

【论 著】

臭氧消毒柜对不同材料表面消毒效果的研究

陈梦曦,李欣洋,代黄梅,张遵真

(四川大学华西公共卫生学院 四川大学华西第四医院环境卫生与职业医学系,四川成都 610041)

摘要 目的 研究臭氧消毒柜对不同载体表面的消毒效果,为臭氧消毒柜的开发应用及消毒效果的评价提供参考。**方法** 采用载体定量杀菌试验方法,观察臭氧消毒柜对玻璃、塑料、不锈钢和棉布载体表面污染菌的杀灭效果。**结果** 在消毒机箱内压强为 50 kPa 的条件下,臭氧浓度为 6.94 mg/L、作用 50 s 后,对玻璃、塑料和不锈钢载体上大肠杆菌的杀灭率为 100%;臭氧浓度为 8.33 mg/L、作用 60 s 后,对包括布片在内所有载体材料表面大肠杆菌的杀灭率为 100%。**结论** 在试验条件下,该臭氧消毒柜对 4 种材质表面污染的大肠杆菌具有快速杀灭效果,对光滑硬质表面上细菌更容易杀灭。

关键词 臭氧;材料;大肠杆菌;消毒效果

中图分类号:R187.2

文献标识码:A

文章编号:1001-7658(2019)05-0329-03

DOI:10.11726/j.issn.1001-7658.2019.05.003

Study on the disinfection effect of ozone disinfectant on the surface of different materials

CHEN Meng-xi, LI Xin-yang, DAI Huang-mei, ZHANG Zun-zhen

(Department of Environmental Health and Occupational Medicine, West China School of Public Health and West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610041, China)

Abstract Objective To research the disinfection effect of ozone disinfectant on different carrier surfaces, for providing reference for the application of ozone disinfectant and evaluation of disinfection effect. **Methods** Using carrier quantitative disinfection test, to observe the killing effect of ozone disinfectant on *Escherichia coli* 8099 on the surface of glass, plastic, stainless steel and cotton carriers. **Results** When the pressure in the sterilizer box was 50 kPa, after disinfecting 40 s with the ozone concentration of 5.56 mg/L, the average killing rate of *Escherichia coli* on the surface of glass, plastics, stainless steel and cotton was 2.25 ± 0.04 , 2.23 ± 0.09 , 2.20 ± 0.19 , and 1.67 ± 0.06 , respectively. After disinfecting 50 s with the ozone concentration of 6.94 mg/L, the killing rate of *Escherichia coli* on the glass, plastic and stainless steel carriers reached 100%. After disinfecting 60 s with the ozone concentration of 8.33 mg/L, the killing log value of *Escherichia coli* on the surface of all carrier materials reached 100%. **Conclusion** Under the experimental condition, the ozone disinfectant has better disinfection effect on the surface with uniform texture and smooth non-porous materials than that of loose and rough porous materials.

Key words ozone; materials; *Escherichia coli*; disinfection effect

臭氧是一种高效杀菌剂,不仅作用广谱、杀菌迅速,且安全环保、无有害残留,广泛应用于餐具、被服、医疗器械等表面的消毒灭菌^[1-3]。但由于被污染的物体表面特征具有多样性,有些材料表面粗糙多孔,有些表面光滑无孔等,导致不同材料受到污染的特点与类型不尽相同,进而影响臭氧的消毒效

果^[4]。因此,为了解臭氧对不同材料的消毒效果,本研究以大肠杆菌为指示微生物,选择玻璃、塑料、不锈钢和棉布为不同材质载体进行载体定量杀菌试验,探究臭氧对不同材料表面的杀菌效果。现将结果报告如下。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验菌种为大肠杆菌(8099),由四川大学华西公共卫生学院卫生检验与检疫教研室保种并馈赠。培养细菌用固体培养基和液体培养基及相关生化试

〔基金项目〕 国家自然科学基金面上项目(NO.81773380)

〔作者简介〕 陈梦曦(1993-),女,四川崇州人,硕士,从事环境毒理学研究。

〔通讯作者〕 张遵真,Email:zhangzunzhen@163.com

剂均为国内市售产品。

试验仪器与试剂有真空臭氧消毒柜(国内企业产品),由臭氧发生器、消毒箱体与真空系统组成,消毒箱体内内容积约为 20 L;采用高压放电法制取臭氧,臭氧发生器产臭氧量为 10 g/h。

1.2 试验方法^[5]

1.2.1 载体材料的选择及预处理 选择玻璃、塑料(PP 聚丙烯)、金属(不锈钢)和白平纹纯棉布等 4 种材质为代表,制作成染菌载体。将 4 种材料均裁剪成 20 mm×20 mm 的正方形片状作为染菌载体,然后对其进行脱脂处理,压力蒸汽灭菌后备用。

1.2.2 臭氧浓度的计算 本研究用臭氧消毒柜,附设 1 密闭性正方形灭菌箱,内容积约为 20 L。启动臭氧发生装置,产生臭氧量为 10 g/h,根据时间可计算出消毒时的臭氧浓度($C_{\text{臭氧}}$)。计算公式为: $C_{\text{臭氧}} = (t \times 10 \text{ g/h}) / 20 \text{ L}$, t :消毒时间(h)。

1.2.3 菌片的制备 取少量大肠杆菌接种到灭菌的液体培养基中,置于 37℃ 恒温培养箱中增菌培养 24 h,制成菌含量为 10^8 cfu/ml 的菌悬液。将灭菌后的各菌片平铺在无菌平皿内,然后在每个载体表面滴加 10 μl 菌悬液涂均匀并晾干,制成染菌载片。同时用不染菌的片作为阳性对照组。

1.2.4 载体定量杀菌试验 将染菌片布放在臭氧消毒柜箱体内规定的位置,启动臭氧发生装置和真空系统(50 kPa)进行消毒处理。到设定的消毒时间,关闭消毒装置,立即取出菌片分别移入到盛有 5 ml 无菌生理盐水(试验证明该仪器消毒后载体无需加入中和剂)的 50 ml 烧杯中。将烧杯置于振荡器上均匀震荡 10 次(阳性对照菌片作相同的处理),经过充分洗脱后,取洗脱液 1 ml 接种于无菌平皿内,倒入营养琼脂培养基制成平板,待其冷却后将其倒置于 37℃ 恒温培养箱中培养 48 h,计数平板上菌落数,计算平均杀灭率。实验平行重复 3 次。

1.3 统计学方法

上述试验均独立重复 3 次,采用 SPSS 22.0 统计软件对实验数据进行统计分析。分析前先对数据进行正态性检验与方差齐性检验,然后采用单因素方差分析法进行比较分析,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 臭氧浓度的计算结果

当实验所用的臭氧消毒柜工作 30 s、40 s、50 s、60 s 时,其运行中所释放的臭氧最高瞬时浓度分别为 4.17 mg/L、5.56 mg/L、6.94 mg/L 和 8.33 mg/L。

2.2 不同材料菌片上细菌回收率

活菌计数培养结果表明,玻片和塑料片等载体

表面大肠杆菌的平均回收率分别为 64.34% 和 69.77%;不锈钢表面细菌平均回收率最高,为 88.37%,与其他 3 种材料的回收率相比,差异均有统计学意义($P < 0.05$);棉布表面上细菌平均回收率最低,仅为 49.61%,与其他 3 种材料的回收率相比,差异均有统计学意义($P < 0.05$)(表 1)。

表 1 不同载体材料表面大肠杆菌的回收率		
载体材料	阳性对照组菌落回收量(cfu/片)	平均回收率(%)
玻璃	2 700 000	64.34
塑料	3 000 000	69.77
不锈钢	3 800 000	88.37
棉布	2 130 000	49.61

注:平均染菌数为 4 300 000 cfu/片。

2.3 杀菌试验结果

结果表明,该臭氧消毒柜运行 40 s,计算臭氧浓度为 5.56 mg/L,对 4 种材质染菌载体上大肠杆菌平均杀灭率范围波动在 97.85%~99.40%;运行 50 s,计算臭氧浓度在 6.94 mg/L,对玻璃、塑料和不锈钢等 3 种光滑表面上大肠杆菌平均杀灭率均达到 100%,对棉布片上大肠杆菌平均杀灭率仅 99.80%;只有运行至 60 s 时,计算臭氧浓度达到 8.33 mg/L,对 4 种载体上大肠杆菌杀灭率均可达到 100%(表 2)。玻璃、塑料和不锈钢 3 种材料消毒效果差异无系统学意义,消毒效果均优于棉布($P < 0.05$)。

表 2 臭氧对不同载体材料表面大肠杆菌的消毒效果				
不同载体	作用不同时间(s)各载体表面大肠杆菌的平均杀灭率(%)			
	30	40	50	60
玻璃	95.94	99.43	100.00	100.00
塑料	92.68	99.40	100.00	100.00
不锈钢	92.16	99.33	100.00	100.00
棉布	78.31	97.85	99.80	100.00

注:阳性对照组平均菌数棉布片、不锈钢片、塑料片和玻璃片依次为 2 130 000、3 800 000、3 000 000、2 700 000cfu/片。

3 讨论

目前,臭氧更多的是被应用于医疗场所及防疫领域的消毒灭菌^[6,7],这些机构不仅环境复杂、微生物分布广泛且物体表面材料多种多样,若消毒效果不佳则有可能造成院内感染,因此能够控制臭氧在最短的消毒时间内达到最大的消毒效果至关重要。明确臭氧对不同材料的杀菌效果不仅能够缩短消毒时间、提高工作效率,而且能够有针对性地对杀菌效果较差的部位进行二次消毒,降低医院感染发生风险。在 2002 年版《消毒技术规范》中,对载体定量杀菌试验所选用的载体种类没有明确规定,要求使用者根据实际情况自行选择。事实上,载体材料对

臭氧消毒效果的影响具有不确定性,以往的研究显示,载体表面的干燥程度都会显著影响臭氧的杀菌效果^[8],因此不同研究者若使用不同的载体进行试验,得出的实验结论便会不同,更无法与同类产品进行比较。鉴于此,本研究以大肠杆菌为指示菌,以玻璃、塑料、不锈钢和棉布 4 种材料为载体,采用载体定量杀菌试验观察臭氧消毒柜对不同载体材料表面微生物的消毒效果,并对消毒效果进行比较分析,以期为指导臭氧消毒技术的应用与同类消毒机消毒效果的评价提供参考。

研究结果显示,臭氧消毒柜对玻璃、塑料、不锈钢、棉布表面的大肠杆菌都能够发挥消毒作用,其中臭氧对玻璃表面的杀菌效果最佳,塑料、不锈钢依次递减,棉布表面的消毒效果最差。这可能与材料表面微生物的数量、附着能力及分布状态有关^[8,9]。玻璃表面质地均匀,光滑无孔,不利于细菌附着,故消毒效果最好;塑料表面虽然也光滑平整,但由于表面张力作用,附着的菌液易聚集成团,从而减少了与臭氧的接触面积,因此效果不如玻璃;而不锈钢材料肉眼看去表面光滑、无孔,但研究发现其微观表面的粗糙度较大,划痕较多且疏水性较差^[10,11],因此附着在其表面的细菌数量较多,导致消毒相对困难。试验所用的棉布为白色平纹棉布,结构松散且粗糙多孔,使得棉布表面的细菌易渗入到内部从而被遮盖形成消毒死角^[12,13],因此消毒效果不够理想。基于我们的试验结果,可以考虑将臭氧消毒技术广泛应用于各领域光面光滑无孔材料表面的消毒灭菌,而在对质地粗糙、孔隙较多的物体表面消毒时,应适当地延长消毒时间同时相应的提高臭氧浓度。另外,由于玻璃材料易于获得,价格低廉,且臭氧对其表面的杀菌效果最好,因此在用载体定量杀菌试验检测消毒机的消毒效果时,建议优先选用玻片作为试验载体,以便进行同类消毒机间的平行比较。

本研究探讨了臭氧对不同材料表面的消毒效果,并对其消毒效果进行了比较分析。实验结果表

明臭氧对物体表面均有一定的杀菌效果,但材料种类不同,其消毒效果也不尽相同,以质地均匀、表面光滑无孔材料的消毒效果最佳,而结构疏松、表面粗糙多孔材料消毒效果较差。需要说明的是,实验所用的指示菌仅有大肠杆菌,试验菌种较为单一,所选择的材料种类也较为有限,臭氧消毒柜对其他载体材料的消毒效果如何,有待进一步研究。

参考文献

- [1] 王玲,冷红英,王崑,等. 大型商用食具消毒柜消毒效果观察[J]. 中国消毒学杂志,2014,31(9):1003-1004.
- [2] 闫国兴,高丽霞,郭淑芳,等. 不同消毒方法对铅防护服材质影响的研究[J]. 中国消毒学杂志,2016,33(7):703-705.
- [3] 赵洪峰,任淑华,董晓勤. 床单位消毒器不同方法杀菌效果观察[J]. 现代预防医学,2007,34(23):4556-4557.
- [4] 苏裕心,张文福,帖金凤,等. 一种汽化过氧化氢消毒装置对物体表面和空气消毒效果研究[J]. 中国消毒学杂志,2016,33(12):1141-1145.
- [5] 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范[S]. 2002.
- [6] 金海龙,成少彦,宋俊杰,等. 臭氧浓度检测在医疗方面的应用及发展[J]. 生物医学工程学杂志,2011,28(2):429-432.
- [7] 蔡聪勃,苏玉城,王珊珊,等. 2009-2013 年石狮市医疗机构消毒质量监测结果分析[J]. 现代预防医学,2015,42(6):1125-1126,1143.
- [8] 陈梦曦,李欣洋,吴媚,等. 载体定量杀菌试验检测臭氧消毒效果的改进研究[J]. 现代预防医学,2018,45(12):2222-2224,2240.
- [9] Turnbull GA, Morgan JAW, Whipps JM, *et al.* The role of motility in the in vitro attachment of *Pseudomonas putida* PaW8 to wheat roots[J]. Fems Microbiol Ecol,2001,35(1):57-65.
- [10] Callow JA, Callow ME, Ista LK, *et al.* The influence of surface energy on the wetting behaviour of the spore adhesive of the marine alga *Ulvalinza* (synonym *Enteromorpha linza*) [J]. J Royal Soc Interface,2005,2(4):319-325.
- [11] 黄佳,阎秋生,路家斌,等. 抛光表面质量对不锈钢制品耐腐蚀性能的影响[J]. 中国机械工程,2012,23(21):2573-2577.
- [12] 徐水凌,林霞. 不同载体材料对远红外线消毒和灭菌效果的影响[J]. 预防医学,2001,13(11):1-2.
- [13] 苏艳,段继周,段段霞,等. 材料表面性质对微生物附着行为的影响[J]. 海洋科学,2012,36(12):56-63.

(收稿日期:2018-11-30)