

DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2014.11.010

· 论 著 ·

## 碱性电解水用于医疗器械清洗效果的研究

李新武<sup>1</sup>, 张青<sup>2</sup>, 王志<sup>3</sup>, 赵斌秀<sup>1</sup>, 李炎<sup>1</sup>, 孙惠惠<sup>1</sup>, 班海群<sup>1</sup>

(1 中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京 100021; 2 北京协和医院, 北京 100005; 3 北京创新世纪生化科技发展有限公司, 北京 100101)

**[摘要]** **目的** 研究碱性电解水用于医疗器械的清洗效果及其对金属的腐蚀性。**方法** 采用碱性水加超声波的方法对实体光滑、实体带齿和管腔类医疗器械进行清洗, 并将其清洗效果与常规方法、碱性水不加超声波方法和对照组进行比较; 同时对碱性水浸泡金属的腐蚀性进行试验。**结果** 实体光滑、实体带齿和管腔类器械清洗效果, 4 组方法间比较, 差异均具有统计学意义( $F$  值分别为 10.868、14.268 和 6.146, 均  $P < 0.05$ )。实体光滑类器械, 碱性电解水加超声波组和未加超声波组的清洗效果好于常规方法组, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.005$ ); 实体带齿类器械, 碱性电解水加超声波组的清洗效果好于常规方法组和碱性电解水未加超声波组, 差异具有统计学意义(均  $P < 0.001$ ); 管腔类器械, 碱性电解水加超声波组、碱性电解水未加超声波组以及常规清洗方法组 3 组清洗效果, 两两比较, 差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。碱性电解水对不锈钢和铜基本无腐蚀性。**结论** 碱性电解水对实体光滑和实体带齿类医疗器械的清洗效果优于常规清洗方法, 若加超声波处理, 效果更佳。

**[关键词]** 碱性电解水; 超声波; 清洗; 医疗器械; 金属; 腐蚀性; 消毒供应中心

**[中图分类号]** R187 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9638(2014)11-0677-04

## Effectiveness of alkaline electrolyzed water in cleaning medical instruments

LI Xin-wu<sup>1</sup>, ZHANG Qing<sup>2</sup>, WANG Zhi<sup>3</sup>, ZHAO Bin-xiu<sup>1</sup>, LI Yan<sup>1</sup>, SUN Hui-hui<sup>1</sup>, BAN Hai-qun<sup>1</sup> (1 Institute of Environment Health and Product Safety, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China; 2 Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100005; 3 Beijing Innovation Century Biotechnology Development Co., LTD, Beijing 100101)

**[Abstract]** **Objective** To study the effectiveness of alkaline electrolyzed water (AEW) in the cleaning of medical instruments and its corrosive effect on metal. **Methods** Medical instruments of solid smooth, solid with gear or tube were cleaned with AEW adding ultrasonic washing, cleaning efficacy were compared with conventional method, AEW without pulsing ultrasonic washing and control group, corrosive effect of AEW on metal immersed in AEW was tested. **Results** Cleaning efficacy of solid smooth, solid with gear or tube instruments were significantly different among four groups ( $F = 10.868, 14.268, 6.146$ , respectively, all  $P < 0.05$ ). For solid smooth instruments, cleaning with AEW adding ultrasonic and cleaning without ultrasonic had a better effect than conventional cleaning (both  $P < 0.005$ ); For solid with gear instruments, AEW adding ultrasonic cleaning obviously had a better effect than conventional cleaning and AEW without ultrasonic cleaning (both  $P < 0.001$ ); For tube instruments, cleaning efficacy of three cleaning methods were not significantly different (all  $P > 0.05$ ). AEW had no corrosive effect on stainless steel and copper. **Conclusion** The cleaning efficacy of AEW on solid smooth, solid with gear instruments is superior to conventional cleaning method, and can achieve better effectiveness if ultrasonic cleaning is added.

**[Key words]** alkaline electrolyzed water; ultrasonic wave; cleaning; medical instrument; metal; corrosion; central sterile supply department

[Chin Infect Control, 2014, 13(11): 677-680]

[收稿日期] 2014-08-20

[作者简介] 李新武(1954-), 男(汉族), 北京市人, 主任技师, 主要从事消毒灭菌研究。

[通信作者] 李新武 E-mail: lxwccd@sina.com

酸性氧化电位水生成器正极产生的酸性氧化电位水已在医疗卫生、食品加工、餐饮服务、农业、畜牧业等领域得到广泛应用<sup>[1-3]</sup>。但同时,在生成器负极伴随产生的碱性电解水(以下简称碱性水)的应用在国内尚未见报道,很多用户未加以利用。国外碱性水用于医疗器械的清洗也鲜为报道。为此,本研究组对碱性水用于医疗器械的清洗效果进行了研究,现将结果报告如下。

## 1 材料与方 法

1.1 试验材料 BRANSON 8510 型超声波清洗机;含酶清洁剂:美国 3M 公司生产,按厂家使用说明提供的方 法使用;酸性氧化电位水生成器:北京洲际资源环保科技有限公司制造,其负极产生的碱性水 pH 值为 11.62~11.66,ORP 值 -830.0~-851.2,有效氯浓度为 0.32~0.37 mg/L;ATP(三磷酸腺苷)检测仪:英国 Bio-Tech,BT-112D 型及其配套检测试剂。

1.2 试验对象 清洗器械样本:北京某医院外科手术后的医用剪刀、弯形止血钳、阴道冲洗器各 120 件,分别作为实体光滑、实体带齿和管腔类器械的代表。使用过的手术器械送消毒供应室后随机分为对照组、常规方法组、碱性水加超声组和碱性水未加超声组,每组 30 件,然后进行清洗采样。

### 1.3 方 法

1.3.1 常规清洗方法 (1)先将污染器械置于流动水下冲洗,初步去除污染物,其中阴道冲洗器用压力水枪冲洗管腔内,使管腔通畅。(2)将初步处理过的器械置于配好的含酶清洗剂使用液中浸泡 2 min,再在含酶清洁剂使用液中超声波处理 5 min,然后取出器械,在流水冲洗状态下,用刷子刷洗:先刷洗器械表面,再打开轴节处,刷洗齿缝及关节处,最后用流动水冲洗干净,其中阴道冲洗器管腔内用压力水枪冲洗。(3)用纯化水进行终末漂洗。将器械取出后直接采样进行 ATP 检测。

1.3.2 碱性水加超声波清洗方法 (1)初步去污染,方法同 1.3.1 中(1)。(2)将初步处理后的器械放入碱性水容器中流动浸泡 2 min,再在碱性水中超声波处理 5 min,用刷子刷洗,先刷洗器械表面,再打开轴节处刷洗齿缝及关节处;用流动水冲洗,管腔内用压力水枪冲洗。(3)用纯化水进行终末漂洗。将器械取出后直接采样进行 ATP 检测。

1.3.3 碱性水不加超声波清洗方法 除将 1.3.2 第 2 步中的“在碱性水中超声波处理 5 min”改为“在碱性水中浸泡 5 min,不作超声波处理”,其余步骤同 1.3.2。

1.3.4 阳性对照组 使用后未清洗的器械直接采样,进行 ATP 检测。

1.4 ATP 检测采样方法 使用检测试剂盒专用棉签采样。医用剪刀:在单侧咬合面往返涂抹 8 次;弯形止血钳:在齿痕部及双侧咬合面各往返涂抹 8 次;阴道冲洗器:在外部弯头部分和腔内 5 cm 处各往返涂抹 8 次。采样后立即在 ATP 检测仪上测定其相对发光值(RLU),具体检测方法按厂家说明书进行,ATP 的 RLU 表示各类器械的清洗效果。

1.5 金属腐蚀性试验方法 碱性水对不锈钢、碳钢、铜和铝的腐蚀性试验采用浸泡试验的方法,具体操作方法见《消毒技术规范》<sup>[4]</sup>。

1.6 统计方法 应用统计分析软件 SPSS 11.5 进行统计分析。由于原始数据均不符合正态分布,因此统计描述采用中位数和四分位数。将数据进行  $\lg(\text{RLU} + 1)$  转换,转换后数据符合正态分布,4 组间的比较采用单因素方差分析(One-way ANOVA)。因转换后数据方差不齐,因此四组间的两两比较采用 Dunnett T3 法。

## 2 结 果

2.1 实体光滑器械的清洗效果 医用剪刀清洗效果,4 组间比较,差异具有统计学意义( $F = 10.868, P < 0.001$ );碱性水加超声波组与碱性水未加超声波组的清洗效果比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );碱性水加超声波组和未加超声波组的清洗效果好于常规方法组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.005$ )。说明对于医用剪刀类光滑表面的实体器械,碱性水加超声波清洗和未加超声波清洗方法的清洗效果基本相同,但前两组的清洗效果好于常规清洗方法。见表 1。

2.2 实体带齿器械的清洗效果 弯型止血钳清洗效果,4 组间比较,差异有统计学意义( $F = 14.268, P < 0.001$ )。碱性水加超声波组的清洗效果好于常规方法组和碱性水未加超声波组,差异具有统计学意义(均  $P < 0.001$ );碱性水未加超声波组与常规清洗方法组的清洗效果差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。说明对于带齿器械,碱性水加超声波清洗方法的

清洗效果好于常规方法和碱性水不加超声波清洗方法,而后两者的清洗效果基本相同。见表 2。

**表 1** 各组医用剪刀 ATP RLU 及 lg(RLU + 1)值

**Table 1** ATP (RLU) and lg((RLU + 1) values of medical scissors after cleaning by different methods

组别	样本数	ATP RLU		lg(RLU + 1)( $\bar{x} \pm s$ )
		中位数	四分位数	
常规方法组	30	1 719.0	748.5~3 214.8	3.31 ± 0.56
碱性水加超声波组	30	325.5	58.5~757.3	2.33 ± 0.99
碱性水未加超声波组	30	299.0	117.0~1 368.8	2.57 ± 0.89
对照组	30	6 871.0	342.3~53 029.5	3.71 ± 1.56

**表 2** 各组弯型止血钳 ATP RLU 及 lg(RLU + 1)值

**Table 2** ATP (RLU) and lg(RLU + 1) values of curved hemostats after cleaning by different methods

组别	样本数	ATP RLU		lg(RLU + 1)( $\bar{x} \pm s$ )
		中位数	四分位数	
常规方法组	30	1 009.5	351.8~2 711.0	3.00 ± 0.57
碱性水加超声波组	30	107.5	8.0~311.5	1.96 ± 1.03
碱性水未加超声波组	30	1 014.5	397.8~3 194.3	3.05 ± 0.63
对照组	30	5 227.0	1 373.3~20 046.5	3.50 ± 1.34

**2.3 管腔类器械的清洗效果** 阴道冲洗器清洗效果,4 组间比较,差异有统计学意义( $F = 6.146, P = 0.001$ )。碱性水加超声波组、碱性水未加超声波组以及常规方法组 3 组清洗效果,两两比较,差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),表明对于管腔类器材,3 种清洗方法的效果基本相同。见表 3。

**表 3** 各组阴道冲洗器 ATP RLU 及 lg(RLU + 1)值

**Table 3** ATP (RLU) and lg((RLU + 1) values of vaginal syringes after cleaning by different methods

组别	样本数	ATP RLU		lg(RLU + 1)( $\bar{x} \pm s$ )
		中位数	四分位数	
常规方法组	30	3 222.5	974.0~33 118.0	3.68 ± 0.75
碱性水加超声波组	30	4 582.5	1 918.8~7 420.0	3.65 ± 0.46
碱性水未加超声波组	30	9 403.5	2 302.3~20 495.3	3.90 ± 0.58
对照组	30	27 328.5	6 551.0~337 897.5	4.40 ± 1.13

**2.4 碱性水对金属的腐蚀性** 对 4 种金属腐蚀性试验证明,碱性水对不锈钢和铜基本无腐蚀,对碳钢有轻度腐蚀,对铝有重度腐蚀。见表 4。

**表 4** 碱性水对 4 种金属的腐蚀性

**Table 4** The corrosive effect of AEW on four kinds of metal

金属种类	平均腐蚀速率	结果判定
不锈钢	0.0007	基本无腐蚀
碳钢	0.0517	轻度腐蚀
铜	0.0011	基本无腐蚀
铝	2.8513	重度腐蚀
对照	0.0004	-

### 3 讨论

医疗器械的清洗是消毒供应中心的重要工作之一,目前三级甲等医院主要以机器清洗为主,约占 70%,手工清洗为辅,约 30%;而二级甲等及以下等级医院主要以手工清洗为主,使用的清洁剂多为含酶清洁剂,其中含有大量的表面活性剂,且成本较高。WS310.2-2009 医院消毒供应中心第 2 部分清洗消毒机灭菌技术操作规范中规定“使用的清洁剂应每次更换”<sup>[5]</sup>。所以,清洁剂的使用量较大,每次使用后排入污水系统,可造成对环境的污染。而已安装酸性氧化电位水装置的医院消毒供应中心,仅用酸性氧化电位水消毒,对碱性水的特性和清洗去污功能不甚了解,故未加以利用,造成浪费。因此,研究碱性水的特性,合理利用碱性水,是迫切需要解决的问题。

酸性氧化电位水生成器在正极产生酸性氧化电位水的同时,在负极伴随产生等量的碱性水<sup>[6]</sup>,其主要成分为较低浓度的氢氧化钠,pH 值在 11 以上,性质与稀释的氢氧化钠相同。低浓度的氢氧化钠溶液可与油脂、蛋白等有机物发生皂化反应,生成可溶性的脂肪酸钠和醇,使器械上的污物被剥离、溶解,达到清洗去污的目的。菊地憲次等研究表明,碱性水中的氢离子( $H^+$ )在清洗中也发挥着重要作用,它可以插入到器械和污物之间,两个  $H^+$  可以结合成氢气( $H_2$ ),随着氢气在水中产生气泡上浮,可将污物从器械上剥离下来<sup>[7]</sup>。在日本,有医院将其用于洗手去污、内镜或血透机消毒前的清洗及餐饮具的清洗处理<sup>[8-11]</sup>,但其用于医疗器械的清洗鲜有报道。本研究结果证明,碱性水对各类型医疗器械的清洗具有较好的效果,且优于使用含酶清洁剂的常规清洗方法,若增加超声波处理,碱性水的清洗去污效果会更好;对不锈钢和铜基本无腐蚀作用,对环境污染小,使用成本低,故完全可用于医疗器械的清洗去污。

本研究组仅对碱性水用于手术器械的清洗效果进行研究,其他管腔类器械,如消化内镜等的清洗效果有待进一步研究。

[参考文献]

[1] 櫻井幸弘,阿相惠美子,佐藤绢子,等. アクア酸化水用い簡便,強力,迅速内视镜消毒法[J]. 消化器内视镜,1995,7:6-9.

[2] Tanaka H, Hirakata Y, Kaku M, et al. Antimicrobial activity of superoxidized water[J]. J Hosp Infect, 1996, 34(1):43-49.

[3] 李新武. 酸性氧化电位水研究及在医疗领域应用进展[J]. 中华护理学杂志, 2008, 8(4):12-17.

[4] 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范[S]. 北京, 2002.

[5] 中华人民共和国卫生部. 医院消毒供应中心 WS310. 2-2009 [S]. 北京, 2009.

[6] 中华人民共和国卫生部. 酸性氧化电位水生成器安全与卫生标

准 GB28234-2011 [S]. 北京, 2011.

[7] 菊地憲次. 手洗いにおけるアルカリ性電解水の洗浄能力とその化学的因子[R]. 電解水評価委員会平成 17 年度報告書, 2006:14-17.

[8] 山本昌则, 沟内文子, 藤泽达也, 等. 组合使用强碱性电解水和强酸性电解水的卫生洗手效果[J]. 中国护理管理, 2008, 8(4):18-19.

[9] 堀田国元, 郭永明. 酸性电解水的基础、应用及发展动向[J]. 中国护理管理, 2008, 8(4):7-11.

[10] 川田勝大. 手洗いに新提案 ノンタッチ自動電解水手洗いシステム[J]. 食品工場長, 2009, 2:8.

[11] 田仲纪阳, 郭永明. 强酸性电解水在清洗消毒透析机方面的应用[J]. 中国护理管理, 2008, 8(4):23-24.

(本文编辑:左双燕)

(上接第 661 页)

[参考文献]

[1] 林萍, 李延年, 张文浩. 1856 例住院患者医院感染现患率调查与分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2011, 21(23):4964-4965.

[2] 周春莲, 陈惠清, 冯国双. 某三级医院感染趋势分析[J]. 中国感染控制杂志, 2014, 13(2):74-76.

[3] 何红燕, 林伟青, 黄雪琴, 等. 手污染的控制与医院感染的预防[J]. 中华医院感染学杂志, 2008, 18(10):1407-1409.

[4] 王作艳, 陈峰英. 开展手卫生在职教育强化医务人员手卫生意识[J]. 中国感染控制杂志, 2013, 12(1):74-75.

[5] 姜焯华, 骆莹瑛, 张一超, 等. 基层医务人员手卫生依从性调查

[J]. 浙江预防医学, 2010, 22(6):55-56.

[6] 刘小丽, 梁建生, 许慧琼, 等. 手卫生促进活动的实施及效果评价[J]. 中国感染控制杂志, 2014, 13(5):291-295.

[7] CDC. CDC guideline for hand hygiene in healthcare[S]. Atlanta:Centers for Disease Control and Prevention, 2002.

[8] Institute for healthcare improvement. Central bundle[EB/OL]. (2010-04-16)[2014-05]. Http://www. Ihi. Org/Ihi.

[9] 吴安华, 李丹. 重症监护病房临床与环境、手分离耐药革兰阴性杆菌的同源性研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2008, 18(7):909-912.

(本文编辑:左双燕)