonate use. The increased temperature of damaged skin surface decreased quickly soon and the trauma recovered mostly fast when Diphoterine was used. It showed effective protection of damaged skin though the cost is high. **Conclusion** The burn is more serious with delaying of washing time. The washing time is primarily important factor. Diphoterine is better choice than sodium bicarbonate, while water does not favor treatment and rehabilitation of trauma.

Key words: Decontamination, Chemical burns, Diphoterine, Sulfuric acid, Skin

1 前言

在生产加工、运输、储存及人们日常生活中,因使用不当,酸性化学液体泼溅到身体上造成化学烧伤事故屡见不鲜。特别是硫酸、硝酸、盐酸、王水等强酸,造成皮肤烧伤,可引起局部皮肤疼痛及组织凝固性坏死,如不及时处置会造成终生残疾,甚至威胁生命安全^[1,2]。有研究表明,烧伤早期创面处理是否得当直接关系到患者的病情和创面的愈合。硫酸烧伤后早期用大量水冲洗处理能有效减轻创面烧伤深度的观点较为普遍,但大量水冲洗会由于浓酸的稀释放热反而造成更大的伤害^[3,4]。应当有更多的实验研究注重于硫酸烧伤后早期冲水和应用中和剂的研究^[5]。选择一种快速有效的处

理方法,减轻酸对机体的损伤,为烧伤的进一步治疗和康复创造更加有利的条件,就显得尤为重要。

本文通过对三种洗消剂冲洗浓硫酸烧伤皮肤的效果进行研究,分析了稀释、中和与螯合三种不同洗消原理洗消剂的特点,从而为事故现场人员快速处理皮肤酸烧伤提供一个良好的处置方法。

2 材料与方法

2.1 实验材料

碳酸氢钠溶液,浓度:50 g/L,实验室配制;

敌腐特灵(Diphoterine),法国普利沃公司生产,pH值 6.69;

浓硫酸,天津市化学试剂三厂生产;

健康家兔,雌雄不分,体重(1.5 ± 0.2)kg,市售。

2.2 实验方法

2.2.1 体外浓硫酸的洗消

基金项目:国家科技支撑计划项目资助(2006BAK08B02)

作者单位:中国人民武装警察部队学院消防工程系,河北 廊坊 065000

作者简介:王慧飞(1975-),男,硕士,讲师,主要从事核生化消防的侦检、防护、洗消等救援方面的教学和研究。

分别准确量取三组 1 ml 95%硫酸放入不同烧杯中,用敌腐特灵、碳酸氢钠溶液和水三种不同的洗消溶液以同一速度分别冲洗对应烧杯中的硫酸,记录 pH 值变化,同时用红外测温仪监测体系温度的变化。

2.2.2 浓硫酸烧伤皮肤的洗消

家兔试验前用 8%Na₂S 脱毛剂在背部去毛约 2 cm × 2 cm 备用。用镊子将大小为 1 cm × 1 cm 浸泡过 95%硫酸溶液的硫酸纸贴到家兔背部裸露的皮肤上 5 s,对其造成烧伤,等待一段时间后用不同的洗消液以同一速度对烧伤皮肤进行冲洗,直至皮肤表面 pH 值达到正常(皮肤正常 pH 值为 6.0 ~ 6.5)为止,测量洗消液的用量,用红外测温仪记录温度的变化;创面冲洗后,自然愈合。饲养环境每天用“84 消毒液”消毒 1 次,以预防烧伤感染的发生。烧伤后每天观察创面愈合情况,并用数码相机记录洗消剂冲洗前后不同时期创面皮肤的变化。

3 结果与讨论

3.1 体外浓硫酸洗消结果与分析

3.1.1 洗消剂用量与 pH 变化

在室温条件下,水、敌腐特灵、碳酸氢钠溶液对 1 ml 95%硫酸进行冲洗至 pH 值到 6.5。结果如图 1 所示。

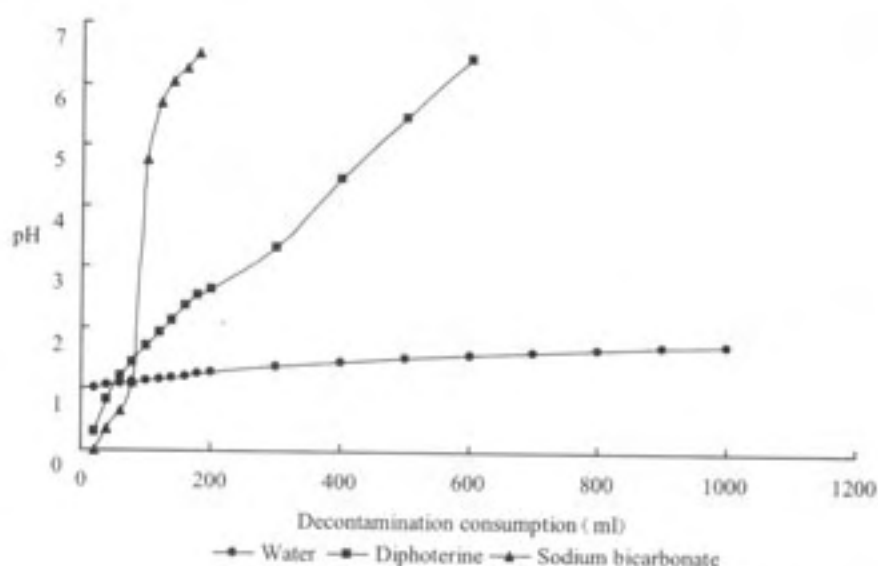


图 1 不同洗消剂对 95%硫酸洗消时的 pH 值变化曲线

结果表明,碳酸氢钠溶液与硫酸中和,pH 值迅速上升到 6.0 ~ 6.5,反应最快。水通过简单的稀释作用,降低 H⁺浓度,提高 pH 值,显然这一过程是缓慢并需要大量的水,因此,当水用了 1000 ml 时体系的 pH 值仍在 1.75 左右。敌腐特灵是一种两性的螯合分子,能结合 H⁺和 HO⁻离子,它不是通过发生化学意义上的中和反应来完成这一过程的^[6]。敌腐特灵通过与体系中 H⁺螯合,起到了中和酸的作用,500 ml 的用量是碳酸氢钠溶液用量的一倍多,这对浓硫酸也起到了一定的稀释作用。

3.1.2 洗消剂冲洗时体系温度变化 见图 2

浓硫酸中,大量 H₂SO₄以分子状态存在,遇水稀释时,一方面发生离子化,产生 H⁺离子,另一方面与水结合生成水合硫酸,这是一个化学变化,释放大量的热量(88 千焦/摩尔)^[8]。实验过程中,在用洗消剂对 1 ml

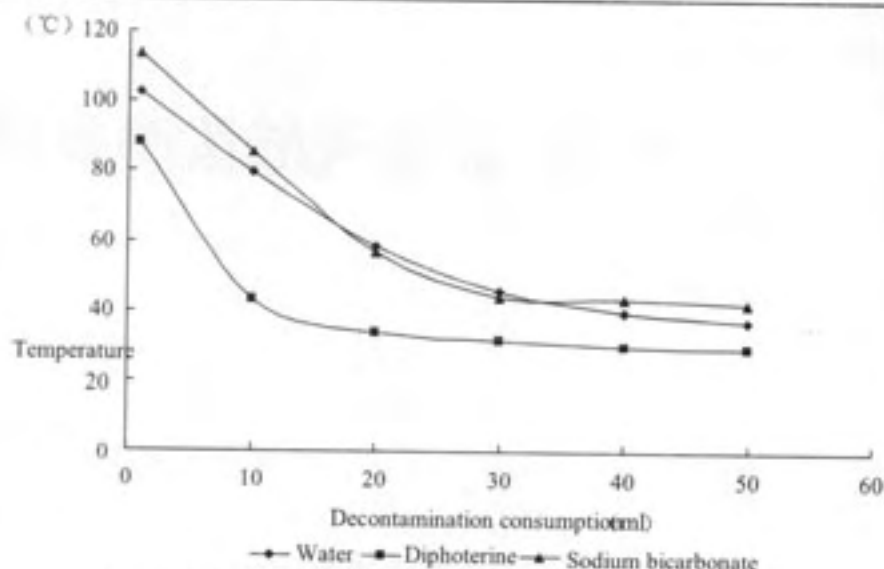


图 2 不同洗消剂对 95%硫酸洗消时的温度变化曲线

95%的硫酸进行冲洗时,体系在 3 s 之内温度就达到了最高,随后温度下降。由图 2 可以看出,碳酸氢钠溶液冲洗时最高温度达到 113.8 °C,水冲洗时,最高温度达到了 102.8 °C,用敌腐特灵冲洗,虽然较前两者温度低,但也升高到了 88.3 °C。这一温度,都会对皮肤造成热灼伤。随着不断的冲洗,温度下降,敌腐特灵使体系温度降低的速度最快。当消耗 10 ml 时,体系的温度就降到了 43 °C,而下降到相同温度,碳酸氢钠溶液和水需要 4 倍敌腐特灵的量。从理论上讲,只要使皮肤的温度超过热阈值 43 °C,就可能对皮肤产生损伤^[2]。因此,考虑到热力学烧伤,在对硫酸洗消的过程中应以冲洗的方式,尽快把热量带走。

3.2 浓硫酸烧伤皮肤洗消效果与分析

从三种洗消剂对浓硫酸冲洗效果看,碳酸氢钠溶液中中和的速度最快,而敌腐特灵对降低体系温度有利。但是皮肤是含有蛋白质、水和少量脂肪等有机成分的组织,与模拟试验有较大的区别。当浓硫酸泼溅到皮肤上时,它的酸性和氧化性可腐蚀氧化皮肤组织,脱水性使皮肤组织中的氢和氧以 2:1 的比例脱除,皮肤组织碳化,脱除的氢和氧与硫酸水合,上面提到这是一个放热过程。皮肤中胶原蛋白占皮肤总重的 70%左右,当环境 pH 低于中性时,胶原的变性温度为 40 ~ 41 °C,当环境 pH 为酸性时,胶原的变性温度为 38 ~ 39 °C。因而,温度达到 47 °C,皮肤就有疼痛感,55 °C 时,超过 3 s 就会造成皮肤损伤。随着皮肤温度的升高就会使蛋白质变性,组织坏死^[2]。因此浓硫酸泼溅到皮肤表面上不仅造成皮肤化学灼伤,还造成热力学灼伤。及时有效地冲洗,减轻酸对皮肤的伤害,保护皮肤组织和功能,为后期治疗创造条件是至关重要的。

3.2.1 三种洗消剂洗消效果对比分析 见表 1,图 3、4、5

表 1 洗消剂洗消用量和创面最高温度

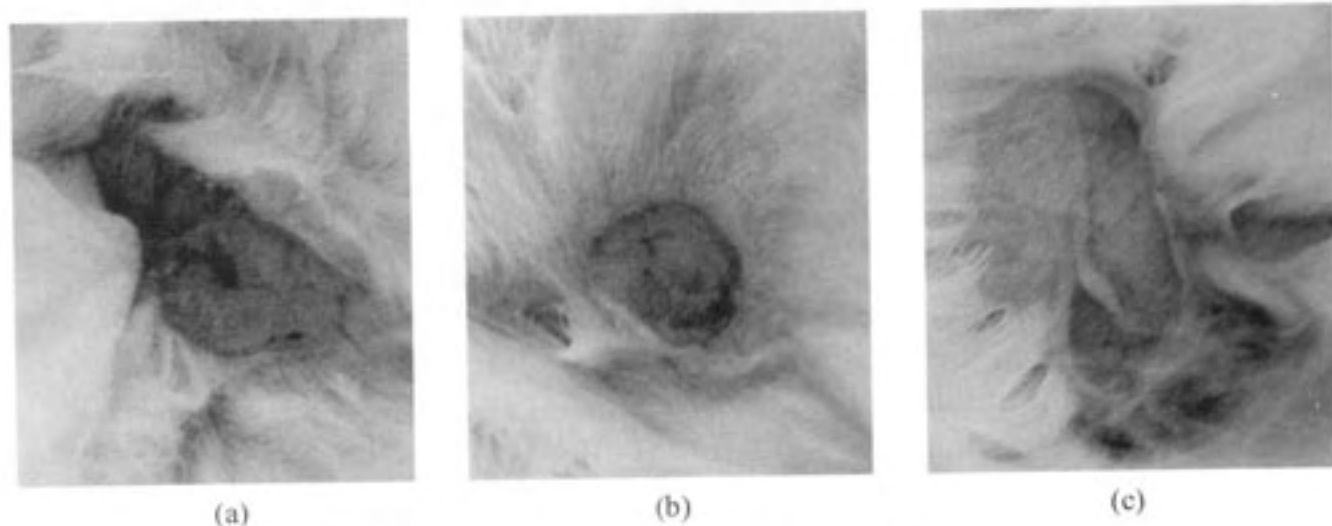
洗消剂名称	用量(ml)	皮肤创面最高温度(°C)
碳酸氢钠溶液	34.5	68.3
敌腐特灵	57.5	40.4
水	150.0	51.2

家兔皮肤遭浓硫酸烧伤时皮肤的温度迅速上升,

冲洗前,最高温度达到了44.5℃。30s后用三种洗消液对皮肤进行冲洗。由表1看出,碳酸氢钠溶液冲洗时皮肤温度上升到68.3℃,水冲洗时皮肤温度也上升到51.2℃,这样的温度对皮肤易造成热力学烧伤。敌腐特灵冲洗皮肤时温度有所下降,虽依然较高,但这对皮肤保护和酸烧伤的治疗具有积极的意义。在洗消液的消耗量上,碳酸氢钠溶液和敌腐特灵的消耗量与模拟

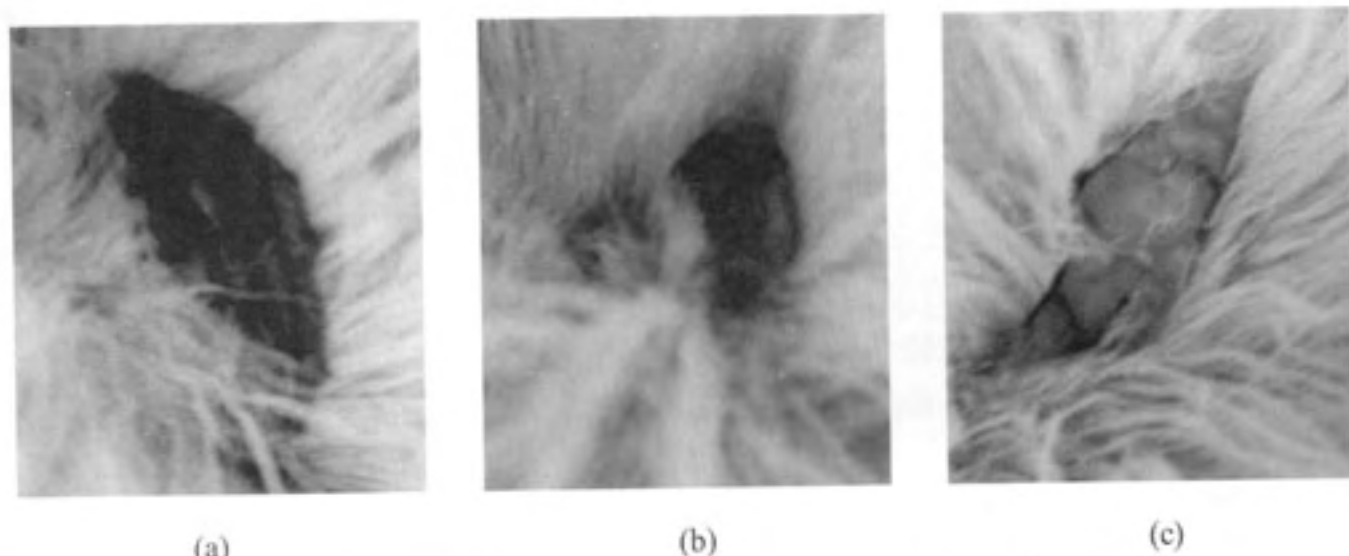
实验时消耗量的比例基本相同,水冲洗用量最大。

家兔皮肤被硫酸烧伤后,皮肤创面苍白,有明显的碳化痕迹。从图3可以看出,烧伤皮肤用碳酸氢钠溶液冲洗后,烧伤现象有所减轻,但烧伤痕迹依然明显。用敌腐特灵冲洗后创面碳化痕迹基本消除,创面无进一步损伤现象。用清水直接冲洗创面,碳化痕迹有所减轻,皮肤出现脱落现象。



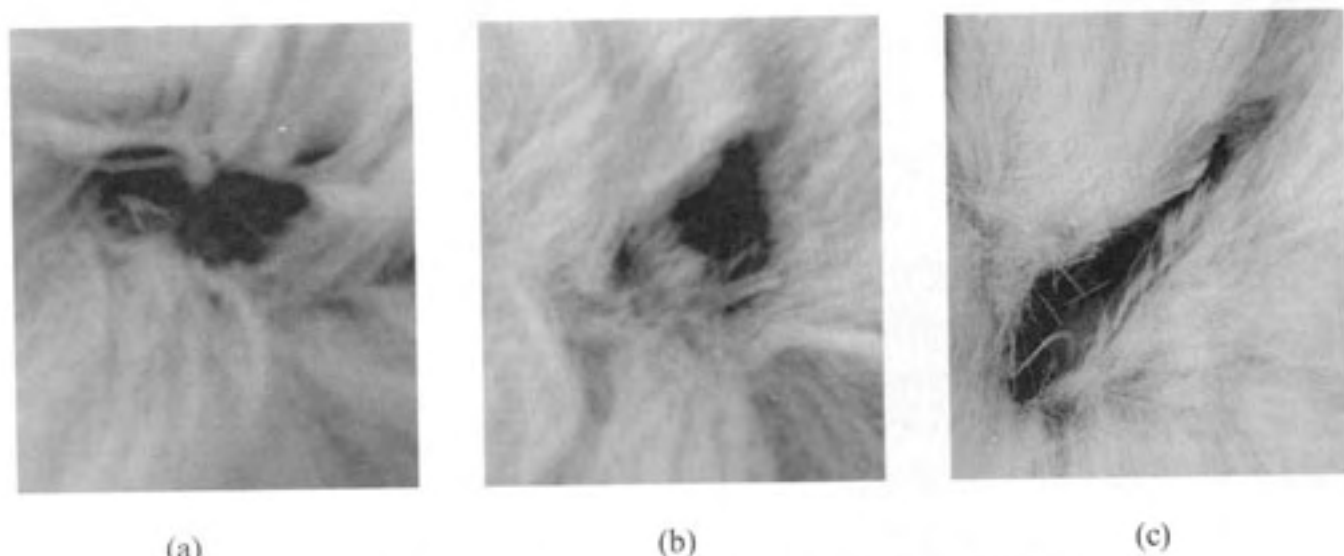
(a)碳酸氢钠冲洗后的皮肤, (b)敌腐特灵冲洗后的皮肤, (c)水冲洗后的皮肤

图3 硫酸烧伤后待30s洗消后的家兔皮肤



(a)碳酸氢钠冲洗后的皮肤, (b)敌腐特灵冲洗后的皮肤, (c)水冲洗后的皮肤

图4 洗消后一天的家兔皮肤



(a)碳酸氢钠冲洗后的皮肤, (b)敌腐特灵冲洗后的皮肤, (c)水冲洗后的皮肤

图5 洗消后一周的家兔皮肤

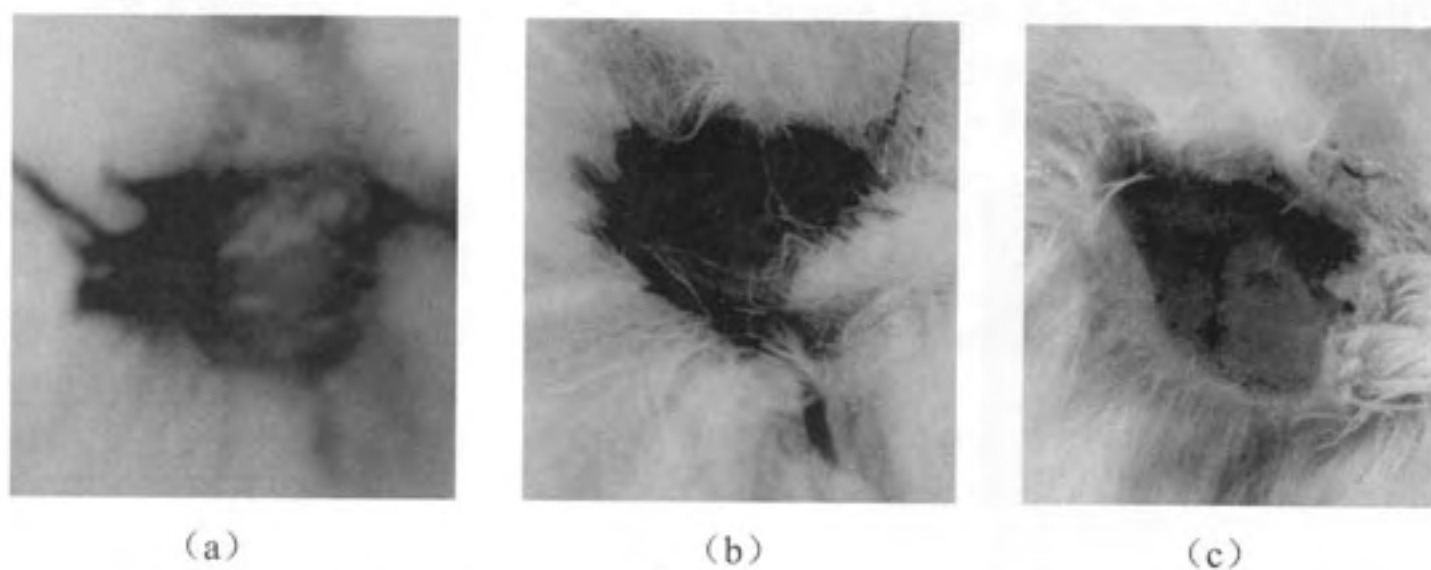
洗消后,家兔皮肤没有进行任何处理,让烧伤皮肤自然愈合。图4是洗消一天后家兔皮肤创面照片,经碳酸氢钠冲洗的创面呈潮红色,可能冲洗时由于温度过高皮肤发生了热灼伤,导致创面组织遭到进一步破坏。经敌腐特灵冲洗的皮肤表面干燥,有血色,这可能是敌

腐特灵冲洗时皮肤温度较低,除了较好地中和了皮肤表面的硫酸外,由于它具有高渗透性^[7],可以渗透到皮肤组织深处中和进入皮肤深层的硫酸,使皮肤组织结构和功能保持较好。经水洗消的创面一天后形成白色痂皮附在创伤表面,皮肤组织结构遭到较大创伤。

图5是洗消一周后的皮肤状况,经碳酸氢钠溶液冲洗的皮肤生出少量绒毛,说明碳酸氢钠中和作用起到了一定的效果。经敌腐特灵冲洗后,整个创面皮肤都生长了新的绒毛,说明敌腐特灵对组织起到了有效的

保护作用,皮肤功能恢复很快。水冲洗的皮肤依然有较大的痂皮,创面未见新生绒毛,说明用水冲洗硫酸烧伤皮肤效果有限,不利于创面皮肤组织的后期愈合。

3.2.2 等待时间对皮肤烧伤洗消效果的影响 见图6



(a)待30 s洗消前, (b)待2 min洗消前, (c)待2 min洗消后

图6 洗消后一周的家兔皮肤

在2 h内,浓硫酸对皮肤烧伤作用随时间延长,烧伤程度不断加深^[9]。硫酸残留在皮肤上,对皮肤有持续性伤害作用,导致烧伤进一步加深,因此应当尽早清除残留在创面上的硫酸^[10]。从图6(a)与(b)的比较中也可看出,烧伤后待2 min的皮肤较待30 s的皮肤烧伤程度明显加深,碳化痕迹更明显,出现较厚的白色痂皮。说明随着时间的延长,酸的烧伤加重,造成皮肤脱水、碳化,组织遭到破坏。酸酐不断渗入皮肤内部,对皮肤深处进一步腐蚀,使创伤加重^[7]。因此在酸烧伤后尽快洗消,减小酸对皮肤损伤,对皮肤后期进一步处理和治疗的非常必要的。

硫酸烧伤创面在早期极短时间内即可形成,这就强调了早期处理的重要性,能否在最短时间内清除硫酸是硫酸烧伤早期救治的关键问题。从图3(b)和图6(c)对比中看出,皮肤被浓硫酸烧伤后,待2 min使用敌腐特灵洗消冲洗,由于酸的作用使皮肤蛋白质发生凝固变性,组织结构破坏,形成痂皮结构,洗消液只能对创伤表面冲洗,很难进入创伤组织内部,影响了洗消效果,因而洗消后创面仍有部分碳化痕迹,白色痂皮也较厚。所以当浓硫酸泼溅到皮肤上后,争取时间比去寻找合适的洗消剂更为重要^[11]。不论何种洗消剂,如果洗消不及时,洗消效果会大打折扣,不利于烧伤创面愈合和功能恢复。

4 结论

浓硫酸与皮肤作用的时间越长,烧伤越严重。不管使用哪种类型的洗消剂,都应争取时间,尽快冲洗创面,洗消越及时,效果越显著。洗消时伤者都会感觉到温度的升高。使用碳酸氢钠溶液和水冲洗时,皮肤温度过高而易造成热力学烧伤。使用敌腐特灵洗消对皮肤组织保护作用显著,冲洗时温度低,烧伤创面愈合较快,效果好,但价格较贵,使用量也较大,大规模应用困

难。使用碳酸氢钠溶液洗消时用量最少,中和pH能力最强,价格便宜,容易获得,但洗消后,创面愈合较慢。水只能冲洗皮肤表面的硫酸,平衡pH能力最差,而且易造成皮肤组织脱落,对冲洗后的创面愈合很不利。因此,在条件许可情况下尽可能选择效果较好的洗消剂和洗消方法进行快速洗消。

参考文献:

- [1] 刘根立,宋立存,葛长青. 烧烫伤救治与康复[M]. 北京:人民军医出版社, 2007: 86-88.
- [2] 李绪焜,松果栋,张新力. 实用烧伤外科学[M]. 济南:山东大学出版社, 2006: 91-102.
- [3] Eileen B. Segal. First aid for skin/eye decontamination: Are the present practices effective [J]. Journal of Chemical Health and Safety, 2007,14: 16-22.
- [4] 徐俊赐,黄颖江,陈奇鸣. 硫酸烧伤42例分析 [J]. 中华烧伤杂志, 2000, 16(1): 18.
- [5] Flammiger A, Maibach H. Sulfuric acid burns (corrosion and acute irritation): evidence-base do verview to management [J]. Cutan ocul Toxicol, 2006, 25(1): 55-61.
- [6] Laurence M, Francois B, Joell BT. Comparative evaluation of the active eye and skin chemical splash decontamination solutions Diphoterine and Hexafluorine with water and other rinsing solutions: Effects on burn severity and healing [J]. Journal of Chemical Health and Safety, 2007, 14: 32-39.
- [7] Hall AH, Blomet J, Mathieu L. Diphoterine for emergent eye/skin chemical splash decontamination: A review [J]. Veterinary and Human Toxicology, 2002, 44: 228-231.
- [8] 甘传伟,杨俊芝. 86例硫酸烧伤治疗分析 [J]. 中国工业医学杂志, 1997, 10(4): 227-228.
- [9] 高兴新. 硫酸烧伤后创面演变及早期处理方法的基础研究 [D]. 南宁:广西医科大学, 2008:21-23.
- [10] Ricketts S, Kimble FW. Chemical injuries: the Tasmanian Burns Unit Experience [J]. Journal of Surgery, 2003, 73 (9): 770-771.
- [11] 徐锦堂. 眼烧伤基础理论与临床[M]. 广州:暨南大学出版社, 2007: 69-70.

(收稿日期:2009-01-19;修回日期:2009-03-27)