

## 【论著】

## 床单位臭氧消毒机消毒效果研究

陈路瑶<sup>1</sup>, 林秀娟<sup>2</sup>, 林立旺<sup>1</sup>, 黄育红<sup>1</sup>, 陈祖毅<sup>1</sup>

(1. 福建省疾病预防控制中心, 福州 350004; 2. 福建中医学院, 福州 350108)

**[摘要]** 目的: 比较观察哪一条件下床单位臭氧消毒效果最佳, 以确定床单位消毒器的临床实际应用价值。方法: 通过模拟现场实验, 观察在不同条件下床单位臭氧消毒器对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和白色念珠菌的消毒效果。结果: 在  $T=18.5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{RH}=70\%$  下常规消毒气量 (16 L/min) 作用 60 min 消毒效果不理想, 延长作用时间, 提高气量, 提高湿度消毒效果有一定提高, 但仍无法达到消毒要求。直接采用湿菌片进行试验, 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌杀灭对数值均  $>3.00$  达到消毒要求, 且对铜绿假单胞菌的消毒效果最好, 但对白色念珠菌仍无法达到消毒要求。结论: 床单位在湿度越高消毒时间越长的情况下, 臭氧消毒效果越佳。

**[关键词]** 床单位; 臭氧消毒机; 消毒效果

**[中图分类号]** R187 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1004-8685(2007)01-0068-03

## Study on germicidal efficacy of bed unit ozone sterilizer

Chen Luyao<sup>1</sup>, Lin Xiujuan<sup>2</sup>, Lin Liwang<sup>1</sup>, Huang Yuhong<sup>1</sup>, Chen Zuyi<sup>1</sup>

(1. Fujian Center for Disease Control and Prevention, Fuzhou 350004, China; 2. Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou 350108, China)

**[Abstract]** **Objective** To observe and compare that which condition can offer the better ozone germicidal efficacy on the bed unit to determine the practical applied value of the bed unit sterilizer in the clinic. **Methods** Observing the germicidal efficacy that bed unit ozone sterilizer have on *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans* by the stimulant spot experiment in different conditions. **Results** The germicidal efficacy was not good with the conventional disinfecting ozone flow (16 L/min), the humidity of 70%, the temperature of  $18.5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  and the contact time of 60 minutes. The germicidal efficacy could be improved if extending the contact time with increasing the ozone flow and the humidity, but the disinfecting demand still could not be met. The disinfecting requirement that the logarithm reduction of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* all greater than 3.00 could be achieved and the best disinfecting effect on *Pseudomonas aeruginosa* by testing with the wet bacterial tablet directly. However, the log reduction of *Candida albicans* could still not achieve the disinfecting requirement. **Conclusion** The higher the humidity is and the longer the contact time is, the better germicidal efficacy the bed unit can gain.

**[Key words]** Bed unit; Ozone sterilizer; Germicidal efficacy

病床上的床单、床垫、枕心、棉被、毛毯等统称为床单位<sup>[1,2]</sup>。所有入院病人都要使用床单位, 床单位的污染问题已引起世人关注, 如不做好床单位使用过程中和新病人入院前床单位消毒, 将有可能造成院内传染的发生<sup>[3]</sup>。

目前, 我国医院对床单位的消毒, 通常采用日光曝晒、换洗和紫外线灯近距离照射的方法<sup>[4,5]</sup>。卫生部规定这些物品用过必须把他们在日光下暴晒 6 h 但因为气候的原因, 不少医院难以做到日晒, 而且长时间日晒或频繁洗涤都会降低床单位的使用寿命, 加大医院的使用经费; 而采用紫外线灯照射消毒, 由于紫外线穿透力差, 对空气的温度和湿度有一定的要求, 而且还有灼伤人的粘膜皮肤和眼睛等缺点<sup>[4]</sup>, 而且上述 3 种方法都只能起到最外表层的消毒作用。因此, 以上方法均不能有效解决床单位的消毒问题。为了解决床单位消毒问题, 人们还在进一步探索, 臭氧具有杀菌力强、不产生残余污

染、消毒无死角、操作方便、成本低廉的优越性能<sup>[6]</sup>, 因此有人提出了用臭氧消毒机进行床单位消毒。

尽管从理论上讲臭氧具有极强的氧化能力, 但由于分解快, 且在实际应用时易受温度、湿度、气流量等因素影响, 因此很有必要通过实验来评价实际消毒效果和探索最佳使用条件。现将实验结果报告如下:

## 1 材料与方法

## 1.1 材料

菌种: 大肠杆菌 8099, 金黄色葡萄球菌 ATCC6538, 铜绿假单胞菌 ATCC15442, 白色念珠菌 ATCC10231, 染菌载体 (1 cm × 1 cm 的无菌脱脂白平纹布片)。JPD-800 床单位臭氧消毒器; 臭氧发生量  $>1.0\text{ g/h}$ ; 由京柏医疗器械有限公司提供。床垫, 120 cm × 190 cm。磷酸盐缓冲液 (PBS 0.03 mol/L, pH 7.2)。胰蛋白胨大豆琼脂培养基 (TSA)、胰蛋白胨大豆肉汤培养基 (TSB)、普通营养琼脂培养基和沙氏培养基。

**[作者简介]** 陈路瑶 (1975-), 女, 大学, 主管技师, 主要从事消毒检测工作。

1.2 方法

1.2.1 菌悬液与菌片的制备<sup>[7]</sup> 取大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、白色念珠菌新鲜培养物,用稀液配成  $1 \times 10^8$  cfu/ml~ $5 \times 10^8$  cfu/ml的菌悬液,取  $10 \mu$ l滴染于  $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ 的无菌白平纹布片上,烤干后备用。

1.2.2 床臭氧消毒器消毒效果试验

1.2.2.1 设试验组和对照组 用镊子将无菌平皿中的 4种菌片按从左至右大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、白色念珠菌的顺序依次放在床垫的左上、左下、右上、右下以及中间 5个方位,并用大头钉固定作为试验组。每一菌种另取两个菌片放置于  $20^\circ\text{C}$  恒温箱中作为对照组。

1.2.2.2 常规使用消毒效果试验 将一次性消毒罩铺到床垫上,床罩的四边压入床垫下,不得漏气。将消毒机的出气端口插入床罩的气嘴内<sup>[8]</sup>。设定消毒机工作状态为 II档(气量为  $16 \text{ L/min}$ ),消毒时间  $60 \text{ min}$   $\text{RH}=70\%$ 进行试验。

1.2.2.3 不同条件下消毒效果试验 设置不同的条件对臭氧机消毒效果进行观察和比较,包括几个方面:气量、温湿度不变改变消毒时间对消毒效果的影响;相同气量、相同时间不同湿度对消毒效果的影响;使用未烤干的湿菌片在不同排气量及消毒时间下消毒效果比较;以及增加排气量、湿度并延长时间对消毒效果的影响。

1.2.2.4 每次消毒时间结束后,按无菌要求取出实验组菌片和对照组菌片,进行活菌培养计数。

2 结果

2.1 常规使用消毒效果

在气量为  $16 \text{ L/min}$   $T=18.5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $\text{RH}=70\%$ 下,作用  $60 \text{ min}$ 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌杀灭对数值均大于 1.00 对白色念珠菌杀灭对数值小于 1.00 均未达到消毒要求(杀灭对数值 $>3.00$ ),结果见表 1。

表 1 常规消毒气量 ( $16 \text{ L/min}$ )作用  $60 \text{ min}$ 消毒效果

菌种	不同方位的菌对数值					平均对照菌数 (cfu/片)
	左上	左下	右上	右下	中间	
大肠杆菌	1.31	1.24	1.26	1.35	1.26	$2.08 \times 10^6$
金黄色葡萄球菌	1.22	1.22	1.25	1.29	1.12	$3.27 \times 10^6$
铜绿假单胞菌	1.46	1.37	1.51	1.69	1.26	$3.70 \times 10^6$
白色念珠菌	0.64	0.65	0.77	0.86	0.58	$4.27 \times 10^6$

2.2 排气量及消毒时间的影响

在  $T=18.5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $\text{RH}=70\%$ 条件下,作用  $90 \text{ min}$  气量为  $16 \text{ L/min}$ 杀灭对数值均大于 1.00 和消毒  $60 \text{ min}$ 的效果相近,将气量提高为  $20 \text{ L/min}$ 杀灭对数值略有提高,但对消毒效果影响仍不明显,杀灭对数值仍未达到消毒要求,结果见表 2。

2.3 提高环境湿度

在气量为  $20 \text{ L/min}$   $T=18.5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $\text{RH}=90\%$ 下作用  $90 \text{ min}$ 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌杀灭对数值均大于 2.00 其中对铜绿假单胞菌效果最好,有 3个方位杀灭对数值达到 3.00 以上,对白色念珠菌杀灭对数值大于 1.00 结果见表 3。

表 2 不同消毒气量,作用  $90 \text{ min}$ 消毒效果

菌种	不同气量 (L/min)	不同方位的菌对数值					平均对照菌数 (cfu/片)
		左上	左下	右上	右下	中间	
大肠杆菌	16	1.24	1.27	1.25	1.35	1.26	$3.59 \times 10^6$
	20	1.58	1.51	1.48	1.82	1.72	$3.98 \times 10^6$
金黄色葡萄球菌	16	1.29	1.26	1.26	1.35	1.15	$4.62 \times 10^6$
	20	1.39	1.37	1.39	1.37	1.35	$3.40 \times 10^6$
铜绿假单胞菌	16	1.47	1.38	1.50	1.78	1.71	$3.14 \times 10^6$
	20	1.72	1.56	1.50	1.90	1.73	$1.01 \times 10^6$
白色念珠菌	16	1.15	1.12	1.09	1.04	1.04	$2.34 \times 10^6$
	20	1.25	1.27	1.37	1.26	1.19	$1.12 \times 10^6$

表 3 高气量 ( $20 \text{ L/min}$ )高湿度 ( $90\%$ )消毒效果

菌种	不同方位的菌对数值					平均对照菌数 (cfu/片)
	左上	左下	右上	右下	中间	
大肠杆菌	2.34	2.24	2.80	2.69	2.51	$2.48 \times 10^6$
金黄色葡萄球菌	2.25	2.24	2.98	2.59	2.94	$3.88 \times 10^5$
铜绿假单胞菌	2.80	2.06	3.39	3.91	3.10	$2.46 \times 10^6$
白色念珠菌	1.30	1.32	1.31	1.36	1.39	$3.20 \times 10^6$

2.4 不同时间,未烤干的湿菌片

湿菌片在气量为  $20 \text{ L/min}$   $T=18.5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 下,作用  $60 \text{ min}$ 及  $90 \text{ min}$ 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌杀灭对数值均大于 3.00 其中对铜绿假单胞菌效果最好,作用  $90 \text{ min}$ 各方位杀灭对数值均大于 5.00 对白色念珠菌消毒效果也有所提高,但杀灭对数值仍未达到消毒要求,结果见表 4。

表 4 湿菌片不同消毒时间消毒效果

菌种	不同时间 (min)	不同方位的菌对数值					平均对照菌数 (cfu/片)
		左上	左下	右上	右下	中间	
大肠杆菌	60	3.70	4.16	3.41	4.11	4.02	$2.19 \times 10^6$
	90	$>5.00$	4.29	4.58	$>5.00$	$>5.00$	$1.72 \times 10^6$
金黄色葡萄球菌	60	3.60	4.60	3.41	4.06	3.37	$4.74 \times 10^6$
	90	$>5.00$	4.96	4.95	4.85	4.39	$2.45 \times 10^6$
铜绿假单胞菌	60	3.83	4.81	3.74	3.58	4.07	$6.50 \times 10^5$
	90	$>5.00$	$>5.00$	$>5.00$	$>5.00$	$>5.00$	$3.64 \times 10^6$
白色念珠菌	60	1.80	2.20	1.70	2.03	2.27	$1.36 \times 10^6$
	90	2.27	3.28	2.32	3.13	2.39	$2.95 \times 10^6$

3 讨论

医院的床单位几乎毫不例外地被病人的各种体液和血液污染<sup>[9]</sup>,床单位已成为医院感染的主要媒介之一。传统的方法难以达到有效消毒。紫外线照射消毒法仅能对物体表面的细菌起杀灭作用,如要对床单位的不同层次、部位进行消毒,常需分次进行,所需时间较长,使得床单位的消毒难以真正实

(下转第 81 页)

2.3 高浓度 SDS对体系共振光谱散射抑制作用

如图 4所示在 SDS的终浓度超过  $3.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  时体系共振光散射出现抑制现象。机理可能是: SDS和 DNA均带负电荷, 鱼精蛋白带正电荷, 低浓度时三者形成复合物, 体系共振光散射增强。高浓度时, SDS解离 DNA与蛋白质结合形成沉淀, DNA被游离, 体系共振光散射被抑制。

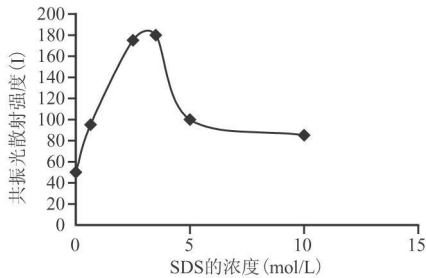


图 4 高浓度 SDS对共振光散射强度的影响

2.4 线性范围及线性方程

实验表明, SDS浓度在  $0.2 \sim 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  和  $1.0 \sim 3.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  范围内, 标准曲线的斜率发生了变化, 高浓度时, 曲线斜率略有降低, 但仍有线性关系。曲线方程见表 1

表 1 共振散射信号与 SDS浓度的线性方程

SDS浓度 ( $10^{-5} \text{ mol/L}$ )	回归方程	相关系数
0.2 ~ 1.0	$Y = 26.54X - 2.248$	0.9824
1.0 ~ 3.5	$Y = 289.9X - 94.39$	0.9984

2.5 干扰分析

观察了性质相同物质的干扰情况<sup>[5]</sup>。取两个比色管均加入相同浓度的鱼精蛋白 ( $0.1 \text{ mg/L}$ ) DNA ( $0.01 \text{ mg/L}$ )和 SDS ( $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ )溶液。第 2个比色加入  $1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  十二烷基苯磺酸钠 (SDBS)  $50 \mu\text{l}$  两组测定结果经配对  $t$  检验  $P = 0.766$  远大于 0.05 统计学无差别。十二烷基苯磺酸钠对测定没有干扰。

2.6 样品分析

采集松花江水样, 经过滤处理后<sup>[6]</sup>, 用本方法测定, 十二烷基硫酸钠的浓度为  $0.584 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

[参考文献]

[1] 施文健. 水中阴离子表面活性剂的吸附分光光度法测定 [J]. 分析测试学报, 2002 21(6): 42-44.  
 [2] 李原芳, 黄承志, 胡小莉. 共振光散射技术的原理及其在生化研究和分析中的应用 [J]. 分析化学, 1998 26(12): 1508-1515.  
 [3] Du Xiaoyan, S. Sasaki, H. Nakamura *et al.* The determination of DNA based on light-scattering of a complex with histone [J]. Talanta 2001, 55: 93-98.  
 [4] 肖锡林, 王永生, 李木兰, 等. 健那绿共振光散射法测定水中阴离子表面活性剂 [J]. 中国卫生检验杂志, 2004 14(3): 290-292.  
 [5] 杜晓燕, 郑晶, 王保珍. 组蛋白-DNA共振光散射法的建立与应用 [J]. 中国公共卫生, 2004 20(6): 704-705.  
 [6] 王亚婷, 赵凤林, 李克安, 等. 有机染料作为光散射探针在分析化学应用中的进展 [J]. 高等学校化学学报, 2000 21(10): 1491-1494.

(收稿日期: 2006-09-15)

(上接第 69页)

施, 且消毒时产生的臭氧刺激性强, 病人难以接受。床单位臭氧消毒器由于是采用陶瓷沿面放电及气泵增压技术, 能将高浓度臭氧以半封闭加压渗透方式渗透到被消毒单位深处及背面, 达到全面消毒目的<sup>[10]</sup>。另外, 床单位臭氧消毒器在消毒过程中几乎密闭, 无臭氧向外泄漏, 并且, 臭氧的半衰期仅为 20 min 消毒结束, 可延迟一定时间待臭氧完全分解后再打开消毒罩, 不仅能保护病人, 而且能保护医务人员的身体健康, 并能对院内交叉感染起到较好的预防和控制作用。

影响臭氧消毒的因素较多, 包括臭氧气量、时间、温度、湿度等。本试验结果表明, 在气量为  $20 \text{ L/min}$  温度为  $18.5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ , 湿菌片长时间消毒 90 min 条件下, 臭氧对微生物的杀灭作用好, 而且对铜绿假单胞菌的杀灭效果比其他微生物的杀灭效果都好。即臭氧气量越大, 消毒时间越长, 温度越高, 湿度越大, 臭氧消毒效果越好。使用臭氧消毒器进行物品表面消毒时应尽量加大物品表面的湿度。加湿方式可采用消毒前在物品表面喷少量水或使用空气加湿器, 以保证消毒杀菌效果。有机物的存在也会加速臭氧的降解, 为保证消毒效果, 应先将物品洗净后再进行臭氧消毒。而且臭氧消毒器臭氧消毒过程中需保证密封状态, 以防止影响消毒效果和伤害医务人员的身体健康。因此, 建议医院在实际应用中应注意这些问题, 并予以科学应用。

[参考文献]

[1] 张晓萍, 陈凯, 张丽, 等. 两种床单位消毒法对床单位消毒效果的观察 [J]. 解放军护理杂志, 2003 20(1): 18-20.  
 [2] 聂渝莉, 陈宇静, 吴建明. 臭氧被服消毒机对床单位消毒效果观察 [J]. 海峡预防医学杂志, 2005 11(5): 23.  
 [3] 李洪敏, 冷溧, 于莹, 等. GCXD-1000型床单位消毒器消毒方法的应用 [J]. 现代科学仪器, 2002 (6): 57-58.  
 [4] 许燕玲, 朱萍, 董风, 等. 床单位消毒器与紫外线灯对床单位消毒效果的比较 [J]. 中华现代临床医学杂志, 2004 2(3): 282-283.  
 [5] 练燕. 床单位消毒机消毒时间及效果观察 [J]. 护理研究, 2005 19(4): 635.  
 [6] 李玉华, 康伟民. 用臭氧发生器进行床单位消毒的试验 [J]. 医疗装备, 2003 16(1): 47.  
 [7] 消毒技术规范 [S]. 2002.  
 [8] 王海燕, 宫国旭, 叶冬霞. 传染病医院床单位臭氧消毒的临床应用 [J]. 中华医院感染学杂志, 2004 14(6): 670.  
 [9] 张弘, 刘衡川, 李灶平, 等. 床单位臭氧消毒器对医院被服类物品消毒效果观察 [J]. 中国消毒学杂志, 2005 22(3): 313-315.  
 [10] 王晓颖, 姜瑞花, 梁文华. NY-300S床单位臭氧消毒器在临床的应用 [J]. 中华医院感染学杂志, 2005 15(1): 114.

(收稿日期: 2006-07-31)