

DOI:10.13350/j.cjpb.220119

• 临床研究 •

新冠疫情下发热门诊不同方法空气动态消毒的效果评价*

孙敬**,刘燕,张玲玲,陈彦丽,马迎春,宋亚茹,李云丽
(河北医科大学第二医院东院区消毒供应中心,河北石家庄 050000)

【摘要】 目的 探究新冠疫情下发热门诊使用不同方法对空气消毒的效果,并进行比较分析。方法 选取4间发热门诊,分为实验组与对照组,每组各2间。实验组采用天使牌 TSXG-100 型壁挂式纯动态消毒机进行动态消毒,对照组采用紫外线灯进行消毒,对比两组消毒效果。结果 实验组和对照组消毒后空气细菌菌落总数合格率分别为90.00%(18/20)和60.00%(12/20),差异有统计学意义($\chi^2=4.800, P=0.0285$);消毒后4 h空气菌落数分别为3.32和8.24cfu/10min,差异具有统计学意义($\chi^2=4.2320, P=0.0397$);消毒后4 h菌落消亡率分别为65.55%和19.61%,差异具有统计学意义($\chi^2=43.7500, P=0.0000$)。对照组消毒后的空气样品中分离出革兰阴性菌36株、革兰阳性菌113株、真菌56株;实验组消毒后的空气样品中分离出革兰阴性菌15株、革兰阳性菌21株、真菌17株。两组分离的主要病原菌均为铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌、青霉菌属。结论 动态空气消毒机对发热门诊空气动态消毒的效果显著,空气中病原菌数量显著减少,且效果更为持久,能满足门诊空气消毒要求。

【关键词】 发热门诊;动态空气消毒;紫外灯消毒;空气中病原菌

【中图分类号】 R378

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5234(2022)01-0091-04

[Journal of Pathogen Biology. 2022 Jan;17(1):91-94.]

Evaluation of the application of dynamic disinfection of air in fever clinics under the coronavirus

SUN Jing, LIU Yan, ZHANG Ling-ling, CHEN Yan-li, MA Ying-chun, SONG Ya-ru, LI Yun-li (The Disinfection Supply Center of Dongyuan District, The Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 50000, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the application effect of the air dynamic disinfection method in a dynamic environment, and to evaluate the application effect. **Methods** Four surgical clinics in this hospital were selected as observation objects. And divided into two experimental groups and two control groups. The experimental group used Angel brand TSXG-100 wall-mounted pure dynamic disinfection machine for dynamic disinfection, and the control group was disinfected with ultraviolet rays. The disinfection effects of the two groups were compared. The flat exposure method was used to take samples of bacteria in the air before and after disinfection. After sampling, each group carried out the isolation, culture and identification of bacteria and fungi in the air. **Results** The qualified rate of the total number of bacterial colonies in the air after disinfection in the experimental group and the control group were 90.00% (18/20) and 60.00% (12/20) respectively, the difference was statistically significant ($\chi^2=4.800, P=0.0285$); after disinfection The number of colonies in the air at 4 h was 3.32 and 8.24 cfu/10 min, respectively, the difference was statistically significant ($\chi^2=4.2320, P=0.0397$); the colony extinction rate at 4 h after disinfection was 65.55% and 19.61%, the difference was statistically significant ($\chi^2=43.7500, P=0.0000$). In the air sample after UV disinfection, 36 gram-negative bacteria, 113 gram-positive bacteria, and 56 fungi were isolated. In the air sample of the dynamic disinfection group, 15 gram-negative bacteria and gram-positive were isolated, 21 strains of bacteria, the main pathogens in the air are *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and the genus *Mycobacterium*. **Conclusion** The dynamic air disinfection machine has a significant effect on the dynamic disinfection of the air in fever clinics, and at the same time significantly reduces the pathogenic bacteria in the air, and the effect is more durable, which can meet the air disinfection needs of outpatients.

【Key words】 fever clinic; dynamic air disinfection; ultraviolet lamp disinfection; pathogens in the air

***当前,全球新型冠状病毒肺炎疫情形势依旧严峻,在疫情防控较为严格的国内也有部分地区相继发生小范围突发疫情,这更加凸显出常态化疫情防控的必要性与重要性^[1]。而发热门诊是潜在新冠肺炎与发热患者高度集中的场所,为避免交叉感染及群体感染,保证发热门诊环境消毒效果是疫情防控工作中的重中

* **【基金项目】** 河北省卫生健康委医学科学研究课题计划项目 (No. 20190562)。

** **【通讯作者(简介)】** 孙敬(1974-),女,河北人,大学本科,主管护师。主要研究方向:消毒供应管理及专业技术改进。
E-mail:m13230165308@126.com

之重^[2]。目前,采用的空气消毒净化措施主要包括:通风、集中空调通风系统、空气洁净技术、紫外线消毒、循环风紫外线空气消毒器、静电吸附式空气消毒器和化学消毒法等^[3-4]。由于发热门诊处于 24 h 连续工作状态,故采用空气动态消毒措施来保证在人机共存条件下尽可能达到理想的消毒效果,从而保障患者的就诊安全^[5-6]。本研究以本院发热门诊环境为观察对象,探究空气动态消毒方法的应用效果,并与紫外线消毒法进行对比与评价。

材料与方 法

1 研究场所及设备

选取本院 4 间发热门诊作为研究场所,单门诊室面积均为 15 m²,诊室内布局、结构基本一致,随机设实验组和对照组各 2 间。所选门诊均配备天使牌 TSXG-100 型壁挂式纯动态消毒机(郑州天使消毒设备有限公司产品)及 30 W 直管型紫外线灯(江苏巨光光电科技有限公司产品)各 1 台。

2 方 法

2.1 空气消毒

2.1.1 实验组空气消毒及采样 使用纯动态消毒机对发热门诊的室内空气进行连续动态消毒。消毒前保证发热门诊室内洁净无尘。于每天上午 8:30 开启纯动态消毒机消毒 30 min,采样 10 min,再分别于消毒后 1、2、4 h 进行空气采样。

2.1.2 对照组空气消毒及采样 使用紫外线灯对发热门诊的室内空气进行一次性静态消毒。于每天上午 8:00 用紫外线灯消毒 60 min,采样 10 min。为保证结果准确性,按照卫生部制定的《医院感染管理规范》连续消毒 20 次,同时空气采样 20 次^[7]。消毒前保证发热门诊室内无人员存在、洁净无尘、门窗紧闭。

2.2 采样方法 消毒前后均采用平板暴露法。在发热门诊内将固体琼脂培养基平板等距离均匀放置在室内的墙壁附近,距墙 1 m,距地 1.5 m。使用 9 mm 平皿,采样时打开平板盖,将培养基完全暴露于空气中 10 min 后盖好平板完成取样。

2.3 细菌及真菌的分离培养及鉴定 将采集的空气样品放入 37 ℃ 培养箱培养 48 h,观察结果。利用以下公式计算空气中的分离菌总数:空气中分离菌总数(cfu/m³)=50000N/(A×T)。式中 N 代表平均菌落数(cfu/平皿),A 代表平板面积(cm²),T 代表平板暴露时间(min)。为进一步对菌落进行分离鉴定,待平皿上的菌落生长形成但未形成大片菌落时冷藏处理,计数菌落数并分离。应用全自动微生物鉴定系统(VITEK 2 Compact,法国梅里埃)对分离的病原菌进行菌种鉴定。质控菌株大肠埃希菌 ATCC25922 和金

黄色葡萄球菌 ATCC6538 均由国家卫生健康委临床检验中心提供。

2.3 质量控制 试验前对门诊区地面、桌面等进行清洁、干燥处理。试验中利用空调系统确保室内温度为 20~26 ℃,相对湿度为 50%~60%。空气消毒过程中保持门窗关闭。实验组于消毒完成后在工作人员正常开展工作,患者正常接受治疗的情况下进行采样。紫外线组于空气消毒前在指定位置放置培养皿。采样人员做好个人防护,防止污染。按 GB 15982—2012《医院消毒卫生标准》以空气菌落数≤500 cfu/cm³,无致病菌,真菌生长为合格^[8]。菌落消亡率(%)=(消毒后剩余菌落数/消毒前菌落总数)×100%。

2.4 统计学分析 数据的统计分析采用 SPSS 19.0 软件。计数资料用百分比表示,采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1 两组消毒前后空气菌落总数合格率比较

消毒前实验组和对照组空气菌落总数合格率分别为 40.00%(8/20)和 35.00%(7/20),差异无统计学意义($\chi^2=0.1067, P=0.7440$);消毒后两组空气细菌菌落总数合格率分别为 90.00%(18/20)和 60.00%(12/20),差异有统计学意义($\chi^2=4.800, P=0.0285$)。

2 两组消毒效果比较

两组消毒后 1 h 空气菌落数均有明显下降,但是随着消毒结束时间的不断延长,诊室内空气菌落数不断增多。但在同一时间点上,实验组消毒的菌落数增加程度显著低于对照组;在消毒后 4 h 差异具有统计学意义。同时实验组菌落消亡率显著高于对照组(表 1)。

表 1 空气消毒效果比较
Table 1 Comparison of air disinfection effects

组别 Group	空气菌落数(cfu/10min,直径9mm平皿) Air colony number (cfu/10min,9mm diameter flat dish)				菌落消亡率(%) Colony extinction rate (%)		
	消毒前 Pre-1h	消毒后 1h after 1h	消毒后 2h after 2h	消毒后 4h after 4h	消毒后 1h after 1h	消毒后 2h after 2h	消毒后 4h after 4h
	Disinfection	disinfection	disinfection	disinfection	disinfection	disinfection	disinfection
对照组	10.25	3.01	5.12	8.24	70.63	50.05	19.61
实验组	9.37	1.01	2.34	3.32	89.22	75.03	65.55
χ^2	1.0170	1.5710		4.2320	11.5300	13.5600	43.7500
P	0.3133	0.2101		0.0397	0.0007	0.0002	0.0000

3 消毒后两组空气病原菌分布情况比较

由于实验组消毒后的菌落数增加程度在 4 h 显著低于对照组,因此在空气消毒 4 h 后检测空气中细菌及真菌的分布情况,结果如表 2。实验组空气样品中分离出革兰阴性菌 15 株,占 28.3%;革兰阳性菌 21

株,占39.62%;真菌17株,占32.08%。对照组空气样品中分离出革兰阴性菌36株,占17.56%;革兰阳性菌113株,占55.12%;真菌56株,占27.32%。两组消毒后的空气中主要病原菌均为铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌和青霉菌属。

表2 空气中的病原菌种类及构成
Table 2 Distribution ratio of airborne pathogens

病原菌 Pathogenic bacteria	对照组 Control group		实验组 Experimental group	
	株数 Number	构成比(%) Composition ratio	株数 Number	构成比(%) Composition ratio
革兰阴性菌	36	17.56	15	28.3
铜绿假单胞菌	20	55.56	8	53.33
阴沟肠杆菌	12	33.33	4	26.67
鲍曼不动杆菌	2	5.56	3	20.00
克雷伯菌属	2	5.56	0	0.00
革兰阳性菌	113	55.12	21	39.62
金黄色葡萄球菌	55	48.67	11	52.38
链球菌	7	6.19	7	33.33
表皮葡萄球菌	13	11.5	2	9.52
肠球菌属	10	8.85	1	4.76
真菌	56	27.32	17	32.08
青霉菌属	25	44.64	10	58.82
分枝孢子菌属	13	23.21	2	11.76
霉菌	18	32.14	5	29.41
合计 Total	205	100.00	53	100.00

讨论

发热门诊具有患者多,病情复杂,以及流动性大等特点,所以门诊内的空气容易被污染,空气消毒可有效控制院内感染和呼吸道传染病的传播^[9]。新冠肺炎的主要传播途径有直接传播、气溶胶传播与接触传播^[10]。其中直接传播与气溶胶传播途径都可以以空气作为传播介质导致人体吸入病毒后而被感染^[11-12]。因此,做好发热门诊的空气消毒工作是防止新冠肺炎院内聚集性感染的重要环节。常规的紫外线静态消毒措施已不能满足发热门诊的日常空气消毒要求,因此本研究通过对传统紫外线静态消毒与空气纯动态消毒机应用效果的比较评价,为发热门诊的消毒工作寻求新的更有效的方式。

实验结果表明,在消毒后的同一时间点上,动态空气消毒机组消毒的菌落数增加程度显著低于紫外线灯组,但在有人员流动后的4 h内,空气中细菌数大幅度上升。表明紫外线灯消毒时间长,消毒效果维持时间短,且消毒后产生的臭氧会造成人员的不适,因此在有人工作的环境中不易采用该方式进行室内空气消毒。既往研究显示,在1.22 m的距离,紫外线灯可最大程度杀灭多种病毒,如冠状病毒、牛痘病毒、流感病毒等^[13]。在无人环境下,普通紫外线灯可用于诊室、候诊区、医护工作台面的消毒,但不适用于全天运转的发

热门诊,若需大规模使用紫外线灯时可考虑紫外线LED灯替代传统紫外线灯^[14]。

动态消毒机利用等离子消毒技术,通过高能离子发生器瞬间产生高能等离子静电场,可吸附微生物并高效破坏微生物的胞膜及胞核,从而将其杀灭^[15]。研究表明,等离子体可快速杀灭噬菌体病毒及流感病毒^[16-17]。本实验结果表明,使用动态消毒机对发热门诊室内的持续消毒效果在2 h内与紫外线消毒结果无明显差别,但在人员流动后空气中的菌总数发生变化缓慢,且随着时间的延长与紫外线灯消毒效果的差距逐渐增大,以4 h时差异更显著($P < 0.01$),与文献^[18-20]报道的紫外线灯联合等离子循环空气消毒机对CT室细菌杀灭效果更高效和持久相一致。说明纯动态消毒机既可避免传统紫外线消毒法的弊端,又可保证持久、高效的消毒效果。由于动态消毒的作用,发热门诊内的空气可以得到持续循环流动与杀菌,高效改善空气质量。

菌群分布显示,动态空气消毒机持续消杀后空气中革兰阳性菌、革兰阴性菌和真菌数目均显著减少。为了评估动态空气消毒机对空气中病原菌的持续净化能力,空气消毒4 h后将培养基平皿在空气中暴露5 min,培养结果显示空气中仍存在一定数目的细菌和真菌,可能是由于人口流动较大所致,但持续使用动态空气消毒机能够显著降低空气中的菌群数目,从而显著改善空气质量。对空气中的菌群构成进行分析,分离菌主要为铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌和青霉菌属,与文献^[21-22]的研究结果一致。

综上所述,紫外线灯消毒法与纯动态消毒机均可使发热门诊室内的空气得到一定的消毒处理。但纯动态消毒机的消毒效果及消毒后的空气质量优于前者,且工作方便高效,对人体无害,适用于新冠疫情下对发热门诊的空气消毒。

【参考文献】

- [1] Chang L, Yan Y, Wang L. Coronavirus Disease 2019: Coronavirus and blood safety[J]. Transfus Med Rev, 2020, 34(2): 75-80.
- [2] 李秀华,唐冬梅,朱丽萍,等. 不同消毒方法对普通手术室空气消毒效果的比较[J]. 中国病原生物学杂志, 2021, 16(8): 934-936.
- [3] 王加丽. 医用空气净化器在消毒供应中心应用中存在的问题的调查[J]. 医学信息, 2014, 27(5): 37.
- [4] Grinshpun SA, Adhikari A, Honda T, et al. Control of aerosol contaminants in indoor air: combining the particle concentration reduction with microbial inactivation [J]. Environ Sci Technol, 2007, 41(2): 606-612.
- [5] Carnevale RJ, Talbot TR, Schaffner W, et al. Evaluating the utility of syndromic surveillance algorithms for screening to detect potentially clonal hospital infection outbreaks[J]. J Am Med Inform Assoc, 2011, 18(4): 466-472.
- [6] 李群,叶新梅,黄妙琴. 多功能空气消毒机与紫外线灯消毒对急诊

病感染控制的效果研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(13): 3115-3117.

[7] 王丽萍. 医院内传染病防控与医院感染管理[J]. 中国医药科学, 2014, 4(11):149-150.

[8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 15982-2012. 医院消毒卫生标准[S]. 中国国家标准化管理委员会, 2012.

[9] Hospodsky D, Qian J, Nazaroff WW, et al. Human occupancy as a source of indoor airborne bacteria [J]. PLoS One, 2012, 7(4): e34867.

[10] Mihalj M, Carrel T, Gregoric ID, et al. Telemedicine for preoperative assessment during a COVID-19 pandemic: Recommendations for clinical care[J]. Best Pract Res Clin Anaesthesiol, 2020, 34(2):345-351.

[11] Jones RM, Brosseau LM. Aerosol transmission of infectious disease[J]. J Occup Environ Med, 2015, 57(5):501-508.

[12] Anderson EL, Turnham P, Griffin JR, et al. Consideration of the aerosol transmission for COVID-19 and public health[J]. Risk Anal, 2020, 40(5):902-907.

[13] Bedell K, Buchaklian AH, Perlman S. Efficacy of an automated multiple emitter whole-room ultraviolet-C disinfection system against coronaviruses MHV and MERS-CoV[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2016, 37(5):598-599.

[14] Kim DK, Kang DH. UVC LED irradiation effectively inactivates aerosolized viruses, bacteria, and fungi in a chamber-type air disinfection system [J]. Appl Environ Microbiol, 2018, 84(17): e00944-18.

[15] Filipi A, Gutierrez-Aguirre I, Primc G, et al. Cold plasma, a new hope in the field of virus inactivation [J]. Trends Biotechnol, 2020, 38(11):1278-1291.

[16] Wu Y, Liang Y, Wei K, et al. MS2 virus inactivation by atmospheric-pressure cold plasma using different gas carriers and power levels[J]. Appl Environ Microbiol, 2015, 81(3):996-1002.

[17] Hagbom M, Nordgren J, Nybom R, et al. Ionizing air affects influenza virus infectivity and prevents airborne-transmission[J]. Sci Rep, 2015, 5:11431.

[18] Cheng Y, Hu J, Chen H, et al. Effects of different methods of air disinfection of computed tomography rooms dedicated to COVID-19 cases[J]. Biomed Res Int, 2020, 2020:5302910.

[19] 丁峰, 李学渊. 医院门诊候诊室空气消毒方法与效果探讨[J]. 中国卫生产业, 2018, 15(20):159-160.

[20] 李小龙. 门诊采血室 3 种空气消毒方法的消毒效果观察[J]. 中国卫生标准管理, 2018, 9(04):126-128.

[21] 张淳, 戴金华, 范友芬, 等. 某院烧伤病房空气病原菌培养结果分析[J]. 上海预防医学, 2012, 24(04):175, 179.

[22] 刘丽, 马鸿雁, 徐长妍, 等. 强化消毒管理对介入手术室空气菌落数及病原菌分布的影响[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(22):5273-5277.

【收稿日期】 2021-09-29 【修回日期】 2021-11-21

~~~~~  
(上接 90 页)

[15] Avan A, TavakolySany SB, Ghayour-Mobarhan M, et al. Serum C-reactive protein in the prediction of cardiovascular diseases; Overview of the latest clinical studies and public health practice [J]. J Cell Physiol, 2018, 233(11):8508-8525.

[16] SahuBR, Kampa RK, Padhi A, et al. C-reactive protein: A promising biomarker for poor prognosis in COVID-19 infection[J]. Clin Chim Acta, 2020, 509(1):91-94.

[17] 石芳. 血清淀粉样蛋白 A, C 反应蛋白与前白蛋白比值诊断慢性阻塞性肺疾病急性加重期合并下呼吸道感染的价值[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(19):27-30.

[18] Sharafi SM, Mahdavi M, Riahi R, et al. Meta-analysis on the association of C-reactive protein polymorphisms with metabolic syndrome[J]. Glob Med Genet, 2020, 7(1):8-13.

【收稿日期】 2021-10-26 【修回日期】 2021-12-16