

空气净化与紫外线在介入手术室空气消毒效果比较

袁惠萍,何婉玲,梁月娥,王志英

广州医科大学附属第三医院放射科介入室,广东广州 510150

【摘要】目的:比较独立单元空气净化器和紫外线消毒对介入手术室空气消毒效果,探讨空气净化器和紫外线消毒的临床应用价值。**方法:**分别利用空气净化器和紫外线灯对介入手术室进行相同时间处理,用平板自然沉淀法分别对比两种处理方式对介入手术室自然菌的消毒效果,同时回顾性分析广州医科大学附属第三医院2015年1月~2016年12月两种消毒方式处理后5 830名手术病人术后感染情况。**结果:**在经过24个月相同时间处理后,紫外线灯对介入手术室自然菌的杀菌率达85.04%(283.1/332.9),而空气净化器对介入手术室自然菌的杀菌率达83.72%(283.05/338.1),两种方法消毒后空气菌落数分别为(43.69±23.08) cfu/m³和(45.87±18.13) cfu/m³,介入手术术后感染率分别为0.49%(15/3 050)和0.29%(8/2 780);两种方法的杀菌效果、空气菌落数及介入手术术后感染率均无显著性差异($P>0.05$)。**结论:**空气净化消毒效果与紫外线无异,然而由于其可持续使用,贯穿手术过程且对人体无害,空气净化消毒器应作为介入手术室消毒的首要选择。

【关键词】空气净化;紫外线;手术室;消毒

【中图分类号】R187;R312

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2019)08-0981-04

Comparison between air purification equipment and ultraviolet radiation for the air disinfection of interventional room

YUAN Huiping, HE Wanling, LIANG Yue'e, WANG Zhiying

Interventional Room, Department of Radiology, the Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510150, China

Abstract: Objective To assess the air disinfection effects of air purification equipment vs ultraviolet radiation for interventional room and discuss their clinical application values. **Methods** Air purification equipment and ultraviolet radiation were applied individually for the same time to achieve the air disinfection of interventional room. Air bacteria were collected with plates before and after air disinfection, thereby evaluating the air disinfection effects. After the air disinfection with two kinds of methods, the postoperative infection rates of 5 830 patients who were treated in the Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University from January 2015 to December 2016 were respectively analyzed. **Results** After the disinfection treatment for 24 months, ultraviolet radiation and air purification equipment had a sterilizing rate of 85.04% (283.1/332.9) and 83.72% (283.05/338.1) against air bacteria in interventional room. The number of air bacteria rates after the disinfection with air purification equipment and ultraviolet radiation were (43.69±23.08) cfu/m³ and (45.87±18.13) cfu/m³, respectively, and the postoperative infection rates were 0.49%(15/3 050) and 0.29%(8/2 780). No significant difference was found between air purification equipment and ultraviolet radiation regarding sterilizing effect, number of air bacteria and postoperative infection rate ($P>0.05$). **Conclusion** Air purification equipment which has a disinfection effect similar to that of ultraviolet radiation should be the first choice for the disinfection of interventional room, because it can be used continuously and throughout the operation and is harmless to human.

Keywords: air purification; ultraviolet radiation; interventional room; disinfection

前言

【收稿日期】2019-01-13

【作者简介】袁惠萍,主管护师,研究方向:心血管导管介入护理管理,E-mail: 776508932@qq.com

【通讯作者】何婉玲,副主任护师,研究方向:介入治疗护理,E-mail: hewanling@163.com

外科手术是现代医学的重要组成部分,也是解决临床问题的关键手段之一。对于外科手术而言,无菌操作贯穿整个手术过程,是外科手术中不可或缺的重要环节^[1-2]。对于外科无菌操作而言,手术室消毒显得尤为重要,也是成功完成外科手术操作的重要基础之一^[3]。良好的操作环境,不仅可保障外科手术正常进行,也可降低病人术后感

染率等关键问题^[4-5]。在长期的临床试验中发现,消毒是保障外科操作环境的最佳方式,其能以最低的成本取得最大的临床效用^[6]。消毒,即通过各种方法杀死病原微生物(不包括细菌芽孢)的操作。根据消毒方法的区别,可分为物理消毒、化学消毒和生物消毒^[7-8]。对于外科手术室而言,由于化学和生物消毒方法操作繁琐,难以覆盖整个手术室区域,同时由于化学及生物消毒方法在杀灭病毒的同时,也可对人体产生危害,甚至致癌等,因此常常仅有物理方法应用于手术室整体消毒。随着科学技术不断发展,外科手术室空气消毒方式也不断优化与改善,常用的空气消毒方式包括反光罩紫外线、循环风紫外线、高压静电过滤器等^[9],然而由于不同消毒方式技术原理不同,其在临床应用开展中往往受到不同程度限制^[10-11]。本研究结合本中心近年来介入手术室消毒经验,将空气净化器与紫外线灯分别用于不同介入手术室消毒,收集整体手术室空气消毒效果参数。同时对介入手术室空气质量进行长期跟踪、监测,对在采用不同空气消毒方式进行处理的手术室内进行介入手术的病人术后感染情况进行跟踪随访,以期今后介入手术室空气消毒方式提供新的依据与参考,为外科操作提供进一步保障支持。

1 资料与方法

1.1 研究对象

研究对象分为两部分,一为不同条件处理下介入手术室的空气质量,二为在不同条件处理的介入手术室进行介入手术的病人术后感染情况。针对空气质量研究,主要研究方法如下:在消毒前后分别检测不同消毒方式干预下介入手术室空气质量,同时每月1号定时监测1号及2号介入手术室空气质量(1号及2号介入手术室均为日常介入手术室,使用年限均为5年,面积一样,且两个手术室相邻,工作时间均为10 h/d),记录分析空气质量数据。对于在不同条件处理的介入手术室进行介入手术的病人感染情况研究,研究方法如下:同时收集2015年1月~2016年12月广州医科大学附属第三医院1号及2号介入手术室行介入手术病人术后感染情况,共5 830位患者纳入此次研究,其中1号介入室和2号介入室介入手术病例数分别为3 050和2 780,回顾性分析患者临床及基础情况数据,尤其是感染情况进行统计分析数据,其中术后感染定义为术后30 d内发生的仅累及穿刺点皮肤或者皮下组织的感染,并符合下列条件之一:(1)切口浅部组织有化脓性液体;(2)从切口

浅部组织的液体或者组织中培养出病原体;(3)具有感染的症状或者体征,包括局部发红、肿胀、发热、疼痛和触痛。

1.2 消毒方法

介入手术室分为1号和2号介入手术室,其中1号介入手术室按照紫外线灯(40 W, GPH793T5VH, LONGPRO)6盏,2号介入手术室放置迅洁(RGF)系列空气净化器(12 W, PHI Cell CH5, RGF Environmental Group)2台。在常规手术室清洁操作后,分别开启紫外灯与空气净化器,其中空气净化器风量为800 m³/h,两种空气净化设备均运行1 h。运行期间禁止人员进出。

1.3 消毒效果检测

在消毒前后,于1号及2号介入手术室四个角落及中心距地面80 cm处分别放置直径为9 cm营养琼脂平板培养皿,每间介入手术室共放置5个培养皿,采样时将培养皿盖扣放于培养皿旁,采样15 min后盖好培养皿盖,送样检测。将所收集培养皿于37 ℃恒温箱中培养48 h,统计菌落总数进行分析。根据下列公式:细菌浓度 $C(\text{cfu}/\text{m}^3)=50\,000N/(A \times T)$,其中 N 为平均菌落数(cfu), A 为平板面积(cm^2), T 为平板暴露时间(min)。同时,连续24个月,每月1号对两间介入手术室进行空气质量监测,监测及菌落空气菌落计数方法同上,每次采样与上述一致,即每间介入手术室均进行5点法采样,每点一个培养皿,共5个。其中杀菌率计算按以下公式进行计算:杀菌率=(消毒前空气菌落数-消毒后空气菌落数)/消毒前空气菌落数 $\times 100\%$ 。

1.4 统计分析

数据分析均采用SPSS23.0软件进行处理,其中计数资料用百分数表示,采用卡方检验,计量资料用 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 消毒效果

在消毒前,1号与2号介入室空气菌落数差别无统计学意义($P=0.85$)。消毒后,1号与2号介入室空气菌落数差别无统计学意义($P=0.72$)。1号与2号介入室自然菌清除率差别亦无统计学意义($P=0.84$)。见表1。

2.2 消毒效果监测

2015年1月~2016年12月连续监测24个月,消毒后1号和2号介入室空气菌落数分别为 $(43.69 \pm 23.08) \text{ cfu}/\text{m}^3$ 和 $(45.87 \pm 18.13) \text{ cfu}/\text{m}^3$,差别无统计学意义($t=0.36, P=0.72$,图1)。

表1 不同消毒方法对介入手术室杀菌效果比较
Tab.1 Comparison of different disinfection methods for the air disinfection of interventional room

组别	菌落数(cfu/m ³)		杀菌率
	消毒前	消毒后	
紫外线灯	332.9±21.38	49.8±8.69	85.04%(283.1/332.9)
空气净化器	338.1±16.78	55.05±11.27	83.72%(283.05/338.1)
t/χ^2 值	0.19	0.37	0.20
P值	0.85	0.72	0.84

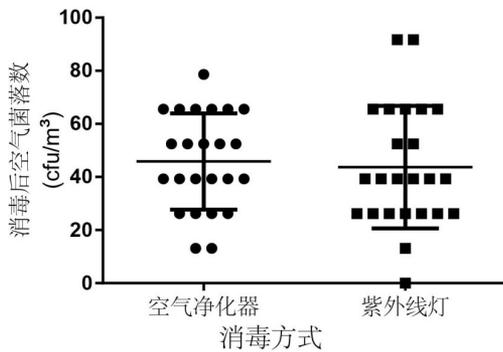


图1 连续24月不同空气消毒方式消毒后空气菌落数监测结果

Fig.1 Monitoring results of air colony after disinfection by different air disinfection methods for 24 months

2.3 术后感染率

连续监测24月,其中1号介入室术后感染率为0.49%(15/3 050),2号介入室术后感染率为0.29%(8/2 780),差别无统计学意义($\chi^2=1.541, P=0.21$)。

3 讨论

无菌操作是外科手术的关键要素,也是外科操作的基石^[12]。良好的空气环境质量,不仅可提高外科操作的成功率,同时也可降低病人术后感染情况,进一步提高外科手术的临床安全性率^[13-15]。本研究通过将新型空气净化器与传统紫外线灯空气消毒进行对比,一方面从消毒指标即菌落清除率出发,证实空气净化器消毒空气消毒效果与传统紫外线无显著性差异,均可作为介入手术室空气质量消毒的可靠手段;另一方面,从空气消毒的临床指标即术后感染率方面出发,证明空气净化器消毒效果与传统紫外线亦无显著性差别,充分证实了空气净化器对介入手术室的空气消毒临床价值,为今后介入手术室及其他手术室空气质量消毒提供了新的理论依据。

紫外线是最传统也是最经典的空气消毒方法之一,其原理主要为利用适当波长的紫外线,使其破坏生物机体细胞中的DNA即脱氧核糖核酸或RNA结构,造成

生长性细胞死亡及再生性细胞死亡,从而达到良好的消毒效果^[16-17]。然而若人体长期或经常暴露于紫外线下,则会引起一系列症状,包括容易引起皮肤瘙痒、皮疹等,甚至造成皮肤癌变。长时间紫外线照射,亦可产生臭氧等毒性物质,危害人体健康^[18-20]。因此,需要一种可有效消毒空气同时对人体无危害或危害较小的消毒方式。空气净化器主要是通过光氢催化氧化矩阵技术原理,在机器内部紫外线与多种稀有金属元素催化剂的作用下,一方面其可产生大量净化因子,包括羟基粒子、超氧离子、过氧化氢及纯态负离子等,使离子态遍布整个空间,主动捕捉并杀灭空气中的细菌、病毒和霉菌等,另一方面,其生成的负离子可同时结合空气中的微粒,进一步增强消毒效果。在其他参数固定下,空气净化器的消毒效果主要与风速流量有关^[10]。本研究利用中等风速,在相同时间处理下,已达到传统紫外线消毒效果,充分证实空气净化器的临床消毒实用性。同时在日常临床应用中,空气净化器可根据人流及空气质量需要,加大空气净化器的风速从而达到更好的消毒效果,进一步改善介入手术室的空气质量。

手术室空气为流通状态,因此手术室空气质量亦动态变化。在传统紫外线消毒范畴下,手术室消毒显得尤为局限。临床上往往只有在所有手术结束后或手术前即凌晨时段方能进行消毒,因此手术室空气质量随着时间变化不断恶化,空气菌落数不断上升。对介入手术室而言,由于其所处环境远不及传统手术室处于层流环境,其空气质量基础情况差,恶化情况较传统手术室更为严重。因此,将空气净化器运用于介入手术室,不仅能达到传统紫外线消毒的效果,对人体无害,同时由于空气净化器在手术过程中亦可连续开启,达到更佳的消毒空气效果。同时另一方面,介入手术室每日处理患者数量多,介入操作繁琐,人员进出亦比较频繁,空气菌落数迅速累积,空气质量恶化速度快。因此,将空气净化器应用于介入手术室空气消毒,是介入手术室的最佳选择,可进一步提高介入手术室的空气质量。

空气质量不仅影响外科手术操作,也影响病人术后的感染情况。在长期的临床研究中发现,优良空气质量可显著降低手术病人术后感染率^[21-24]。本研究在为期24月连续监测中发现,净化器与紫外线空气消毒后,介入手术病人术后感染情况亦无显著性差异,进一步证实空气净化器的临床适用性。

总之,空气净化器消毒效果与紫外线无异,然而由于其可持续使用,贯穿手术过程且对人体无害,空气净化消毒器应作为介入手术室消毒的首要选择。至于其在其他手术室的使用效果,则有待进一步研究。

【参考文献】

- [1] CHAUVEAUX D. Preventing surgical-site infections: measures other than antibiotics[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2015, 101(1 Suppl): S77-S83.
- [2] LEAS B F, SULLIVAN N, HAN J H, et al. Environmental cleaning for the prevention of healthcare-associated infections[M]. Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality, 2015: 46.
- [3] 姚玉敏, 寇静华, 马金一. 国内空气消毒机和紫外线照射应用于手术室消毒的Meta分析[J]. *现代医学*, 2013, 41(1): 32-36.
YAO Y M, KOU J H, MA J Y. Comparison between air sterilization machine and ultraviolet radiation in the air disinfection of operating room: a Meta analysis[J]. *Modern Medical Journal*, 2013, 41(1): 32-36.
- [4] WEAVING P, COX F, MILTON S. Infection prevention and control in the operating theatre: reducing the risk of surgical site infections (SSIs)[J]. *J Perioper Pract*, 2008, 18(5): 199-204.
- [5] WEBER D J, ANDERSON D, RUTALA W A. The role of the surface environment in healthcare-associated infections[J]. *Curr Opin Infect Dis*, 2013, 26(4): 338-344.
- [6] MACLEAN M, MCKENZIE K, ANDERSON J G, et al. 405 nm light technology for the inactivation of pathogens and its potential role for environmental disinfection and infection control[J]. *J Hosp Infect*, 2014, 88(1): 1-11.
- [7] WANG W, HUANG G, YU J C, et al. Advances in photocatalytic disinfection of bacteria: development of photocatalysts and mechanisms[J]. *J Environ Sci*, 2015, 34(8): 232-247.
- [8] 徐庆华, 何文胜. 不同消毒方法对空气消毒净化效果评价[J]. *中国消毒学杂志*, 2003, 20(1): 27-30.
XU Q H, HE W S. Evaluation of efficacy of different methods in disinfection and purification of air[J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2003, 20(1): 27-30.
- [9] BOYCE J M. Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals[J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2016, 5(1): 10.
- [10] 尹湘毅, 张皖瑜, 黄慧敏, 等. 迅洁(RGF)空气净化设备在医院重点部门的应用及效果观察[J]. *医疗卫生装备*, 2010, 31(5): 108-109.
YIN X Y, ZHANG W Y, HUANG H M, et al. Application of RGF air purification equipment in hospital key department and its effect observation[J]. *Chinese Medical Equipment Journal*, 2010, 31(5): 108-109.
- [11] 祖伟, 班海群, 沈瑾, 等. 手术室空气消毒方法与效果的研究现状[J]. *中国消毒学杂志*, 2014, 31(3): 277-280.
ZU W, BAN H Q, SHEN J, et al. Research of air disinfection methods and effects in operating room[J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2014, 31(3): 277-280.
- [12] 申玉琴, 宋百灵, 梁怡虹. 外科手术患者切口感染的相关因素分析及对策[J]. *中华医院感染学杂志*, 2014, 24(1): 141-143.
SHEN Y Q, SONG B L, LIANG Y H. Related factors for surgical incision infections and prevention countermeasures [J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2014, 24(1): 141-143.
- [13] 谢细霞, 刘次云, 林虹梅. 3种消毒方法对无层流设备接台手术室空气消毒效果的观察[J]. *现代临床护理*, 2009, 8(7): 62-63.
XIE X X, LIU C Y, LIN H M. Observation on the effect of three kinds of disinfection methods on air disinfection of operating room without laminar flow equipment[J]. *Modern Clinical Nursing*, 2009, 8(7): 62-63.
- [14] 张峥, 郭秋月, 陈淑敏. 连台手术间隙应用紫外线空气消毒机的效果观察[J]. *中国消毒学杂志*, 2016, 33(4): 396-397.
ZHANG Z, GUO Q Y, CHEN S M. Observation on the effect of applying ultraviolet air disinfection machine in the operation interval [J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2016, 33(4): 396-397.
- [15] 成昌霞. 两种手术室空气质量与腹部手术切口感染的对比分析[D]. 长春: 吉林大学, 2008.
CHENG C. Analysis of the comparisons between air quality and infection rate of abdominal operative incisions in two kinds of operating rooms[D]. Changchun: Jilin University, 2008.
- [16] PILUSO L G, MOFFATT-SMITH C. Disinfection using ultraviolet radiation as an antimicrobial agent: a review and synthesis of mechanisms and concerns[J]. *PDA J Pharm Sci Technol*, 2006, 60(1): 1-16.
- [17] QURESHI Z, YASSIN M H. Role of ultraviolet (UV) disinfection in infection control and environmental cleaning[J]. *Infect Disord Drug Targets*, 2013, 13(3): 191-195.
- [18] YAM J C, KWOK A K. Ultraviolet light and ocular diseases[J]. *Int Ophthalmol*, 2014, 34(2): 383-400.
- [19] LUCAS R M, BYRNE S N, CORREALE J, et al. Ultraviolet radiation, vitamin D and multiple sclerosis[J]. *Neurodegener Dis Manag*, 2015, 5(5): 413-424.
- [20] FELTON S, NAVID F, SCHWARZ A, et al. Ultraviolet radiation-induced upregulation of antimicrobial proteins in health and disease [J]. *Photochem Photobiol Sci*, 2013, 12(1): 29-36.
- [21] DE KORNE D F, VAN WIJNGAARDEN J D, VAN ROOIJ J, et al. Safety by design: effects of operating room floor marking on the position of surgical devices to promote clean air flow compliance and minimise infection risks[J]. *BMJ Qual Saf*, 2012, 21(9): 746-752.
- [22] FORTUN J A, GROSSNIKLAUS H E, WABNER K A, et al. The effect of air tamponade on the ingress of ocular surface pathogens in sutureless transconjunctival microincisional vitrectomy [J]. *Retina*, 2013, 33(3): 566-570.
- [23] ANDERSSON A E, BERGH I, KARLSSON J, et al. Traffic flow in the operating room: an explorative and descriptive study on air quality during orthopedic trauma implant surgery[J]. *Am J Infect Control*, 2012, 40(8): 750-755.
- [24] CHEN J, LIU Y R, SUN Y D, et al. The risk of bacteria in foam sclerotherapy: does the condition of the air in outpatient vs. operating rooms make a difference?[J]. *Br J Dermatol*, 2014, 171(6): 1386-1590.

(编辑:黄开颜)