

· 实验研究 ·

液态和气态二氧化氯对空气消毒效果观察

陈惠珍, 王冰姝, 王雅静, 钟昱文, 郑小凌, 韩春华, 杨国光

【摘要】 目的 为了解液态稳定性二氧化氯和气态二氧化氯对空气消毒效果的异同。方法 通过实验室试验和实际应用场所的现场试验 2 个阶段, 分别对液态和气态二氧化氯对空气中微生物的杀灭效果进行研究。用液态二氧化氯溶液(浓度为 120 mg/L, 用量为 20 mL/m³, 即 2.35 mg/m³) 和气态二氧化氯(浓度为 0.9~1.0 mg/m³) 分别对被白色葡萄球菌污染的 1 m³ 气雾柜和 10 m³ 气雾室进行消毒, 于 0、15、30 min 时进行采样, 2 组实验均设立以标准硬水代替消毒液的对照组, 每组试验重复 3 次, 比较 2 组实验的杀灭率。现场空气消毒试验为分别用二氧化氯含量为 120 mg/L 的溶液(按 20 mL/m³ 的用量), 对体积为约 80 m³ 的房间进行气溶胶喷雾消毒; 用气态二氧化氯(浓度为 0.9 mg/m³) 对体积分别为 60 和 103 m³ 的房间进行 60 min 喷雾消毒, 对消毒前后进行采样, 计算空气中自然菌的消亡率。结果 实验室试验结果显示液态二氧化氯对 1 m³ 气雾柜、气体二氧化氯对 10 m³ 气雾室作用 30 min 的杀灭率均达 100%, 两者差异无统计学意义($P>0.05$)。现场试验结果显示液态二氧化氯消毒 80 m³ 密闭无人房间 60 min, 空气自然菌的消亡率为(95.90±0.53)%; 气态二氧化氯对体积约 60 和 103 m³ 密闭房间消毒 60 min, 空气中自然菌的消亡率分别为(95.02±1.01)%、(94.63±0.39)%。结论 在达到相近的消毒效果的情况下, 气态二氧化氯的用量更低。

【关键词】 二氧化氯; 消毒剂; 白色葡萄球菌

中图分类号: R187.2 文献标识码: A 文章编号: 1671-5039(2014)01-0085-03

二氧化氯(ClO₂, chlorine dioxide)是一种广谱的杀菌消毒剂, 已被广泛研究和应用。稳定性二氧化氯溶液无色、无味、无臭、不易燃、不挥发, 在 5~95℃下, 质量稳定, 不易分解。稳定性的二氧化氯(2%, pH 8.40)在酸性条件下释放出游离二氧化氯。游离的二氧化氯具有很强的氧化作用, 能使微生物蛋白质中的氨基酸氧化分解。二氧化氯对细胞壁有较好的吸附和强透性, 可有效地氧化细胞内含羧基的酶; 它可快速地控制微生物蛋白质的合成^[1-2]。因此, 二氧化氯除对一般细菌有杀灭作用外, 对芽孢、病毒、藻类、铁细菌、硫酸盐还原菌和真菌等均有很好的杀灭作用^[3]。杀菌残留生成物为水、氯化钠和微量的二氧化碳、有机糖等无毒物质, 二氧化氯能很好地杀灭细菌、病毒, 是由于二氧化氯具有强氧化性, 但却不会对动、植物机体产生损伤, 原因在于细菌、病毒细胞结构与动、植物机体截然不

同^[4-5]。细菌、病毒原核细胞生物, 其绝大多数酶系统分布于细胞膜近表面, 易受攻击; 而动、植物多属真核细胞生物, 其酶系统多深入到细胞里的细胞器中而得到保护, 因此它不易与二氧化氯接触而受到氧化^[6-7]。而且用二氧化氯溶液进行空气消毒的浓度较高, 具有刺激性气味, 消毒过程不适合于人体和动物存在, 并会增加空气中的湿度, 有一定的局限性。以气态二氧化氯取代二氧化氯溶液进行空气消毒, 二氧化氯气体由于以分子形式存在, 其分子形态比吸附了水的二氧化氯溶液分子更小, 因而二氧化氯气体比二氧化氯溶液对微生物细胞具有更强的透过性, 其有效消毒剂量更低^[8]。目前气态二氧化氯作为空气消毒剂的使用尚处在研发推广阶段, 还未得到大面积的推广和应用。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 菌种 新鲜白色葡萄球菌(8032)斜面培养物, 购自中国普通微生物菌种保藏中心。

1.1.2 培养基 普通营养琼脂和胰蛋白胨生理盐水溶液等, 由本实验室配制。

基金项目: 广东省科学技术厅立项课题(2007B020707005)

作者单位: 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 511430

作者简介: 陈惠珍(1968—), 女, 大学本科, 副主任技师, 主要从事消毒检测及相关研究工作

通讯作者: 杨国光, E-mail: ygdc@126.com

1.2.3 仪器 porton 液体冲击式空气微生物采样器和 FA-1 型撞击式空气微生物采样器采样,由中国辽阳应用技术研究所生产。

1.2 方法

1.2.1 菌悬液的制备 用 5 mL 普通肉汤,将经 37 °C 培养 18~24 h 的新鲜白色葡萄球菌(8032)斜面培养物分别洗下,并用普通肉汤适当稀释成使用浓度菌悬液,备用。

1.2.2 中和剂选择试验 试验用白色葡萄球菌进行。试验设 6 组:(1) 消毒剂 + 菌悬液;(2) (消毒剂 + 菌悬液) + 中和剂;(3) 中和剂 + 菌悬液;(4) (消毒剂 + 中和剂) + 菌悬液;(5) 胰蛋白胨生理盐水溶液 + 菌悬液(正常菌对照);(6) 未加菌胰蛋白胨生理盐水溶液、中和剂、培养基对照。试验结果,以第 6 组不长菌,第 3~5 组组间菌数相差 $\leq 10\%$,第 1 组不长菌或菌数远少于第 2 组,表明所选中和剂及其浓度适宜^[1]。

1.3 空气消毒效果试验

1.3.1 实验室试验 对液态二氧化氯溶液(常规稳定性二氧化氯溶液,用稀盐酸活化)在 2 个 1 m³ 气雾柜内进行试验,1 个作为试验组,1 个作为对照组,温度 20~25 °C,相对湿度 50%~70%。用玻璃气溶胶发生器(90% 以上粒子 $\Phi \leq 5 \mu\text{m}$)对 2 个实验室进行喷雾染菌。边喷雾边用风扇搅拌。染菌喷雾器流量为 21.7 L/min,喷雾时间 5 min,搅拌 5 min,静置 5 min。在气雾柜中央设 1 个点采样,用 porton 液体冲击式空气微生物采样器,装有 10 mL 含中和剂的采样液,采样流量为 8~10 L/min,立即对试验组和对照组进行消毒前采样。试验组用二氧化氯含量 120 mg/L(二氧化氯溶液中有效成分二氧化氯含量测定方法为丙二酸法,下同。此浓度的设定是依据该消毒剂申报卫生部卫生许可批件时由本实验室鉴定得到的最低有效浓度,同时参照其他同类消毒剂的使用剂量得到的结果)的溶液,以 20 mL/m³ 的量对试验组进行喷雾消毒,对照组用标准硬水代替消毒液同时进行同样的操作。在消毒作用时间为 0、15、30 min 时进行采样。每组试验重复 3 次。

对气态二氧化氯(由佛山市爱普克斯环保科技有限公司制造的爱普克斯 APKS-100 空气消毒机产生的二氧化氯气体),用浓度为 0.9~1.0 mg/m³ 的二氧化氯气体,消毒作用 30 min,用 10 m³ 气雾室代替 1 m³ 气雾柜,用 FA-1 型撞击式空气微生物采样器代替 porton 液体冲击式空气微生物采样器采样,采样流量为 28.3 L/min。其余操作同液态二氧化氯溶液的方法。每组试验重复 3 次。然后对各采样结

果进行活菌计数,计算自然衰亡率(N_t)、消亡率(D_t)和杀灭率(K_t)。自然衰亡率、消亡率和杀灭率的计算方法如下:空气微生物含量按每 m³ 微生物菌落数计算;空气中细菌自然衰亡率(N_t) = $(V_0 - V_t)/V_0 \times 100\%$,消亡率(D_t) = $(V_a - V_b)/V_a \times 100\%$ (消亡率是实际应用场所自身前后对照,均视为试验组)。杀灭率(K_t) = $V_a(1 - N_t) - V_b/[V_a(1 - N_t)] \times 100\%$,公式中 V_0 、 V_t 分别为对照组消毒前后空气中含菌量, V_a 、 V_b 分别为试验组消毒前后空气含菌量; K_t :消毒处理对空气中细菌的杀灭率。

1.3.2 现场空气消毒试验 选择体积为 60~103 m³ 的密闭、无人房间,对液态二氧化氯溶液,用二氧化氯含量为 120 mg/L 的溶液,按 20 mL/m³ 的用量,对体积为约 80 m³ 的房间用气溶胶喷雾器进行喷雾消毒,作用 60 min;对气态二氧化氯,设定二氧化氯为 0.9 mg/m³ 的工作程序,对体积分别为 60 和 103 m³ 的房间进行喷雾消毒,作用 60 min。用 FA-1 型撞击式空气微生物采样器采样,采样流量为 28.3 L/min;采样时间:消毒前为 5 min,消毒作用结束后为 10 min。在距离地面 1.0 m 设 2~3 个点采样,结果取平均值,计算空气中自然菌的消亡率。每组试验重复 3 次。

2 结果

2.1 中和剂鉴定试验结果 实验结果表明,选用含 0.5% 硫代硫酸钠的胰蛋白胨生理盐水溶液能满足中和剂试验各组的要求,为适宜中和剂。

2.2 空气消毒试验结果

2.2.1 对气雾柜/气雾室试验结果 在 1 m³ 气雾柜内试验结果表明,用二氧化氯含量为 120 mg/L 的溶液,以 20 mL/m³ 的量(即 2.35 mg/m³),对试验组进行喷雾消毒,作用 30 min,对气雾柜中白色葡萄球菌的平均杀灭率为 100%。在 10 m³ 气雾室内试验结果表明,用二氧化氯浓度为 0.9 mg/m³ 的气体,作用 30 min,对气雾柜中白色葡萄球菌的平均杀灭率也达 100%,两者差异无统计学意义($t = 0.00$, $P > 0.05$),见表 1。

2.2.2 现场消毒试验结果 液态二氧化氯消毒 80 m³ 密闭无人房间 60 min,空气自然菌的消亡率为 $(95.90 \pm 0.53)\%$,见表 2。用二氧化氯浓度为 0.9 mg/m³ 的气体,消毒作用 60 min,对体积约 60 m³ 密闭房间空气中自然菌的消亡率,3 次试验平均消亡率为 $(95.02 \pm 1.01)\%$;对体积为 103 m³ 密闭房间空气中自然菌的消亡率,3 次试验平均消亡率为 $(94.63 \pm 0.39)\%$,见表 2。

表 1 液态二氧化氯对气雾柜、气态二氧化氯对气雾室的空气消毒试验结果 (n=3)

组别	消毒时间 (min)	对照组		试验组	
		平均存活菌数 ($\bar{x} \pm s$) (cfu/m ³)	自然衰亡率 (%)	平均存活菌数 ($\bar{x} \pm s$) (cfu/m ³)	杀灭率 (%)
气雾柜 (液态二氧化氯)	0	108 000 ± 14 106	-	81 300 ± 15 102	-
	15	77 333 ± 11 503	28.51 ± 1.75	145 ± 136	99.89 ± 1.42
	30	48 967 ± 6 430	54.89 ± 3.43	0	100.00 ± 0.00
气雾室 (气态二氧化氯)	0	683 333 ± 206 633	-	58 000 ± 151 086	-
	15	578 333 ± 173 517	17.48 ± 4.00	0	100.00 ± 0.00
	30	478 000 ± 135 967	38.44 ± 2.70	0	100.00 ± 0.00

表 2 液态二氧化氯和气态二氧化氯对现场空气的消毒结果 (n=3)

组别	消毒前菌落数 ($\bar{x} \pm s$) (cfu/m ³)	消毒后菌落数 ($\bar{x} \pm s$) (cfu/m ³)	消亡率 (%)
	液态二氧化氯消毒 80 m ³	1 550 ± 60	
气态二氧化氯消毒 60 m ³	645 ± 90	32 ± 9	95.02 ± 1.01
气态二氧化氯消毒 103 m ³	671 ± 125	36 ± 9	94.63 ± 0.39

3 讨论

二氧化氯是强氧化剂,对消毒环境物件有一定的腐蚀损害作用,因此,采用二氧化氯消毒应尽可能采用较低的浓度。本次研究表明,对于二氧化氯溶液,用气溶胶喷雾器进行喷雾消毒,使空气中自然菌的消亡率达 95% 左右所需剂量为 2.35 mg/m³,所需

时间为 60 min,用浓度为 0.9 mg/m³ 的二氧化氯气体,使空气中自然菌的消亡率达 95% 左右所需剂量为 0.90 mg/m³,所需时间为 60 min。两者用量相差 2.6 倍,后者浓度低于前者。另外,在使用过程中,用气态形式的二氧化氯,基本不会增加使用环境的湿度,比用气溶胶喷雾器进行喷雾消毒的方式,对被消毒场所及其中的物品影响要小得多,对减少环境污染也有较大的帮助,这也是用气态二氧化氯进行消毒的明显优点。

参考文献:

- [1] 付大仁,王建国,陈克制. 稳定性二氧化氯溶液杀灭微生物效果的试验观察[J]. 中国消毒学杂志,2003,20(2):95.
- [2] 陈书明,肖亚平. 稳定性二氧化氯对病毒的消毒作用及应用[J]. 南京师大学报,2003,26(3):49.
- [3] 卢次勇,邓雪清,赵敏,等. 二氧化氯溶液杀灭皮肤真菌效果的检测[J]. 中国消毒学杂志,2000,17(4):227.
- [4] 黄志明,张东曙,刘波,等. 二氧化氯在空气消毒中的应用[J]. 中国消毒学杂志,2004,21(2):157.
- [5] 居丽雯,黄勇,朱献忠,等. 二氧化氯对流感病毒的灭活作用[J]. 中国卫生检验杂志,2000,10(4):400.
- [6] 李君文,辛忠涛,王新为,等. 氯和二氧化氯灭活甲型肝炎病毒机理的研究[J]. 中国消毒学杂志,2003,20(1):160.
- [7] 王丽,黄君礼,孙荣芳,等. 二氧化氯对水中流感病毒的消毒效果[J]. 中国环境科学,2001,21(3):256.
- [8] 谈智,孙俊,徐燕,等. 四种化学消毒剂空气消毒效果的观察[J]. 中国消毒学杂志,2005,22(3):247.

(收稿日期:2013-09-27)

(本文编辑:袁华晖,江金女)

欢迎投稿 欢迎订阅《华南预防医学》

《华南预防医学》是中华预防医学会系列杂志、中国科技核心期刊,由广东省疾病预防控制中心、中华预防医学会主办,是集学术性和实用性于一体的综合性预防医学学术期刊。在国内外公开发行人,中国标准连续出版物号为 ISSN1671-5039, CN44-1550/R。

《华南预防医学》杂志为双月刊,大 16 开 100 页,逢双月 20 日出版,自办发行,免收订户邮寄费。杂志订价:每期 10 元,全年 60 元。征订热线:020-31051582,欲订阅 2014 年《华南预防医学》,请汇款至:广州市番禺区大石街群贤路 160 号广东省疾病预防控制中心《华南预防医学》编辑部,邮编:511430。汇单上请注明订阅份数。银行转帐 单位名称:广东省公共卫生研究院 开户行:中国工商银行广州怡乐支行 帐号:3602088709200021474,请注明“订杂志”。

《华南预防医学》新网站已于 2013 年 6 月 26 日开通,热烈欢迎广大作者投稿!我们将为您提供更好的服务。在线投稿系统网址:<http://www.gdiph.org.cn>。

本刊编辑部