

## 一种无磷洗衣粉的消毒效果研究

蒋沫轩<sup>1</sup>, 蒋云霞<sup>2\*</sup>

**摘要:** [目的] 研究一种新型环保无磷洗衣粉对不同种类细菌的杀灭效果以及对乙型肝炎表面抗原(HBsAg)的破坏作用。[方法] 采用载体定量杀灭实验的方法评价浓度为 1.0%(w/v)、5.5%(w/v)和 10.0%(w/v)的某品牌无磷洗衣粉溶液对大肠埃希氏菌(*Escherichia coli*)、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、枯草杆菌黑色变种(*Bacillus subtilis* var. *neger*)芽胞的杀灭效果及其对乙型肝炎表面抗原(HBsAg)的破坏效果。[结果] 1.0%的无磷洗衣粉溶液作用 10 min, 对大肠埃希氏菌的杀灭率为(99.90±0.01)%, 达到消毒效果要求。10.0%的无磷洗衣粉溶液作用 20 min, 对金黄色葡萄球菌的杀灭率为(99.92±0.01)%, 达到消毒效果; 作用 40 min, 对枯草杆菌黑色变种芽胞的杀灭率仅为(8.06±0.05)%; 作用 60 min, 不能破坏乙型肝炎表面抗原(HBsAg)。[结论] 所检测环保无磷洗衣粉的杀菌效果随溶液中洗衣粉浓度的增高以及微生物作用时间的延长而增强; 对大肠杆菌的杀灭作用明显强于对金黄色葡萄球菌的杀灭作用, 而对枯草杆菌黑色变种芽胞的杀灭效果及对乙型肝炎表面抗原(HBsAg)的破坏作用较差。

**关键词:** 无磷洗衣粉; 大肠埃希氏菌; 金黄色葡萄球菌; 枯草杆菌黑色变种芽胞

**Evaluation on Disinfection of an Environmental Friendly and Phosphate-free Washing Powder** JIANG Mo-xuan<sup>1</sup>, JIANG Yun-xia<sup>2\*</sup> (1. Department of CT/MRI, The First People's Hospital of Jingmen City, Jingmen, Hubei 448000, China; 2. Department of Environmental Health, School of Public Health and Tropical Medicine, Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong 510515, China). \*Address correspondence to JIANG Yun-xia; E-mail: jiangyuxia@yahoo.com.cn

**Abstract:** [Objective] To evaluate the effect of disinfection of a new environmental friendly and phosphate-free washing powder on various microorganisms and surface antigen of hepatitis B virus (HBsAg). [Methods] Carrier quantitative kill experiment was conducted to determine the effect of disinfection in 1.0% (w/v), 5.5% (w/v), as well as 10.0% (w/v) washing powder solution on *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Spores of bacillus subtilis* var. *neger* and HBsAg, respectively. [Results] The killing rate of 1.0% washing powder solution on *E. coli* was (99.90±0.01)% during 10 min exposure and the killing rate of 10.0% washing powder solution on *S. aureus* was (99.90±0.01)% during 20 min exposure. However, the killing rate of 10.0% washing powder solution on the spores of *B. subtilis* var. *neger* was only (8.06±0.05)% during 40 min exposure, and the HBsAg did not be destroyed during 60 min exposure. [Conclusion] Generally, the enhanced disinfection effect on microorganisms was obtained with the increasing in the concentration of the tested washing powder solution or the disinfectant contact time. In addition, the tested washing powder solution showed strong bactericidal effects on *E. coli* than *S. aureus*, but no significant disinfection effect on the spores of *B. subtilis* var. *neger* and HBsAg.

**Key Words:** phosphate-free washing powder; *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; spores of *Bacillus subtilis* var. *neger*

随着人们环境保护意识的逐渐增强及世界各国禁磷措施的逐步实施, 无磷洗衣粉已经广泛应用于日常生活中<sup>[1]</sup>。开发高效去污并具有消毒作用的环境友好型无磷洗衣粉是洗衣粉研发的方向。迄今, 有关无磷洗衣粉的配方改良及其去污效果

已有较多的研究报道<sup>[2-5]</sup>, 而有关无磷洗衣粉消毒效果的报道却较少。为此, 本研究拟选用某公司生产的一种新型无磷洗衣粉为研究对象, 探讨其对大肠埃希氏菌(*Escherichia coli*)、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)和枯草杆菌黑色变种(*Bacillus subtilis* var. *neger*)芽胞的杀灭效果, 同时检测其对乙型肝炎表面抗原(HBsAg)的破坏效果, 以期为人们正确选用无磷洗衣粉提供指导, 并为无磷消毒洗衣粉配方的改进积累基础数据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 无磷洗衣粉溶液的制备

在超净工作台中, 用无菌蒸馏水将待检洗衣粉分别配制成

[基金项目] 南方医科大学公共卫生与热带医学学院院长基金项目(编号: GW200801-039)

[作者简介] 蒋沫轩(1978-), 女, 学士, 主治医师; 研究方向: 超声医学; E-mail: jiangru0719@sina.com

[\*通信作者] 蒋云霞讲师; E-mail: jiangyuxia@yahoo.com.cn

[作者单位] 1. 荆门市第一人民医院CT/MRI室, 湖北 荆门 448000; 2. 南方医科大学公共卫生学院环境卫生学系, 广东 广州 510515

质量浓度为 1.0%、5.5% 及 10.0% 的洗衣粉溶液。

## 1.2 染菌样片的制备

试验菌为大肠埃希氏菌(8099)、金黄色葡萄球菌(ATCC 6538)和枯草杆菌黑色变种芽胞(ATCC 9372),均购自军事医学科学院消毒检测中心。将待检菌的单个典型菌落接种于营养琼脂斜面,经 37℃ 培养 24 h 后,用 5 mL 含 1% 蛋白胨的磷酸盐缓冲液(PBS, 0.03 mol/L)洗下菌苔,稀释后备用。染菌载体为 10 mm × 10 mm 的无菌脱脂平纹白布片,用滴染法制成回收菌量为  $5 \times 10^5 \sim 5 \times 10^6$  cfu/片的菌片<sup>[6]</sup>。

## 1.3 中和剂鉴定试验

评价某种化学物的消毒效果时,在化学物与待检微生物的作用时间到达所设定的时间终点时,应立即终止残留化学物的消毒作用,以便准确检测出体系中残留存活的微生物及其数量。现阶段,化学中和法是最为普遍使用的终止残留化学物消毒作用的方法。根据化学中和剂鉴定试验的相关标准<sup>[6]</sup>,本研究拟采用含 0.5% 吐温-80、0.5% 卵磷脂及 1% 硫代硫酸钠的溶液作为待检洗衣粉溶液的中和剂。为鉴定其中和效果,设置以下 8 个试验组:(1)洗衣粉溶液与菌片作用 40 min 后,进行活菌培养计数;(2)洗衣粉溶液与菌片作用 40 min、与中和剂继续作用 10 min 后,进行活菌培养计数;(3)中和剂与菌片作用 10 min 后,进行活菌培养计数;(4)洗衣粉溶液与中和剂作用 10 min、再与菌片作用 40 min,进行活菌培养计数;(5)PBS 与菌片作用 10 min 后,进行活菌培养计数;(6)对实验所用 PBS 进行活菌培养计数;(7)对中和剂进行活菌培养计数;(8)对实验用培养基进行活菌培养计数。8 个试验组中无磷洗衣粉溶液浓度均为 10.0%,实验微生物为枯草杆菌黑色变种芽胞,所用培养基为营养琼脂<sup>[6]</sup>。当实验结果符合以下条件时:(1)第 2 组菌数明显高于第 1 组;(2)第 3、4、5 组组间菌落数误差率应 ≤ 15.0%(组间菌落数误差率计算方法参照《消毒技术规范》(2002 年版)2.1.1.5.7<sup>[6]</sup>);(3)第 6、7、8 组无菌生长,可判断含 0.5% 吐温-80、0.5% 卵磷脂及 1% 硫代硫酸钠溶液能有效中和待检洗衣粉溶液。

## 1.4 载体定量杀灭试验

无磷洗衣粉溶液对大肠埃希氏菌、金黄色葡萄球菌、枯草杆菌黑色变种芽胞的杀灭试验采用载体定量杀灭试验法<sup>[6]</sup>,在 (20 ± 1)℃ 水浴箱内进行。将上述配制好的 1.0%、5.5% 和 10.0% 的无磷洗衣粉溶液,按每一染菌样片 5 mL 的用量分别加入到无菌平皿中,随即加入制备好的染菌样片,作用至设定时间(对大肠埃希氏菌和金黄色葡萄球菌的作用时间设置为 2.5、5、10、20 min;对枯草杆菌黑色变种芽胞的作用时间设置为 5、10、20、40 min),立即将菌片移入含 5 mL 经鉴定合格的中和剂的试管中,作用 10 min,剧烈漩涡振荡 2 min,取适量洗脱液及

其相应的稀释液进行活菌培养计数,并计算杀灭率[杀灭率计算方法参照《消毒技术规范》(2002 年版)<sup>[6]</sup>]。

## 1.5 乙型肝炎表面抗原(HBsAg)破坏实验

纯化 HBsAg 含量为 1 mg/mL,由武汉市疾病控制中心提供。设置 3 个无磷洗衣粉溶液浓度,与上述相同;洗衣粉溶液与 HBsAg 的作用时间设置为 7.5、15、30、60 min,具体操作步骤根据邱洪流等<sup>[7]</sup>描述的方法进行。

## 1.6 统计学分析

所有实验重复 3 次,以验证结果的准确性。实验结果以平均数 ± 标准差表示,采用 SPSS 11.0 软件进行单因素方差分析(One-Way ANOVA)。

# 2 结果

## 2.1 中和剂鉴定试验

第 1 组活菌培养计数结果为 (39 400 ± 58) cfu/片;第 2 组活菌培养计数结果为 (568 000 ± 100) cfu/片,显著高于第 1 组 ( $P < 0.05$ );第 3、4、5 实验组活菌培养计数结果分别为 (612 000 ± 115) cfu/片、(614 000 ± 152) cfu/片和 (618 000 ± 115) cfu/片,组间菌落数误差率 < 15%;第 6、7、8 实验组活菌培养计数均为 0 cfu/片。以上结果表明,含 0.5% 吐温-80、0.5% 卵磷脂、1% 硫代硫酸钠的溶液能有效中和无磷洗衣粉溶液对试验微生物的消毒作用,并且该溶液及其中和产物对试验微生物无不良影响。

## 2.2 载体定量杀灭试验

不同浓度无磷洗衣粉液对大肠埃希氏菌和金黄色葡萄球菌的定量杀灭试验结果见表 1,对枯草杆菌黑色变种芽胞的定量杀灭试验结果见表 2。大肠埃希氏菌阳性对照组菌落数为 (510 000 ± 104) cfu/片;金黄色葡萄球菌阳性对照组菌落数为 (520 000 ± 58) cfu/片;枯草杆菌黑色变种芽胞阳性对照组菌落数为 (617 000 ± 70) cfu/片。从表 1 可以得知,浓度为 1.0% 的无磷洗衣粉溶液作用 10 min,对大肠埃希氏菌的杀灭率为 (99.99 ± 0.01)%,达到消毒效果。针对金黄色葡萄球菌,3 种不同浓度的无磷洗衣粉溶液作用 2.5、5.0 min 时,杀灭率均为 0%;作用时间延长至 20 min 时,浓度为 1.0% 的无磷洗衣粉溶液对金黄色葡萄球菌杀灭率仍很低,仅为 (11.47 ± 0.03)%,而浓度为 10.0% 的洗衣粉溶液对金黄色葡萄球菌的杀灭率为 (99.92 ± 0.01)%,达到消毒效果;不同浓度组对金黄色葡萄球菌的杀灭率差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。从表 2 可以得知,3 种不同浓度的无磷洗衣粉溶液对枯草杆菌黑色变种芽胞的杀灭率均很低,10.0% 的洗衣粉溶液作用 40 min,杀灭率仅为 (8.06 ± 0.05)%。

表 1 洗衣粉溶液对大肠埃希氏菌、金黄色葡萄球菌的杀灭率(%)

Table 1 Killing rate of the washing powder solution on *E. coli* and *S. aureus*

| 洗衣粉溶液浓度<br>Conc. (%) | 作用时间(Period of time on contact, min) |                  |                |                  |                |                  |                |                  |
|----------------------|--------------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
|                      | 2.5                                  |                  | 5              |                  | 10             |                  | 20             |                  |
|                      | <i>E. coli</i>                       | <i>S. aureus</i> | <i>E. coli</i> | <i>S. aureus</i> | <i>E. coli</i> | <i>S. aureus</i> | <i>E. coli</i> | <i>S. aureus</i> |
| 10.0                 | 99.98 ± 0.01                         | 0                | 99.99 ± 0.01   | 0                | 99.99 ± 0.01   | 99.57 ± 0.03     | 99.99 ± 0.01   | 99.92 ± 0.01     |
| 5.5                  | 99.95 ± 0.02                         | 0                | 99.99 ± 0.01   | 0                | 99.99 ± 0.01   | 88.07 ± 0.02     | 99.99 ± 0.01   | 99.55 ± 0.01     |
| 1.0                  | 99.78 ± 0.03                         | 0                | 99.86 ± 0.04   | 0                | 99.99 ± 0.01   | 11.53 ± 0.05     | 99.92 ± 0.02   | 11.47 ± 0.03     |

表 2 洗衣粉溶液对枯草杆菌黑色变种芽胞的杀灭率(%)  
Table 2 Killing rate of the washing powder solution on spores of *B. subtilis* var. *neger*

| 洗衣粉溶液浓度<br>Conc. (%) | 作用时间( Contact Time, min ) |    |             |             |
|----------------------|---------------------------|----|-------------|-------------|
|                      | 5                         | 10 | 20          | 40          |
| 10.0                 | 0                         | 0  | 6.45 ± 0.03 | 8.06 ± 0.05 |
| 5.5                  | 0                         | 0  | 0           | 5.97 ± 0.06 |
| 1.0                  | 0                         | 0  | 0           | 0           |

2.3 乙型肝炎表面抗原( HBsAg )破坏试验

浓度为 1.0%、5.5%、10.0% 的洗衣粉溶液分别作用 7.5、15、30、60 min, 均不能破坏 HBsAg。

3 讨论

我国《消毒技术规范》规定, 传染病房和烧伤病房的衣被必须用消毒洗衣粉洗涤<sup>[6]</sup>。开发安全、高效、环境友好型消毒洗衣粉是大势所趋。本研究所检测的洗衣粉为无磷配方产品, 安全可靠、符合环境友好的要求, 探讨该产品的消毒效果, 对于完善该产品品质与应用具有重要的意义。

现有实验结果表明, 在适宜的浓度和作用时间内, 所检测的无磷洗衣粉溶液对大肠埃希氏菌和金黄色葡萄球菌均能达到消毒效果, 这一结果与相关研究结果类似。魏群生等<sup>[8]</sup>研究表明, 浓度为 1.0% 的含二氯异氰尿酸钠的鱼水牌消毒洗衣粉溶液作用 10 min, 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的杀灭率均达到 99.99%。刘心建等<sup>[9]</sup>研究发现, 浓度为 10 g/L 的某种含过氧化硫酸盐的洗衣粉溶液, 作用 30 min, 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的杀灭率均达到 100%。李新武等<sup>[10]</sup>研究显示, 浓度为 1 800 mg/L 的碧浪无磷漂洗衣粉作用 20 min, 对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的杀灭率均达 99.999%。高华等<sup>[11]</sup>研究表明, 浓度为 0.312 g/L 的经微囊化技术处理的稳定型消毒漂白洗衣粉溶液作用 5 min, 对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌杀灭率均达 100%。此外, 上述同类研究中所检测的洗衣粉对枯草杆菌黑色变种芽胞及 HBsAg 亦表现出良好的杀灭作用和破坏效果。然而, 本研究中所检测的无磷洗衣粉溶液对枯草杆菌黑色变种芽胞不具有消毒作用, 同时不能破坏 HBsAg, 分析结果不同的

原因是上述研究所用洗衣粉均添加了高效化学消毒剂所致。

本研究所检测的无磷洗衣粉的杀菌效果随溶液中洗衣粉浓度的增高以及与微生物作用时间的延长而增强, 对大肠杆菌的杀灭作用明显强于对金黄色葡萄球菌的杀灭作用, 而对枯草杆菌黑色变种芽胞的杀灭效果及对乙型肝炎表面抗原( HBsAg )的破坏作用较差。该洗衣粉的配方有待进一步完善, 以更好地发挥洗涤消毒等功效。

参考文献:

[ 1 ] 刘伦, 刘军海. 无磷洗衣粉的研究进展[ J ]. 中国洗涤用品工业, 2008, 1: 50-52.

[ 2 ] 邵清芬, 韦国顺. 无磷洗衣粉配方开发[ J ]. 日用化学工业, 2004, 34( 2 ): 127-129.

[ 3 ] 王珩, 姜文勇. 新型无磷洗衣粉配方的研究[ J ]. 应用化工, 2005, 34( 3 ): 189-191.

[ 4 ] 刘建强, 袁红嫔, 黄海燕. 无磷洗衣粉去污力评价讨论[ J ]. 长春理工大学学报: 综合版, 2006, 2( 2 ): 179-182.

[ 5 ] 刘国清, 黄海燕. 含磷、无磷洗衣粉洗涤效果与环境影响讨论[ J ]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2002, 20( 4 ): 75-77.

[ 6 ] 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范( 2002 年版 ) [ EB/OL ]. ( 2009-06-01 ) [http://www.icdc.cn/news\\_view.asp?newsid=453](http://www.icdc.cn/news_view.asp?newsid=453).

[ 7 ] 邱洪流, 谢琴, 谢帆. 含氯复方消毒剂杀灭微生物效果的试验观察[ J ]. 现代预防医学, 2006, 33( 10 ): 1960-1961.

[ 8 ] 魏群生, 施绮云, 薛广波. 鱼水牌消毒洗衣粉性能的实验室观察[ J ]. 中国消毒学杂志, 1997, 14( 2 ): 80-83.

[ 9 ] 刘心建, 马红恩. 一种除菌洗衣粉杀菌效果试验观察[ J ]. 中国消毒学杂志, 2010, 27( 2 ): 155-156.

[ 10 ] 李新武, 张流波, 李伟, 等. 一种检测与评价洗衣粉消毒效果的方法[ J ]. 中国消毒学杂志, 2002, 19( 1 ): 7-11.

[ 11 ] 高华, 于兹东, 黄祖亮. 稳定型消毒漂白洗衣粉的研制及性能实验[ J ]. 青岛大学医学院学报, 2001, 37( 2 ): 95-98.

( 收稿日期: 2009-10-29 )

( 英文编审: 薛寿征; 编辑: 徐新春; 校对: 洪琪 )

【精彩预告】

工频电磁场接触限值介绍

瞿军, 何永华, 常秀丽, 等

工频电磁场( power frequency electromagnetic field )是由各种电压等级的输电线及电器所产生的一种极低频电磁场, 频率为 50 Hz 或 60 Hz。为了防止其对人体产生的不良健康效应, 许多国家和组织制订了工频电磁场的接触标准。复旦大学公共卫生学院的研究人员对当前不同机构制定的有关工频电磁场的接触限值进行了详尽介绍, 并对制定限值的依据及特点进行了分析, 同时提出了自己的看法和意见。

此文将于近期刊出, 敬请关注。