

DOI:10.13350/j.cjpb.220916

• 实验研究 •

## 一种稳定型绿色消毒剂抗菌作用的研究\*

高秀伟<sup>1</sup>,姜红<sup>1</sup>,任孝敏<sup>1</sup>,张玉娜<sup>1</sup>,姚安燕<sup>1</sup>,郑红霞<sup>1</sup>,王京燕<sup>1</sup>,高秀岩<sup>1\*\*</sup>,姜国胜<sup>1\*\*</sup>,高英娇<sup>2</sup>,胡艳秋<sup>2</sup>

(1. 山东隽秀生物科技股份有限公司,山东烟台 264006;2. 山东诺信检测有限公司)

**【摘要】** 目的 分析一种稳定型绿色消毒剂的抗菌作用。方法 通过 54 °C 加速对比实验测定微酸性氧化电位水有效氯的残存情况,分析确定最优的稳定剂及用量。对优化后的消毒剂通过稳定性加速试验进行理化性能评价,测定其有效氯的含量、pH 值和氧化还原电位。按照消毒技术规范要求,采用空气杀毒效果试验、悬液定量杀菌实验观察消毒剂进行空气消毒、大肠埃希菌、副溶血性弧菌和白色念珠菌杀灭效果。按照消毒剂规范要求进行其皮肤刺激性实验。结果 添加稳定剂的消毒剂能通过稳定性加速试验,有效氯含量下降率 < 10%, pH 值和 ORP 无显著变化,贮藏有效期保持 1 年以上。该消毒剂可以同时杀灭大肠埃希菌、副溶血性弧菌和白色念珠菌 3 种指标菌。对健康成年家兔皮肤的皮肤刺激指数为 0,其刺激强度级别可判为无刺激性。结论 该稳定型消毒剂对多种致病菌具有较好的杀菌效果,且具有长期稳定性,属实际无毒物质,对皮肤无刺激性,是一种安全有效的消毒剂。

**【关键词】** 微酸性电位水;稳定性;杀菌效果;毒理

**【中图分类号】** R378

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1673-5234(2022)09-1064-04

[Journal of Pathogen Biology. 2022 Sep.;17(9): 1064-1067, 1071.]

## Study on the antibacterial effect of a stable green disinfectant

GAO Xiu-wei<sup>1</sup>, JIANG Hong<sup>1</sup>, REN Xiao-min<sup>1</sup>, ZHANG Yu-na<sup>1</sup>, YAO An-yan<sup>1</sup>, ZHENG Hong-xia<sup>1</sup>, WANG Jing-yan<sup>1</sup>, GAO Xiu-yan<sup>1</sup>, JIANG Guo-sheng<sup>1</sup>, GAO Ying-jiao<sup>2</sup>, HU Yan-qiu<sup>2</sup> (1. Shandong Junxiu Biotechnology Co., Ltd, Yantai 264006, Shandong, China; 2. Shandong Nuoxin Testing Co., Ltd)

**【Abstract】** **Objective** Based on the quality research, the antibacterial effect of a stable green disinfectant was mainly observed, so as to provide a scientific reference for the popularization and application of the disinfectant. **Methods** The residual situation of available chlorine in slightly acidic oxidizing potential water was determined by accelerated comparative experiment at 54 °C, and the optimal stabilizer and dosage were determined. The physical and chemical properties of the optimized disinfectant were evaluated by stability accelerated test, and its effective chlorine content, pH value and red-ox potential were measured. According to the requirements of the disinfection technical specifications, the air disinfection effect test and suspension quantitative sterilization test were used to observe the disinfection effects on the air disinfection, *E. coli*, *V. parahemolyticus* and *C. albicans*. The skin irritation experiment was conducted according to the disinfectant specification. **Results** The disinfectant added with stabilizer passed the stability accelerated test, and the decrease rate of effective chlorine content was less than 10%. There was no obvious change in pH value and ORP. Finally, the shelf life was maintained for more than 1 year. The disinfectant can simultaneously kill the three indicator bacteria: *E. coli*, *V. parahemolyticus* and *C. albicans*. The skin stimulation index of healthy adult rabbit skin was 0, and its stimulation intensity level can be judged as non-irritating. **Conclusion** The stable disinfectant was proved to have good bactericidal effect on a variety of pathogenic bacteria and long-term stability. It has been confirmed to be actually a non-toxic substance without irritation to the skin. It was an effective, safe and ideal disinfectant.

**【Key words】** slightly acidic electrolyzed water; stability; sterilization effect; toxicology

\*\*\*微酸性电位水(slightly acidic electrolyzed water, SLAEW)是通过特殊电解装置电解氯化钠和稀盐酸溶液而得到 pH 值 5.0~6.5、含有高质量浓度有效氯的电解水<sup>[1]</sup>。氧化电位水类的消毒剂由于基本无毒性,逐渐得到大量使用。例如酸性氧化电位水中的次氯酸分子含量高<sup>[2]</sup>,消毒终产物为水,目前主要用于临床诊断方面对内镜进行消毒,稳定性较差,在室温暴露的条件下容易自行分解,较难长期保存。在酸性条件下,有效氯多以次氯酸分子形式存在,且在水溶液中体

现出较高的氧化还原电位(ORP),对杀菌有较强的协

\* **【基金项目】** 2021年山东省科技型中小企业创新能力提升工程(No. 2021TSGC1287);2019年山东省重点研发计划(No. 2019GSF107096);烟台市科技计划项目(No. 2020YJGG006)。

\*\* **【通讯作者】** 高秀岩, E-mail: junxiukezc@ytjunxiu.com  
姜国胜, E-mail: jiangguosh@163.com

**【作者简介】** 高秀伟(1971-),男,山东烟台人,硕士研究生,主任医师,基础医学。E-mail: gaoxiwei@ytjunxiu.com

同作用效果<sup>[3-5]</sup>。次氯酸作用表现为次氯酸的氧化作用<sup>[6]</sup>。但次氯酸在水中不稳定,会分解产生 Cl<sub>2</sub> 及其他含氯化合物,使有效氯含量降低,影响消毒效果。一般含氯消毒剂的有效氯在水中半衰期只有 40~100 h。目前国内含氯消毒液常用的稳定剂有:溴化钠、溴化钾、氯酸钾、磷酸盐、硅酸钠、纤维素类及某些高分子聚合物<sup>[7-9]</sup>,但无机盐类一般用量相对较大,有机物的加入可能会影响消毒效果。稳定型化学消毒剂一直是研发者追求的目标,特别是在当前 SARS、禽流感、新型冠状病毒肺炎等传染性流行病严重威胁人们的身体健康、可应用的稳定型消毒剂匮乏的背景下,开拓新的思路,改进现有含氯消毒剂组成,寻找适合本微酸性氧化电位水的稳定剂,增强其稳定性,并应用于空气消毒及其它领域,具有重要的理论与现实意义。

## 材料与方 法

### 1 实验材料

**1.1 仪器** 微酸性电位水生成设备购于烟台方心水设备厂(型号:FX-WS500);酸度计(型号:PHSJ-3F)购于上海仪电科学仪器股份有限公司;PHS-2C型 pH/ORP计、稳定性试验箱、筛孔撞击式六级空气微生物采样器 JWL-6 等。

**1.2 试剂** 碘化钾、溴化钠、磷酸钠、硅酸钠、聚乙烯吡咯烷酮<sup>[6]</sup>、羧甲基纤维素钠等。

**1.3 实验动物和试验菌** 皮肤刺激实验选用健康成年新西兰大白兔,普通级,雌性 3 只,体重约 2.5 kg,由西安迪乐普生物医学有限公司提供(合格证号 NO2020022830)。动物饲养环境为普通环境[使用许可证号:SYXK(豫)2018-007]。

试验菌为:大肠埃希菌 8099、白色念珠菌 ATCC6538、副溶血性弧菌 ATCC 17802、白色葡萄球菌 8032,由广东省微生物分析检测中心提供。

### 2 方 法

**2.1 微酸性电位水制备** 依据微酸性电位水制备方法,使用无隔膜式电位水发生装置进行制备,并测定微酸性氧化电位水的初始 pH、有效氯含量和氧化还原电位。按照下列方案进行试验(表 1)。

表 1 不同稳定剂添加方案

Table 1 Adding schemes of different stabilizers

稳定剂 Stabilizer	添加比例(g/L) Proportion(g/L)					
溴化钠	0	1	5	10	15	20
磷酸钠	0	1	5	10	15	20
硅酸钠	0	1	5	10	15	20
聚乙烯吡咯烷酮(PVP)	0	1	5	10	15	20
羧甲基纤维素钠(CMC-Na)	0	1	5	10	15	20

**2.2 稳定性实验方法** 微酸性氧化电位水中按表 1 加入适量的稳定剂,进行加速试验,检测理化性质。操作如下:将制备的稳定性消毒剂密封避光置于 54 °C 稳定性试验箱内,存放时间为 14 d,存放期满后,取出,测定有效氯的含量、pH 值和 ORP。

### 2.3 理化性质检测

**2.3.1 有效氯的测定** 按消毒技术规范:2.2.1.2.1 有效氯含量的测定,以间接碘量法测定微酸性氧化电位水的有效氯含量,测定 3 次,求平均值<sup>[10]</sup>。计算公式为: $C=(V_2-V_1) \times N \times M/V_{水}$ 。式中:C 为有效氯浓度,mg/L;N 为硫代硫酸钠标准溶液的当量浓度, mol/L;V<sub>2</sub> 为水样消耗的硫代硫酸钠标准溶液体积, mL;V<sub>1</sub> 为空白消耗的硫代硫酸钠标准溶液体积, mL;V<sub>水</sub> 为氧化电位水的体积, mL;M 为氯的摩尔质量, 35 453 mg/mol。

**2.3.2 氧化还原电位(ORP)值的测定** 使用 PHS-2C 型 ORP 计,其探头选择 PHS-2 型,测定消毒剂 ORP 值。测定 3 次求平均值。

**2.3.3 pH 值的测定** 取 50 mL 消毒剂,选用 PHS-2C 型 pH 计,选择 pH 探头,测定 pH 值,测定 3 次,求平均值。

**2.4 悬液定量杀菌实验** 取无菌试管,加入适量试验所需浓度的消毒剂或 PBS(PBS 为阳性对照组)与试验菌悬液充分混匀,在 20 °C 水浴中作用 5 min,取混合液各 0.5 mL 分别加入 4.5 mL 经灭菌的中和剂进行中和作用,充分震荡混匀反应 10 min 后取样,于 37 °C 恒温箱内培养 48 h 后活菌计数,试验重复 3 次,计算杀灭对数值。

**2.5 空气消毒试验** 空气消毒效果鉴定试验按照《消毒技术规范》2002 年版-2.1.3 现场试验、空气消毒效果模拟现场试验操作<sup>[10]</sup>。将 300 mL 消毒剂雾化到空气中,作用 30 min 后,用筛孔撞击式六级空气微生物采样器 JWL-6 以 28.3 L/min 的抽风量进行采样,采样时间为 5 min,取样空间大小为 30 m<sup>3</sup>。

**2.6 多次完整皮肤刺激试验** 试验前 24 h 用宠物用修剪剪去除大白兔背部脊柱两侧的毛,面积为 3 cm × 3 cm,不可损伤表皮,24 h 后将消毒剂原液 0.5 mL 直接涂抹到大白兔一侧去毛区域,面积为 2.5 cm × 2.5 cm,用无刺激性的油纸和纱布进行覆盖和固定,空白对照为另一侧去毛区。4 h 后将残留受试物用温水或无刺激的适宜溶剂清洗。1 次/d,连续涂抹 14 d,在每次涂抹后 24 h 分别对大白兔皮肤的局部反应情况进行观察和记录,并对照表 2 打分,按分值根据表 3 确定该消毒剂对动物皮肤刺激强度。

表 2 皮肤刺激反应评分标准

Table 2 Scoring criteria for skin irritation response

皮肤局部反应特征 Local response characteristics of skin	评分 Score	皮肤局部反应特征 Local response characteristics of skin	评分 Score
1. 红斑		2. 水肿	
无	0	无	0
勉强可见	1	勉强可见	1
明显	2	明显	2
严重	3	严重	3
红斑为紫红色伴焦痂	4	红斑为紫红色伴焦痂	4

表 3 皮肤刺激强度分级

Table 3 Classification of skin irritation intensity

皮肤刺激指数 Skin irritation index	刺激强度级别(刺激性) Level of stimulus intensity (irritation)
0~0.5	无
0.5~2.0	轻
2.0~6.0	中等
6.0~8.0	强

2.7 统计学分析 应用 SPSS 17.0 软件对数据进行

表 4 54 °C 加速试验法第 14 d 各组有效氯残留量检测结果 (n=3,  $\bar{x} \pm s$ )

Table 4 Test results of effective chlorine residue in each group on the 14th day of 54 °C accelerated test method (n=3,  $\bar{x} \pm s$ )

组别 Group	空白对照 Blank control	溴化钠组 Sodium bromide	磷酸钠组 Sodium phosphate	硅酸钠组 Sodium silicate	PVP 组 PVP	CMC-Na 组 Sodium carboxymethyl cellulose	
有效氯浓度 (mg/L)	1	58.81±3.17	63.81±3.15	67.75±5.16	69.54±5.49	71.20±5.16	70.71±6.12
	2	58.81±3.17	65.72±2.13	68.63±3.15	71.92±3.75	73.51±5.76	72.35±5.78
	3	58.81±3.17	67.24±3.45	71.07±5.08	72.05±6.05	75.12±4.39	73.04±5.16
	4	58.81±3.17	70.31±6.12	72.13±5.48	73.73±3.98	74.61±6.37	73.25±4.98
	5	58.81±3.17	68.28±5.13	70.41±5.49	72.81±4.63	72.94±5.19	71.81±3.46
有效氯下降率 (%)	1	27.62±1.25	21.44±1.32	16.65±1.12	14.45±1.06	12.35±0.12	12.90±0.12
	2	27.62±1.25	19.10±1.03	15.53±0.49	11.42±1.31	9.48±0.13*	10.9±0.06*
	3	27.62±1.25	17.21±1.43	12.67±0.86	11.34±1.14	7.51±0.06**	10.1±0.10*
	4	27.62±1.25	13.42±1.25	11.23±0.16	9.21±0.09*	8.12±0.09**	9.85±0.09*
	5	27.62±1.25	16.02±1.09	13.31±0.98	10.30±0.48*	10.22±0.11*	11.6±0.10

注: \*\* 表示实验组与空白对照有效氯下降率相比, P<0.01; \* 表示实验组与空白对照有效氯下降率相比, P<0.05。

Notes: \*\* indicated that there was significant difference in the decrease rate of effective chlorine between the experimental group and the blank control, P<0.01; \* indicated that there was significant difference in the decrease rate of effective chlorine between the experimental group and the blank control, P<0.05.

加速试验开始时,根据消毒技术规范:2.2.1.2.1 有效氯含量的测定,计算 54 °C 加速试验 14 d 后,经碘量法检测其有效氯含量为 75.10<sup>[10]</sup> mg/L,下降率为 7.51%,pH 值为 5.5<sup>[11]</sup>,ORP 为 1180<sup>[12]</sup> mV。加速实验前后酸性氧化电位水的 pH 值无统计学差异 (t=1.936, P=0.125),ORP 也无明显差异 (t=1.609, P=0.183)。根据《消毒技术规范》(2002 年版)的要求<sup>[13]</sup>,有效氯下降率<10%,判定该产品贮存有效期为 1 年。

2 悬液定量杀菌试验

悬液定量杀菌试验结果见表 5。该稳定型消毒剂的悬液定量杀菌试验结果显示,该消毒剂对副溶血性弧菌、大肠埃希菌和白色念珠菌作用 5 min 均有很好的杀灭效果,杀灭对数值均>5.00,说明该消毒剂对细

菌繁殖体和真菌都具有快速有效的杀灭效果。统计学分析,定量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组定量资料均数的比较采用 t 检验分析,多组间比较运用单因素方差分析,当差异有统计学意义时,运用 Bonferroni 法进行两两比较。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

结果

1 理化性质检测

实验前制备的酸性氧化电位水,测得其 pH 为 5.5<sup>[7]</sup>,有效氯浓度为 81.21<sup>[8]</sup> mg/L;氧化还原电位为 1185<sup>[9]</sup> mV。杀菌效果由有效氯浓度决定,因此稳定剂筛选时只做有效氯浓度检测。通过加速法分别测定密封 14 d 时有机氯浓度,计算出下降率,筛选出最优稳定剂,试验结果见表 4,可知添加 PVP 第 3 组有效氯下降率最低,与空白对照组相比差异有统计学意义 (P<0.01),即稳定剂 PVP 添加量为 10 g/L 时,有效氯含量最高,消毒剂最稳定。

菌繁殖体和真菌都具有快速有效的杀灭效果。

表 5 悬液定量杀菌试验结果 (n=3,  $\bar{x} \pm s$ )

Table 5 Test results of suspension quantitative sterilization (n=3,  $\bar{x} \pm s$ )

作用浓度 及时间 Concentration and time	测试菌种 Experimental bacteria	阳性对照组菌落数 ( $\times 10^7$ cfu/mL)	试验组菌落数 (cfu/mL)	杀灭 对数值	杀灭率 (%)
		Colony count of positive control group ( $\times 10^7$ cfu/mL)	Colony count of the test group (cfu/mL)	Killing log value	Killing rate (%)
原液 5 min	大肠埃希菌 8099	3.16±0.29	<10	>5.00	>99.9999
	白色念珠菌 ATCC 6538	2.81±0.24	<10	>5.46	>99.999
	副溶血性弧菌 ATCC 17802	2.83±0.18	<10	>5.00	>99.9999

3 空气消毒试验

空气消毒效果鉴定试验结果见表 6-7。空气消



毒 30 min 后,空气中自然菌消亡率在 90% 以上,白色葡萄球菌 (*Staphylococcus albus*) 8032 杀灭率 > 99.9%。

#### 4 多次完整皮肤刺激试验

该稳定型消毒剂对 3 只新西兰大白兔多次完整皮肤的刺激反应积分均值为 0 分(表 8),根据表 3 可判定:该消毒剂应属于无刺激性(评分 < 0.5)。

表 6 空气消毒效果鉴定试验结果 1 ( $n=3, \bar{x} \pm s$ )

作用时间 Actuation duration	试验菌种 Experimental bacteria	菌落总数(cfu/m <sup>3</sup> ) Total number of colonies(cfu/m <sup>3</sup> )	消亡率(%) Killing rate (%)
0(CK)	空气中自然菌	(2.00±0.27)×10 <sup>3</sup>	/
30min	空气中自然菌	(1.63±0.13)×10 <sup>2</sup>	91.93±0.59

表 7 空气消毒效果鉴定试验结果 2 ( $n=3, \bar{x} \pm s$ )

作用时间 Actuation duration	测试菌种 Experimental bacteria	菌落总数(cfu/m <sup>3</sup> ) Total number of colonies (cfu/m <sup>3</sup> )	杀灭率(%) Killing rate (%)
0(CK)	白色葡萄球菌 ( <i>Staphylococcus albus</i> ) 8032	(6.06±0.59)×10 <sup>4</sup>	/
30 min	白色葡萄球菌 ( <i>Staphylococcus albus</i> ) 8032	30.33±2.41	99.93±0.02

表 8 消毒剂对新西兰大白兔多次完整皮肤刺激试验  
Table 8 Results of repeated complete skin irritation tests of disinfectant on New Zealand white rabbits

涂抹天数 Days of stimulation	动物数目 Number of animal	刺激反应积分均值 Mean value of stimulus response integration					
		样品 Sample			对照 Control		
		红斑 Erythema	水肿 Edema	总分 Total score	红斑 Erythema	水肿 Edema	总分 Total score
1	3	0	0	0	0	0	0
2	3	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0
6	3	0	0	0	0	0	0
7	3	0	0	0	0	0	0
8	3	0	0	0	0	0	0
9	3	0	0	0	0	0	0
10	3	0	0	0	0	0	0
11	3	0	0	0	0	0	0
12	3	0	0	0	0	0	0
13	3	0	0	0	0	0	0
14	3	0	0	0	0	0	0
平均每天每只动物积分均值 Daily average score per animal		0			0		

## 讨论

近年来,比较公认的观点是氧化电位水的杀菌机理是综合的,高电位、低的 pH 值及一定含量的次氯酸

起到明显的协同杀菌作用效果,其氧化还原电位值(ORP)一般在 1 100 mV 以上<sup>[12-15]</sup>。ORP 值是含氯消毒制剂的一个重要指标,借助氧化还原电极,测定溶液的 ORP 值,以此来分析次氯酸溶液的氧化还原性质。当 ORP 低于 800 mV 后,杀菌能力明显下降。pH 值既能影响氯在溶液中的形态,又对皮肤刺激性和金属腐蚀性具有较大影响。次氯酸是一种强氧化性消毒剂,在有效氯浓度相同的情况下,次氯酸分子的杀菌能力是次氯酸根的 80 倍。次氯酸溶液与传统的次氯酸钠溶液(84 消毒液)相比具有使用浓度低、杀菌效果好、对人类安全无毒、对环境造成的负担很微弱等特点。但次氯酸在水中不稳定,会分解产生 Cl<sub>2</sub> 及其他含氯化合物,使有效氯含量降低,影响消毒效果。一般含氯消毒剂的有效氯在水中半衰期只有 40~100 h。新型环保性的化学消毒剂一直是研发者追求的目标。

本研究通过添加并筛选稳定剂,提高产品的稳定性,延长有效期,在使用过程中,该体系逐渐释放出游离次氯酸分子,从而进行消毒与杀菌,延长产品有效期。聚乙烯吡咯烷酮(PVP)是引入制药工业和食品工业的常用产品,其在生理上是可接受的、耐受性良好,并且令皮肤更加舒适。PVP 与过氧化氢固体复配的洗涤剂中,具有漂白、杀灭病菌的作用。PVP 与碘结合可以用于制备必妥碘(聚维酮碘),是一种低毒温和的用于治疗真菌性角膜炎、杀菌和消炎的缓释药物<sup>[16]</sup>。本研究最终选择 PVP 作为稳定剂,当 PVP 添加比例为 10 g/L 时,与空白对照组相比有显著性差异,消毒剂最稳定,并且有效氯下降率低于 10%。可能是与 PVP 的结构有关,分子中的内酰胺是强极性基团,具有亲水和极性基团作用,吡咯烷酮环上电子密度高,对极性基团羰基有较强的形成氢键和络和能力,以及含活性氧原子的化合物显示出较强的络和能力,可与次氯酸根形成络合物,从而增加消毒剂稳定性。硅酸钠添加量为 15 g/L 时,有效氯下降率与空白对照组相比也有显著性差异,并且有效氯下降率低于 10%,但其用量相对较大,优先考虑用 PVP。

将添加稳定剂的消毒剂置于稳定性实验箱中,进行加速老化实验,不同时间点取样品进行分析,检测其 pH、ORP 和有效氯的含量,起始有效氯浓度为 60~100 mg/L, pH 为 5-6, ORP 为 1 100-1 200 mV,通过加速实验确定终产品的有效期为 1 年。pH 值无明显变化,可能是因为封口避光下,虽然存在 HClO 分解为 HCl,但是密封后 HCl 仍在溶液中, pH 变化不明显。本研究终产品的杀菌效果通过广东省微生物分析检测中心测得,分别进行空气消毒试验、悬液定量杀菌试验,试验结果符合《消毒技术规范》2002 年版要求。

(下转 1071 页)

- [2] Lynge E, Thamsborg L, Larsen LG, et al. Prevalence of high-risk human papillomavirus after HPV-vaccination in Denmark[J]. Int J Cancer, 2020, 147(12):3446-3452.
- [3] 宋建东, 宋静慧, 乔峤, 等. 阴道微生态及阴道免疫状态与宫颈病变相关性研究[J]. 中国妇产科临床杂志, 2019, 20(6):510-513.
- [4] 郝宇鸣, 张宁梅, 段莲娟, 等. 妊娠期子宫颈上皮内瘤变高危型人乳头瘤病毒感染与血清 Chemerin 表达的相关性研究[J]. 病毒学报, 2019, 35(5):748-753.
- [5] 尚红, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程[M]. 北京:人民卫生出版社, 2015:214-220.
- [6] 邓六六, 吴莉英, 潘中亚, 等. 22234 例子宫颈高危型 HPV 感染及亚型分布研究[J]. 实用妇产科杂志, 2020, 36(02):128-131.
- [7] Wang Z, Gu Y, Wang H, et al. Distribution of cervical lesions in high-risk HPV (hr-HPV) positive women with ASC-US: A retrospective single-center study in China[J]. Virol J, 2020, 17(1):185-192.
- [8] 蒋湘, 应豪. 孕妇微生物菌群与自发性早产相关性的研究进展[J]. 中华妇产科杂志, 2019, 54(10):706-709.
- [9] 汪爱华, 王丹, 何青峰. 宫颈癌患者生殖道细菌和人乳头瘤病毒感染情况及其耐药性分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2020, 166(10):108-111.
- [10] 陈锐, 冯岩岩, 吕涛, 等. HR HPV 感染与阴道微生态的相关性研究[J]. 现代妇产科进展, 2020, 12(5):360-362.
- [11] 王岩, 董璇, 赵雪莲, 等. 新疆维吾尔自治区哈萨克族女性 HPV 感染型别分布及危险因素分析[J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(12):2112-2118.
- [12] Zhao J, Quon H, Koch W, et al. High-risk human papillomavirus positive primary squamous cell carcinoma of the lacrimal gland; a case report[J]. Orbit, 2021, 40(1):65-68.

【收稿日期】 2022-04-12 【修回日期】 2022-07-01

(上接 1067 页)

本研究通过对其进行稳定性、有效性、皮肤刺激性评价,为该消毒剂的实际消毒应用提供科学的参考依据。产品有效氯浓度低,如生理盐水般安全;并且酸碱度适中(pH 为 5~6)而稳定,通过动物实验证实对创面组织无刺激性;自身降解产物为人体内大量存在的自然物质,无毒;产品氧化性虽强,但穿透力不够,只对物体表面细菌具有杀灭作用,不会伤及皮肤;有效期为 1 年,功效更持久。

#### 【参考文献】

- [1] Nakano M, Takao A, Maeda N, et al. Efficacy of slightly acidic electrolyzed water against contamination of water line of dental units[J]. Nihon Eiseigaku Zasshi, 2020(75):1882-6482.
- [2] Feng HJ, Lan WQ, Sun XH, et al. Effects of slightly acidic electrolyzed water pretreatment combined with biopreservatives on the shelf life of refrigerated obscure pufferfish (Takifugu obscurus)[J]. J Food Sci, 2021, 86(2):484-494.
- [3] 王晨杰, 薛源, 张鑫, 等. 稳定性微酸次氯酸消毒液发生器的消毒效果研究[J]. 应用化工, 2020, 49(12):2957-2960.
- [4] 万建信, 尹国枫, 王赫然, 等. 电解盐水制次氯酸钠对饮用水消毒效果影响的研究[J]. 现代工业经济和信, 2017, 7(12):50-51, 59.
- [5] Wang JY, Sui MH, Yuan BJ, et al. Inactivation of two Mycobacteria by free chlorine: Effectiveness, influencing factors, and mechanisms[J]. Sci Total Environ, 2019(648):271-284.
- [6] 和劲松, 祁凡雨, 叶章颖, 等. 微酸性电解水储藏和杀菌过程中有效氯衰减的动力学模型[J]. 农业工程学报, 2013, 29(15):263-269.
- [7] 李杰, 张文福. 次氯酸钠消毒液稳定性研究进展[J]. 中国消毒学杂志, 2015, 32(12):1233-1237.
- [8] 苏秀霞, 蒋吉磊, 李仲谨, 等. 硅酸钠及碳酸钠对次氯酸钠溶液稳定性的影响[J]. 无机盐工业, 2011, 43(11):22-24.
- [9] Casale JF, Toske SG, Hays PA, et al. Chlorinated opium alkaloid derivatives produced by the use of aqueous sodium hypochlorite during the clandestine manufacture of heroin[J]. J Forensic Sci, 2009, 54(2):359-364.
- [10] 卫生部卫生法制与监督司. 消毒技术规范[S]. 北京:中华人民共和国卫生部, 2002.
- [11] 石颖, 刘艳妮. 复合溶葡萄球菌酶杀菌纱布用于感染性伤口的疗效观察[J]. 当代护士(专科版), 2013(2):48-49.
- [12] Naka A, Yakubo M, Nakamura KJ, et al. Effectiveness of slightly acidic electrolyzed water on bacteria reduction; in vitro and spray evaluation[J]. Peer J, 2020(8):e8593.
- [13] Kurahashi M, Ito T, Naka A. Spatial disinfection potential of slightly acidic electrolyzed water[J]. PLoS One, 2021, 16(7):e0253595.
- [14] Takeda YH, Jamsransuren D, Makita Y, et al. Inactivation activities of ozonated water, slightly acidic electrolyzed water and ethanol against SARS-CoV-2[J]. Molecules, 2021, 26(18):5465.
- [15] Okanda T, Takahashi R, Ehara T, et al. Slightly acidic electrolyzed water disrupts biofilms and effectively disinfects *Pseudomonas aeruginosa* [J]. J Infect Chemother, 2019, 25(6):452-457.
- [16] 詹世平, 刘思啸, 王景昌, 等. 聚乙烯吡咯烷酮用于药物递送载体材料的研究进展[J]. 功能材料, 2021, 1(52):1033-1038.

【收稿日期】 2022-05-15 【修回日期】 2022-08-09