

【论 著】

臭氧穿透棉织物杀菌效果的研究

王静思, 罗 希¹, 刘衡川², 黄偌颖², 王国庆²

(成都市武侯区疾病预防控制中心, 四川成都 610041;

1 中南大学公共卫生学院; 2 四川大学华西公共卫生学院)

摘要 目的 观察不同条件下臭氧气体穿透棉织物的消毒效果, 以确定床单位臭氧消毒机的实际临床应用价值。方法 采用载体定量杀菌试验方法, 对床单位臭氧消毒器发生的臭氧气体杀灭棉织物内污染菌效果进行了观察。结果 该床单位消毒器以臭氧气体为杀菌因子, 消毒袋内维持臭氧浓度均在 500 mg/m³ 以上。在常温常湿条件下, 以臭氧平均浓度为 516 mg/m³, 熏蒸消毒 60 min, 停止臭氧发生后保持 30 min, 臭氧穿透一层棉布后对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌杀灭对数值 (KL) 均 > 3.0; 穿透三层棉布后对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和白色念珠菌的杀灭对数值依次为 3.0、2.6 和 1.5。结论 臭氧熏蒸消毒方法可用于床单位表面消毒, 不适宜床单位深层消毒。

关键词 床单位臭氧消毒器; 棉织品; 穿透性; 杀菌效果

中图分类号: R187.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-7658(2014)09-0921-03

STUDY ON GERMICIDAL EFFICACY OF OZONE PENETRATE COTTON FABRIC

WANG Jing-si, LUO Xi¹, LIU Heng-chuan², HUANG Ruo-ying², WANG Guo-qing²

(Chengdu Wuhou District Center for Disease Control and Prevention, Chengdu Sichuan 610041; 1 College of Public Health, Central South University; 2 College of Public Health, Sichuan University, China)

Abstract Objective To observe disinfection efficacy of ozone penetrate cotton fabric under different conditions, and to determine the practical applied value of the ozone sterilizer in the clinic. **Methods** Carrier quantitative germicidal test was used to observe germicidal efficacy of ozone produced by bed unit ozone sterilizer. **Results** Ozone was regarded as a bactericidal factor of bed unit ozone sterilizer, and keeping the ozone concentration in bags above 500 mg/m³. Operating the bed unit ozone sterilizer for 60 min and retaining for 30 min under normal temperature and pressure, the ozone concentration attained 516 mg/m³, penetrating one layer of cloth chip, the killing logarithms (KL) of *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli* were above 3.00. Under three layer of cloth chip, the KL of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Candida albicans* are 3.0, 2.6 and 1.5 respectively. **Conclusion** Ozone disinfection is suitable for bed unit surface disinfection, but not for deeply disinfection.

Key words bed unit ozone sterilizer; cotton fabric; penetrating; germicidal efficacy

臭氧作为一种广谱高效消毒剂, 具有气体分布均匀、分解后无二次污染和消毒剂残留、成本低廉、操作方便等优点⁽¹⁾, 近年来, 以臭氧为主要杀菌因子的床单位消毒机得到了较广泛的应用。关于臭氧床单位消毒器的杀菌效果及其作用强度尚没有深层次的研究报道, 文献报道的杀菌效果差异较大。一些研究认为臭氧床单位消毒机能有效杀灭床单位上的微生物, 而一些研究结果^(2,3) 则提示臭氧床单位

消毒机不能有效杀灭床单位上的微生物。为切实了解臭氧床单位消毒机的消毒效果, 我们对其穿透性和杀灭微生物的效果进行了观察研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用床单位臭氧消毒机共 4 台, 编号为 1、2、3、4, 除 1 号消毒机为市售品之外, 其余 3 台均为本研究特制生产, 每台消毒机配备专用臭氧消毒袋。

气体臭氧含量测定用 8810 型臭氧浓度测定仪, 配属使用 EP-6 大气采样器, 用美国进口产品; 臭氧浓度测定同时与常规碘量法测定结果作比较。

试验指标菌为金黄色葡萄球菌 (ATCC 6538)、大肠杆菌 (8099) 和白色念珠菌 (ATCC 10231), 均购

(作者简介) 王静思 (1991 -), 女, 四川乐山人, 大学本科, 检验师, 从事微生物卫生检验工作。罗希 (1990 -), 女, 四川乐山人, 硕士, 公共卫生与预防医学专业硕士在读, 共同第一作者。

(通讯作者) 刘衡川, Email: lhc54@sohu.com

自军事医学科学院消毒检测中心。染菌载体为 10mm × 10mm 无菌脱脂白平纹棉布片。

1.2 试验方法

1.2.1 臭氧发生量测定 抽出专用消毒袋中空气, 开启床单位臭氧消毒机一定时间后, 停机后用 EP-6 大气采样器采样 5 min, 流速 0.5 L/min。两支多孔玻泡吸收管串联吸收臭氧, 吸收液为 200 g/L 碘化钾溶液。分别于臭氧消毒机运行 15、30、45、60 和 90 min 进行采样和测定, 同时与碘量法测定作平行比较, 一式测 2 份。

1.2.2 染菌载体制备 取各试验菌种经纯化分离培养, 取单个菌落接种营养琼脂培养基斜面(白色念珠菌用沙堡诺), 培养 24 h 用其新鲜斜面培养物, 以胰蛋白胨肉汤(TSB)洗下菌苔制成菌悬液。取菌悬液 10 μl 滴染布片, 37℃ 干燥 5 min 制备染菌载体, 回收菌量为 5 × 10⁵ ~ 5 × 10⁶ cfu/片。

1.2.3 空载杀菌实验 在体积 20 m³ 密闭房间内, 室温控制 20 ± 1℃, 消毒袋内调节相对湿度 75% ~ 80%。消毒袋中放置一层布缝制的布袋, 将各染菌载体一式 2 片布放在布袋表面和袋内, 密封消毒袋并排出空气。将臭氧输送管道连接消毒袋开机 60 min 后关机保持 30 min。取出菌片放入含 5 ml 磷酸盐缓冲液(PBS)的试管中(阳性对照菌片不经消毒处理), 振荡洗下残余细菌, 取样液或系列稀释液 1.0 ml 接种, 活菌培养计数。实验重复 3 次。

1.2.4 有负载杀菌实验 实验环境条件与空载定量杀菌实验相同。在消毒袋中重叠平铺两床棉被, 夹层内部对角线两端及中心三点放置 3 种菌片, 每点每种菌片各 2 片, 两端距离顶点 15 cm; 同时在棉被表面中心处放置菌片, 密封消毒袋抽出空气。将臭氧输送管道连接消毒袋开机 60 min 后关机保持 30 min。取出菌片放入含 5 ml 磷酸盐缓冲液(PBS)的试管中(阳性对照菌片不经消毒处理), 振荡洗下残余细菌, 取样液或系列稀释液 1.0 ml 接种, 活菌培养计数。实验重复 3 次。

计算杀灭对数值 杀灭对数值(KL) = 对照组平均活菌浓度的对数值(No) - 试验组活菌浓度对数值(Nx)。

2 结果

2.1 臭氧含量测定结果

测定结果表明, 1 号消毒机臭氧产量低于另 3 台特制消毒机。4 台消毒机开机 15 min, 袋内臭氧浓度即达到有效浓度值, 且在 60 min 运行期间波动不明显, 停机后 30 min 内下降不明显; 仪器法测得臭氧浓度明显低于碘量法测定结果(表 1)。

表 1 各床单位臭氧消毒机开机不同时间臭氧浓度测定结果

消毒机编号	测定方法	开机不同时间(min) 的臭氧浓度(mg/m ³)				
		15	30	45	60	90
1	碘量法	688	705	742	746	
	仪器法	329	515	579	592	566
2	碘量法	1 019	1 153	1 291	1 389	
	仪器法	754	865	955	1 014	982
3	碘量法	1 570	1 581	1 675	1 608	1 392
	仪器法	1 178	1 188	1 191	1 196	1 165
4	碘量法	2 053	2 011	2 088	2 172	1 942
	仪器法	1 519	1 488	1 552	1 624	1 429

2.2 空载杀菌实验结果

当臭氧平均浓度为 516 mg/m³ 时, 对棉布袋表面和内部一层、三层的金黄色葡萄球菌的杀灭对数值均 > 3.00; 对棉布袋表面的大肠杆菌、白色念珠菌和内部一层的大肠杆菌杀灭对数值均 > 3.00; 对棉布袋三层的大肠杆菌和各层的白色念珠菌的杀灭对数值均 < 3.00。当臭氧平均浓度为 1 183 mg/m³ 时, 对八层棉布袋中的金黄色葡萄球菌和大肠杆菌及三层棉布袋中的白色念珠菌的杀灭对数值均 > 3.00, 达到消毒合格要求; 对四层棉布袋中的白色念珠菌的杀灭对数值 < 3.00, 不能达到消毒合格要求(表 2)。

结果还显示, 随棉布层数增加臭氧穿透难度加大, 杀菌效果降低; 随臭氧浓度增加杀菌效果增加, 穿透层数也增加。

2.3 有负载杀菌实验结果

消毒袋内放置 2 床棉被条件下, 当臭氧平均浓度为 914 mg/m³ 时, 对棉絮表面及夹层内部的金黄色葡萄球菌的杀灭对数值 > 3.00; 对棉絮表面大肠杆菌的杀灭对数值均 > 3.00, 对夹层内部大肠杆菌和白色念珠菌以及棉絮表面白色念珠菌的杀灭对数值 < 3.00。当臭氧平均浓度为 1 183 mg/m³ 时, 对棉絮表面及夹层内部的金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的杀灭对数值均 > 3.00; 对棉絮表面白色念珠菌的杀灭对数值 > 3.00, 对夹层内部白色念珠菌的杀灭对数值均 < 3.00(表 3)。

3 讨论

医院感染一直是全球卫生领域难以克服的问题⁽⁴⁾, 调查表明, 床单、被褥、枕头等床单位易检测出多种致病菌和条件致病菌⁽⁵⁾, 可能是医院感染的重要来源之一。定期对医院床单位清洁消毒是控制医院感染的必要措施。棉絮、棕垫等物品不适合用消毒剂或压力蒸汽等方法处理; 日光曝晒不能满足

医院床位周转迅速的要求⁽⁶⁾。紫外线消毒穿透力弱,必须近距离辐射,对折叠和厚实的被褥消毒效果

不佳。因此,床单位臭氧消毒机对于分散和单个床单位消毒具有一定实用价值。

表 2 不同浓度臭氧在消毒袋空载条件下杀菌效果

臭氧浓度 (mg/m ³)	试验菌株	对不同层数布袋内试验菌的杀灭对数值							
		表面	1层	3层	4层	5层	7层	8层	9层
516	金黄色葡萄球菌	>3.00	>3.00	>3.00					
	大肠杆菌	>3.00	>3.00	>2.64					
	白色念珠菌	>3.00	2.31	1.45					
1 183	金黄色葡萄球菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	大肠杆菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	白色念珠菌	>3.00	>3.00	>3.00	2.70	2.17			
1 522	金黄色葡萄球菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	大肠杆菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	白色念珠菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00	1.48	1.59		

注:阳性对照平均菌数(cfu/片):金黄色葡萄球菌为2 830 000,大肠杆菌为1 970 000,白色念珠菌为1 450 000。

表 3 不同浓度臭氧在消毒袋有负载条件下杀菌效果

臭氧浓度 (mg/m ³)	试验菌株	棉絮 表面杀灭 对数值	棉絮夹层内部各点的 杀灭对数值		
			1	2	3
914	金黄色葡萄球菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	大肠杆菌	>3.00	>3.00	2.77	2.81
	白色念珠菌	2.22	2.30	2.19	2.23
1 183	金黄色葡萄球菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	大肠杆菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	白色念珠菌	>3.00	2.30	1.84	2.57
1 522	金黄色葡萄球菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	大肠杆菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00
	白色念珠菌	>3.00	>3.00	>3.00	>3.00

注:阳性对照平均菌数(cfu/片):金黄色葡萄球菌为2 750 000,大肠杆菌为1 860 000,白色念珠菌为1 490 000。

实验结果显示,该床单位臭氧消毒机对棉织品上污染细菌具有一定杀灭效果,且臭氧浓度越高,杀菌效果越好,与已有文献报道一致⁽⁷⁾。空载条件下,当臭氧浓度为516 mg/m³时不能穿透棉织物杀灭所有试验细菌繁殖体达到消毒合格要求,当臭氧浓度到达1 183 mg/m³能穿透8层棉织物对细菌繁殖体达到消毒合格要求,但对4层以上棉织物的白色念珠菌达不到消毒合格要求。负载情况下,臭氧浓度为1 522 mg/m³时对棉絮深层大肠杆菌和白色念珠菌的杀灭对数值<3.00,达不到消毒合格要求。黄丽君⁽⁷⁾等研究结果显示,床单位臭氧机对棉被下细菌的平均杀灭率>99.0%(即KL>2.0),与此次实验结果相吻合。低浓度臭氧对深层杀菌效果差,可能是因为棉絮表面及内部残留大量有机物。研究表明,有机物的存在一方面影响臭氧的穿透效果;另一方面,有机物本身消耗臭氧,致使有效消毒浓度降低⁽⁸⁾。

实际上,市售床单位臭氧消毒机通常空载时臭氧浓度约为600~700 mg/m³,远低于能杀灭棉絮内部三种自然菌所要求的浓度。根据2002年版《消毒技术规范》中“织物消毒效果监测结果判定:未检出致病菌为消毒合格”的要求,可以认为实际医用床单位臭氧消毒机对棉织物的消毒达不到消毒合格要求,而高浓度臭氧对多种物品有腐蚀性,易解析,不稳定,且高浓度臭氧对人体有损害,严重时还可导致肺水肿等^(2,3,9)也限制了床单位臭氧消毒机在控制医院感染工作中的应用,因此,臭氧对棉织物的消毒在实际临床工作中意义不大,应寻求更理想的床单位消毒方法。

参考文献

- (1) 王丽丽,张齐放.臭氧消毒在医院消毒工作中的应用现状[J].解放军护理杂志,2011,6(28):36-38.
- (2) 胡爱清.医院空气消毒的研究概况[J].环境与健康杂志,2007,24(6):465-467.
- (3) 戎毅,谈智,徐燕.床单位臭氧消毒器消毒效果的实验观察[J].现代预防医学,2007,34(2):344-345.
- (4) 刘亮宝,黄春蓉,朱华云,等.2010年医院感染横断面调查分析[J].中华医院感染学杂志,2011,21(10):1996-1998.
- (5) 李春梅,祝洪珍,杜文波.床单位细菌污染的调查及臭氧消毒机消毒效果研究[J].中华医学感染学杂志,2010,20(14):2068-2069.
- (6) 陈代芬,姜秀娟,戴俊.医院感染与臭氧消毒应用[J].生命科学仪器,2006,4(8):55-56.
- (7) 黄丽君,俞莲花,林梅芳,等.床单位臭氧消毒器对床单位消毒作用的实验研究[J].护士进修杂志,2003,18(5):410-411.
- (8) 任巍.臭氧被服消毒机杀菌效果的试验研究[J].中国消毒学杂志,2004,21(3):193-196.
- (9) 陈路瑶,林秀娟,林立旺等.床单位臭氧消毒机消毒效果研究[J].中国卫生检验杂志,2007,17(1):68-69,81.

(收稿日期:2014-04-22)