

【论著】

脉冲氙光灯对传递窗消毒效果的研究

李浩^{1,2} 李临江^{1,2} 郭中坤^{1,2} 康生⁴ 刘毅⁴ 赵元^{1,2} 雷战^{1,2},
郑茂恩^{1,2} 王可洲^{1,2} 张雨^{1,2} 聂爱蕊^{2,3}

(1 山东省实验动物中心, 山东第一医科大学(山东省医学科学院), 山东济南 250002;

2 济南大学山东省医学科学院医学与生命科学学院; 3 临沂市第三人民医院;

4 西安富康空气净化设备工程有限公司)

摘要 目的 研究脉冲氙光灯对传递窗及舱内物体表面消毒的效果。方法 采用载体定量杀菌试验方法,对一种脉冲氙光消毒传递窗舱内物体表面的消毒效果进行观察。结果 脉冲氙光消毒传递窗消毒作用 1 min、3 min、5 min 和 10 min,对受试金属片及纸片两种载体表面金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌及大肠杆菌的杀灭对数值均 > 3,符合 2002 年版《消毒技术规范》要求;而脉冲氙光消毒传递窗消毒作用 1 min、3 min、5 min 和 10 min,对受试金属片和纸片载体表面枯草芽孢杆菌黑色变种和白色念珠菌的杀灭对数值均 < 3,但杀灭率均在 90% 以上。结论 脉冲氙光消毒传递窗对舱内物体表面细菌繁殖体具有杀灭效果,对舱内物体表面枯草芽孢杆菌黑色变种和白色念珠菌的也具有一定的杀菌作用;且该消毒方式作用时间较短,可以实现对舱内多种物体表面的快速消毒。

关键词 脉冲氙光; 传递窗; 舱内物体; 消毒效果

中图分类号: R187.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-7658(2019)09-0648-03

DOI: 10.11726/j.issn.1001-7658.2019.09.003

Study on disinfection effect of pulsed xenon light on transfer window

LI Hao^{1,2} LI Lin-jiang^{1,2}, GUO Zhong-kun^{1,2}, KANG Sheng⁴, LIU Yi⁴, ZHAO Yuan^{1,2}, LEI Zhan^{1,2},
ZHENG Mao-en^{1,2}, WANG Ke-zhou^{1,2}, ZHANG Yu^{1,2}, NIE Ai-ru^{2,3}

(1 Shandong Laboratory Animal Center, Shandong First Medical University & Shandong Academy of Medical Science, Jinan Shandong 250002; 2 School of Medicine and Life Sciences, University of Jinan & Shandong Academy of Medical Science; 3 Linyi Third People's Hospital; 4 Xi'an Fukang Air Purification Equipment & Engineering Co. Ltd, China)

Abstract Objective To investigate the disinfection effect of pulsed xenon light on transfer window and the surface of objects inside the cabin. **Methods** The disinfection effect of a pulsed xenon light on the surface of objects in transfer window was observed by the carrier quantitative sterilization experiment method. **Results** The killing logarithm values of *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* on the surface of the tested metal sheets and paper sheets were all > 3 after disinfection of pulsed xenon light in transfer window for 1 min, 3 min, 5 min, 10 min, in line with the requirements of *Technical Standard For Disinfection* (2002 edition); the killing logarithm values of *Bacillus subtilis var. niger* and *Candida albicans* under the same conditions were all < 3, but the killing rate was above 90%. **Conclusion** The pulsed xenon light disinfection for transfer window has a great effective killing effect on the bacterial propagule on the surface of the object in the cabin. It also has an indistinctive bactericidal effect on *Bacillus subtilis var. niger* and *Candida albicans* on the surface of the cabin object. Moreover, the disinfection method has a short acting time and will achieve rapid disinfection of the surface of many objects in the cabin.

Key words pulsed xenon light; transfer window; cabin object; disinfection effect

(基金项目) 国家重点研发计划(2017YFD050160202); 山东省医学科学院医药卫生科技创新工程; 山东省自主创新及成果转化重大专项(2012ZHX0419); 山东省自然科学基金培养基金项目(ZR2016CP18)

(作者简介) 李浩(1982-),男,山东济南人,本科,助理研究员,从事实验动物毒理学病理学及动物试验。

(通讯作者) 王可洲, Email: wangkezhou_cn@163.com

传递窗作为洁净级别较高的实验室传递物品的通道在相关领域应用较为广泛,传递窗内部传递的物品通常采用紫外灯进行表面消毒,由于紫外灯光强度衰减较快,寿命较短的缺点未解决,其应用于传递窗内部对传递物品的表面消毒效果有限,为达到对传递物品表面的消毒效果,需对传递物品的消毒

时间较长。传递窗内部容量因需考虑洁净实验室生物安全的要求无法满足快速大量传递物品的需求,从而增加了传递窗使用的次数,传递窗内部的紫外灯消毒时间较长,不仅造成了物品传递时间的浪费,且对于紫外灯管使用寿命影响较大。

脉冲氙光灯应用于传递窗内部作为一种新型的消毒设备,其原理是利用高能脉冲氙光作为消毒光源,产生强烈的脉冲紫外光线进行杀菌。脉冲氙光灯优点是消毒时间短,寿命期内光谱能量分布几乎不变,工作状态受外界条件变化影响较小,从而减少对传递物品表面消毒时间,适用于洁净度有较高要求的场所快速大量传递物品的物体表面消毒。本研究以脉冲氙光消毒传递窗为研究对象,观察对不锈钢及纸片在不同染菌载体的消毒效果,为探讨脉冲氙光消毒传递窗消毒效果提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验用高能氙光传递窗为一个体积 720 mm × 660 mm × 680 mm 箱体式,内容积为 600 mm × 600 mm × 600 mm;传递窗内四壁共装有 8 只脉冲氙光灯管,为国内某企业生产,输出功率共 275 W。

试验中用 HR60 - II A 型号生物安全柜, DNP - 9082A 型号电热恒温培养箱,均为国内产品。

试验菌株包括金黄色葡萄球菌(ATCC 6538)、铜绿假单胞菌(ATCC 15442)、大肠杆菌(8099)、枯草芽孢杆菌黑色变种(ATCC 9372)芽孢和白色念珠菌(ATCC 10231),为山东省实验动物中心保存菌种。培养细菌用营养琼脂、沙堡琼脂培养基,均为国内市售产品。染菌载体为直径 10 mm 的圆形不锈钢及规格为 1.0 cm × 1.0 cm 滤纸片,灭菌后备用。

1.2 试验方法

1.2.1 菌悬液培养和染菌载体制备 参照 2002 年版《消毒技术规范》^[1]规定的方法,取经过分离培养的单个典型菌落,接种营养琼脂培养基斜面,培养后洗下菌苔,震荡混匀后,用胰大豆蛋白胨生理盐水(TSB)配置试验菌悬液。细菌芽孢经过专门芽孢培养制备程序培养成芽孢悬液保存备用。染菌载体制备是在每个载体上滴加 10 μl 菌悬液,涂抹均匀,自然晾干备用。每个染菌载体的回收菌数为 1 × 10⁶ cfu/片 ~ 5 × 10⁶ cfu/片。

1.2.2 载体定量杀菌试验 将制备好的染菌载体分别置于无菌平皿内,分别置于脉冲氙光灯传递窗内(对照组菌片置于窗体窗外),打开平皿盖,关闭传递窗门。开启脉冲氙光灯,消毒作用至设定时间,取出染菌载体投入到装有 5 ml TSP 试管内,经充分

震荡洗脱,取洗脱液接种无菌平皿,一式 2 份。倒入融化并冷却至 45 ℃ 营养琼脂培养基,混匀待凝固后,置于恒温培养箱内培养 48 ~ 72 h,计数平板菌落数,计算出细菌总数,并计算杀灭对数值。每组试验重复 3 次。

2 结果

2.1 对细菌繁殖体杀灭效果

脉冲氙光消毒作用 1 min,对布放在传递窗内不锈钢片上的金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和大肠杆菌的杀灭对数值均 > 3.0;对纸片上的金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和大肠杆菌的杀灭对数值均 > 4.0。作用 5 min,上述 3 种细菌均可全部杀灭(表 1、2、3)。

表 1 脉冲氙光灯对金黄色葡萄球菌杀灭效果

照射时间 (min)	不锈钢片回收菌数(cfu/片)			纸片回收菌数(cfu/片)		
	试验组	对照组	杀灭对数值	试验组	对照组	杀灭对数值
1	2.87	6.23	3.36	1.00	5.98	4.98
3	2.61	6.23	3.62	0.00	5.98	5.98
5	0.00	6.23	6.23	0.00	5.98	5.98
10	0.00	6.23	6.23	0.00	5.98	5.98

表 2 脉冲氙光灯对铜绿假单胞菌杀灭效果

照射时间 (min)	不锈钢片回收菌数(cfu/片)			纸片回收菌数(cfu/片)		
	试验组	对照组	杀灭对数值	试验组	对照组	杀灭对数值
1	2.98	6.66	3.68	1.30	6.05	4.75
3	2.87	6.66	3.79	0.00	6.05	6.05
5	2.13	6.66	4.53	0.00	6.05	6.05
10	1.95	6.66	4.71	0.00	6.05	6.05

表 3 脉冲氙光灯对大肠杆菌杀灭效果

照射时间 (min)	不锈钢片回收菌数(cfu/片)			纸片回收菌数(cfu/片)		
	试验组	对照组	杀灭对数值	试验组	对照组	杀灭对数值
1	2.95	6.66	3.68	1.40	6.02	4.62
3	2.69	6.66	3.79	0.00	6.02	6.02
5	0.00	6.66	6.66	0.00	6.02	6.02
10	0.00	6.66	6.66	0.00	6.02	6.02

2.2 对细菌芽孢杀灭效果

脉冲氙光消毒作用 1 ~ 10 min,对布放在传递窗内不锈钢片和纸片上的枯草杆菌黑色变种芽孢杀灭对数值在 1.54 ~ 1.98 范围内,且两种载体无差别(表 4)。

2.3 对真菌杀灭效果

脉冲氙光消毒作用 1 ~ 10 min,对布放在传递窗内不锈钢片上的白色念珠菌杀灭对数值在 1.37 ~

2.52范围内;对纸片上的白色念珠菌杀灭对数值在1.85~2.96范围(表5)。

表4 脉冲氙光灯对枯草杆菌黑色变种芽孢杀灭效果

照射时间 (min)	不锈钢片回收菌数(cfu/片)			纸片回收菌数(cfu/片)		
	试验组	对照组	杀灭对数值	试验组	对照组	杀灭对数值
1	4.40	5.94	1.54	4.20	5.78	1.58
3	4.34	5.94	1.60	3.98	5.78	1.80
5	4.12	5.94	1.82	3.88	5.78	1.90
10	3.99	5.94	1.95	3.80	5.78	1.98

表5 脉冲氙光灯对白色念珠菌杀灭效果

照射时间 (min)	不锈钢片回收菌数(cfu/片)			纸片回收菌数(cfu/片)		
	试验组	对照组	杀灭对数值	试验组	对照组	杀灭对数值
1	5.04	6.41	1.37	4.78	6.62	1.85
3	4.33	6.41	2.08	4.54	6.62	2.09
5	4.11	6.41	2.30	4.07	6.62	2.56
10	3.90	6.41	2.52	3.67	6.62	2.96

3 讨论

上述研究结果显示,脉冲氙光消毒传递窗对染菌载体定量杀灭试验结果中,脉冲氙光对舱内受试金属片和纸片载体表面对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌及大肠杆菌作用1、3和5 min,杀灭对数值均>3,符合载体定量杀菌试验规定的消毒指标要求。而对枯草芽孢杆菌黑色变种及白色念珠菌的杀灭对数值均<3。这表明脉冲氙光消毒传递窗对舱内物体表面细菌繁殖体具有较好的杀灭效果,对物体表面枯草芽孢杆菌黑色变种、白色念珠菌的也具有一定的杀菌作用。该消毒方式作用时间较短,可以实现对舱内多种物体表面的快速消毒。

传统采用紫外线消毒技术的传递窗作为屏障环境与外界传递物品的通道已经被广泛应用于洁净度较高的生产及试验场所,但紫外灯杀菌最佳时间为30 min⁽²⁾,且穿透能力较差,传递窗内所传递物品需完全暴露在紫外线灯光覆盖区域内,用于传递窗内传递的物品无法叠加放置,传统紫外线传递窗对于传递物品需求量较大的场所,任务难以完成。

用于洁净度有要求的生产或试验场所所使用的物品材料种类较多,其进入洁净区域内的物品必须经过消毒或灭菌后由传递窗传入,为避免灭菌后的

物品被二次污染的风险,灭菌物品大部分用于纸质或棉织物材料包裹后进行灭菌,传递窗内传递的物品多为包裹后的灭菌物品,其作用就是为灭菌物品的包裹材料表面进行消毒,避免对洁净区域产生污染。从载体定量杀灭试验结果中可以看出,纸片为载体的3种微生物杀灭效果明显优于金属片载体。这可能与受试纸片在染菌后上下表面均有菌体,可同时接受传递窗内不同方向光源的照射有关。试验结果还表明,高能脉冲氙光对受试金属片和纸片载体表面枯草芽孢杆菌黑色变种、白色念珠菌的杀灭对数值均<3,但杀灭率均在90%以上,仍然具有良好的杀菌效果,且杀菌效果随着时间的增加而逐渐增强。试验结果表明的脉冲氙光消毒传递窗对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和大肠杆菌3种标准菌株的杀灭对数值均>3,但杀菌率<100%,尚未满足灭菌要求,在实际应用中还需要根据实验室内部控制要求选择合适的灭菌方式。

由于氙光灯的使用寿命只有数百小时,因此,在使用一定时间后(大约半年至一年),应定期测试设备的消毒效果,确保设备的消毒效果确实^(3,4)。脉冲氙光消毒传递窗作为一种新型的用于洁净要求较高条件的实验室物品传递设备,较传统紫外消毒传递窗有高效、快速、稳定性好的特点,可以提高洁净区域的传递效率,降低洁净区域污染的风险。

试验期间发现,脉冲氙光在高强度照射期间会产生大量臭氧,由于传递窗在对物体消毒期间为密封状态,消毒完毕后由人工打开传递窗门,空气中臭氧较高,是否会对人体黏膜及呼吸系统产生影响,未进一步试验并且此臭氧是否会对所消毒的物品起到增效作用尚不明确。建议进一步改进设备配置,排除臭氧的影响,达到安全标准化、规模化使用的要求。

参考文献

- (1) 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范[S]. 2002.
- (2) 王玲,徐燕,谈智,等. 新标准紫外线杀菌灯对微生物杀灭效果的试验观察[J]. 中国消毒学杂志, 2008, 25(3): 253-255.
- (3) 定文彦,马凤鸣,徐江宁,等. 脉冲强光杀菌技术的初步试验[J]. 农业机械学报, 2008, 39(6): 105-108.
- (4) 李盟军,梁显刚,袁征,等. 紫外线杀菌灯的应用研究[B]. 中国医学装备, 2010, 7(10): 29-31.

(收稿日期: 2019-03-19)