

· 实验研究 ·

doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2019.04.002

紫外灯消毒对静脉用药集中调配中心臭氧浓度的影响*

黄健¹, 李珂佳¹, 曾海萍¹, 杨文丽¹, 蒋依妮¹, 范悦¹, 温榕秀²

(1. 昆明医科大学第二附属医院, 云南 昆明 650101; 2. 昆明医科大学海源学院药学院, 云南 昆明 650101)

摘要:目的 探讨静脉用药集中调配中心(PIVAS)采用紫外灯进行空气消毒后对臭氧浓度的影响。方法 采用紫外辐射照度计检测紫外灯照度,采用臭氧检测仪检测臭氧浓度,并观察臭氧产生及消散情况。结果 在水平层流台、A2型及B2型生物安全柜和洁净调配间的紫外灯照度均大于100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$;预试验检测在洁净调配间空调系统和层流台风机全部开启或关闭状态,以及紫外灯开启或关闭30 min内,臭氧浓度无明显差异($P>0.05$);紫外灯开启60 min内的不同时间点臭氧浓度无明显差异($P>0.05$);紫外灯开启15,30,60 min关闭后15 min内臭氧浓度无明显差异($P>0.05$)。结论 PIVAS大量使用紫外灯产生的特殊气味,以及臭氧浓度检测仪检测到的极低浓度臭氧,可能是由空气中的微量臭氧造成,紫外灯的使用对人体相对安全。

关键词:紫外灯;消毒;臭氧;浓度;静脉用药集中调配中心

中图分类号:R953

文献标识码:A

文章编号:1006-4931(2019)04-0005-03

Effect of Ultraviolet Lamp Disinfection on Ozone Concentration in the Pharmacy Intravenous Admixture Services

HUANG Jian¹, LI Kejia¹, ZENG Haiping¹, YANG Wenli¹, JIANG Yini¹, FAN Yue¹, WEN Rongxiu²

(1. The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming, Yunnan, China 650101; 2. School of Pharmaceutical Science, Haiyuan College, Kunming Medical University, Kunming, Yunnan, China 650101)

Abstract: Objective To investigate the ultraviolet(UV) lamp disinfection on ozone concentration in the pharmacy intravenous admixture services(PIVAS). **Methods** The illuminance of UV lamp was measured by UV irradiance meter, the ozone concentration was measured by the ozone detector, and the generation and dissipation of ozone concentration were observed. **Results** On the horizontal laminar flow table, in A2 type and B2 type biosafety cabinets and clean dispensing room, the illumination of UV lamp was greater than 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. In the clean dispatching room, the air conditioning system and laminar fan were all opened or closed, and the UV lamp was turned on or off for 30 min, the pre-test was carried out and the result showed that there was no significant difference in ozone

*基金项目:云南省教育厅科学研究基金项目[2014C055Y]。

第一作者:黄健,男,大学本科,主要从事静脉用药集中调配管理工作,(电话)0871-63402926(电子信箱)kmhj43825@163.com。

的药效学构建更全面的定性定量光谱指纹学的质控模型得进一步研究。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015:610-611.
- [2] WS₃-B-0033-89, 卫生部药品标准·中药成方制剂(第一册)[S].
- [3] 曹瑞竹. 木香顺气丸 HPLC 特征指纹图谱研究及多成分含量测定[J]. 药物分析杂志, 2017, 37(6):1127-1133.
- [4] 魏清芳, 王嘉林. 木香顺气丸甲醇提取物的高效液相特征图谱[J]. 中国医院药学杂志, 2011, 31(16):1388-1391.
- [5] 师健友, 童荣生, 李晋奇, 等. HPLC 测定木香顺气丸中的木香烯内酯[J]. 华西药学杂志, 2013, 28(4):417-418.
- [6] 万慧杰, 王建国, 朱贺年. RP-HPLC 测定木香顺气丸中橙皮苷的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(16):67-73.
- [7] 孙全明, 朱朝德, 李春雨. HPLC 测定木香顺气丸中的4种有效成分[J]. 华西药学杂志, 2008, 23(2):215-216.
- [8] 孙迪迪, 湛建峰, 邱娟. HPLC 同时测定木香顺气丸中5种成分的含量[J]. 食品与药品, 2017, 19(4):264-268.

- [9] 伍蕊嗣, 刘涛, 付春梅, 等. 基于紫外指纹图谱的热毒宁注射液质量研究[J]. 中草药, 2017, 48(3):499-504.
- [10] 杨新周. 奥灵丹紫外指纹图谱共有峰率和变异峰率双指标序列分析法[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(20):43-48.
- [11] 高燕菁, 林佳佳, 张剑平, 等. 4种炙甘草样品的质量分析[J]. 中国药业, 2011, 20(19):36-37.
- [12] 课净璇, 黎杉珊, 申光辉, 等. 基于双指标分析法和聚类分析法的花椒红外指纹图谱研究[J]. 食品与机械, 2017, 33(3):55-61.
- [13] 郭兴蕾, 徐海星, 许沛虎, 等. 红外指纹图谱对不同炮制时间大黄炭的质量控制研究[J]. 中国医院用药评价与分析, 2018, 18(3):378-380.
- [14] 史大军, 潘龙珍. 肺力咳胶囊一致性近红外检验模型的建立与应用[J]. 中国药业, 2014, 13(5):31-32.
- [15] 孙国祥, 邵艳玲, 张宇, 等. 逼近理想解排序法优化紫外和红外指纹图谱及燃烧热整合模型评价维C银翘片[J]. 药物分析杂志, 2013, 33(4):544-550.

(收稿日期:2018-06-21)

concentration ($P > 0.05$). There was no significant difference in ozone concentration at different time points within 60 min after UV lamp was switched on ($P > 0.05$), or no significant difference was found among 15, 30, 60 min after UV lamp was switched on and 15 min after UV lamp was switched off ($P > 0.05$). **Conclusion** The special odor produced by the extensive use of UV lamp in PIVAS and the extremely low concentration of ozone detected by ozone concentration detector may be caused by trace ozone content in the air, which is relatively safe for human.

Key words: ultraviolet lamp; disinfection; ozone; concentration; pharmacy intravenous admixture services

臭氧是把“双刃剑”,对人类有益也有害,其浓度在一定范围内($\geq 2 \text{ mg/m}^3$)可杀菌消毒,但长时间吸入低浓度臭氧,可能对机体造成损害^[1]。据相关报道,当在臭氧浓度为 24 mg/m^3 的环境中连续工作 1 h 以上,可致中毒;浓度为 6.8 mg/m^3 时,每日工作 3~5 h, 60%~70% 的人员会出现头晕、头痛、食欲不振等反应, 25% 出现呼吸道刺激症状, 40% 出现轻度慢性咽炎^[2], 呼吸功能下降, 引发哮喘和慢性阻塞性肺疾病^[3]。同时,臭氧也可能造成大脑、脑干、脊髓及神经细胞的损伤^[4],甚至引发癫痫^[5],还会阻碍血液的输氧功能,造成组织缺氧^[6]。以上因素可能是造成长时间接触低浓度臭氧引起人神经功能早期损伤的原因^[7]。

产生臭氧的方式有很多,如紫外灯消毒,下雨时雷电电击,冰箱和空调工作等。静脉用药集中调配中心(PIVAS)日常工作中大量使用紫外灯消毒,其消毒后臭氧浓度是否会过高而对人体健康产生不利影响仍需验证。本研究中观察了不同情况下紫外灯消毒后臭氧产生及消散情况。现报道如下。

1 材料与方法

1.1 仪器

30 W 石英紫外灯(江苏巨光光电科技公司,波长为 254 nm); A2 型及 B2 型生物安全柜(上海上净净化设备有限公司); LS126C 型紫外辐射照度计(深圳市林上科技有限公司,量程范围为 $0 \sim 200\,000 \mu\text{W/cm}^2$); Model 202 型空气臭氧检测仪(美国 2B Technologies 公司,测量范围为 $0.002 \sim 200 \text{ mg/m}^3$)。

1.2 方法

1.2.1 原理与标准

本研究中臭氧浓度检测原理为物理法,即利用臭氧对 254 nm 波长处的紫外线特征吸收的特性进行测定,该法在我国被定为环境空气中测定臭氧的标准方法(GB1/T1154348)。臭氧浓度标准国际为 0.2 mg/m^3 ,我国为 0.3 mg/m^3 。

1.2.2 照度检测

依据卫生部法制与监督司 2002 年颁布的《消毒技术规范》(以下简称《规范》)测定方法及判定标准。开启紫外灯 5 min 后,将紫外辐射照度计置紫外灯正下方

1 m 处测量,紫外灯照度 $\geq 90 \mu\text{W/cm}^2$ 为符合要求。

1.2.3 预试验

由于紫外灯消毒后产生臭氧浓度的情况不明确,故需预估臭氧产生及消散情况。本研究中分别设置洁净调配间空调系统和层流台风机全部打开或全部不打开 2 种极端情况。且生物安全柜配有隔离窗,臭氧相对不易散发,故选择生物安全柜做预试验。1) 启动洁净调配间空调系统和层流台风机,打开紫外灯 30 min,测量该时间段内(0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 min, 下同)的臭氧浓度;关闭紫外灯,测量关闭后 30 min 内的臭氧浓度。2) 关闭洁净调配间空调系统和层流台风机,打开紫外灯 30 min,测量该时间段内的臭氧浓度;关闭紫外灯,测量关闭后 30 min 内的臭氧浓度。

通过预试验发现,洁净调配间的空调系统和层流台风机对臭氧浓度产生和消散无明显影响,臭氧浓度均较低。根据预试验结果,设计洁净调配间使用紫外灯臭氧产生及消散的最终方案。

1.2.4 臭氧浓度检测

卫生部 2010 年制定了《静脉用药集中调配质量管理规范》,根据其附件《静脉用药集中调配操作规程》规定,调配人员每天在操作开始前,至少有 1 位调配人员提前启动水平层流台或生物安全柜的循环风机和紫外灯, 30 min 后关闭紫外灯,调配人员方可进入调配间进行配药的要求,本试验中设置测定条件为开启洁净调配间空调系统和层流台风机,温度控制在 $18 \sim 26 \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度控制在 70% 以下。

层流台臭氧浓度测定:选择水平层流台、A2 型及 B2 型生物安全柜各 1 台,分别检测紫外灯开启 0, 15, 30, 60 min 时的臭氧浓度。将臭氧检测仪置于每个操作台的正中位置进行测定。

调配间臭氧浓度测定:选取有 9 个水平层流台的洁净调配间(约 60 m^2 , 200 m^3),检测紫外灯开启 15, 30, 60 min 关闭后 15 min 内的臭氧浓度。将空气臭氧检测仪置洁净调配间正中位置,层流台面高度。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 18.0 统计学软件分析。计量资料以 $\bar{x}$ 或 $\bar{x} \pm s$ 表示,行 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 紫外灯照度检测结果

结果见表1。可见,在不同检测空间,紫外灯照度均符合要求。

表1 紫外灯照度检测结果($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)

检测空间	照度	检测空间	照度
水平层流台	140.20	B2型生物安全柜	172.50
A2型生物安全柜	160.00	洁净调配间	120.64 ± 11.44

2.2 预试验结果

结果见表2。可见,在洁净调配间空调系统和层流台风机全部开启或关闭状态,以及紫外灯开启或关闭30 min内臭氧浓度无明显差异($P > 0.05$)。

2.3 紫外灯开启时长对臭氧浓度的影响

结果见表3和表4。可见,紫外灯开启60 min内的不同时间点层流台臭氧浓度无明显差异($P > 0.05$);同时,

表2 臭氧浓度检测结果($\times 10^{-3} \text{ mg}/\text{m}^3$)

空调系统和 风机状态	紫外灯 状态	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
全部开启	开启	18.6	20.4	22.8	22.4	24.2	24.0	25.4
	关闭	-	23.0	21.6	22.6	21.8	20.6	20.8
全部关闭	开启	22.4	21.8	22.4	20.4	20.0	23.4	22.8
	关闭	-	21.2	23.0	21.6	22.6	21.8	21.6

表3 紫外灯开启不同时长对臭氧浓度的影响($\times 10^{-3} \text{ mg}/\text{m}^3$)

检测空间	0 min	15 min	30 min	60 min
水平层流台	18.4	14.4	15.8	15.4
A2生物安全柜	19.4	20.2	19.8	15.8
B2生物安全柜	20.0	21.6	22.8	19.0
洁净调配间	22.0	-	20.6	-

紫外灯开启15,30,60 min关闭后15 min内臭氧浓度无明显差异($P > 0.05$)。

表4 紫外灯开启不同时长对关闭后15 min内臭氧浓度的影响($\times 10^{-3} \text{ mg}/\text{m}^3$)

检测空间	0 min	开启15 min			开启30 min			开启60 min		
		关闭5 min	关闭10 min	关闭15 min	关闭5 min	关闭10 min	关闭15 min	关闭5 min	关闭10 min	关闭15 min
水平层流台	18.4	13.8	14.2	13.2	21.0	21.8	19.2	17.4	22.0	19.0
A2型生物安全柜	19.4	17.2	19.0	18.2	19.8	17.6	18.4	17.2	18.8	18.6
B2型生物安全柜	20.0	24.2	25.8	20.4	21.2	23.8	21.6	19.0	22.2	23.6
洁净调配间	22.0	-	-	-	21.6	20.8	21.4	-	-	-

3 讨论

验证紫外灯消毒后臭氧浓度产生及消散变化情况,首先要求使用的紫外灯符合标准要求,依《规范》测定。由表1可见,各检测空间内紫外灯照度均大于 $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$,符合标准要求。

通过预试验发现,在洁净调配间空调系统和层流台风机全部开启或全部关闭的极端情况下,臭氧浓度无明显差异,且均极低,仅 $0.02 \text{ mg}/\text{m}^3$ 左右,且变化无规律,可能是臭氧浓度已低至检测底限,由于测量误差造成的。另一方面也验证了254 nm波长紫外灯属无臭氧型,产生臭氧的浓度极低,均能满足国际臭氧协会规定应低于 $0.2 \text{ mg}/\text{m}^3$ 及我国规定应低于 $0.3 \text{ mg}/\text{m}^3$ 的要求。

紫外灯开启不同时长条件下臭氧浓度均无明显差异,能检测到的臭氧浓度均较低,且不会随紫外灯开启的时间延长而升高,表明紫外灯的使用对人体是安全的。

紫外灯关闭后15,30,60 min内,臭氧浓度无明显差异,且未随时间的推移完全消失,再次验证这种现象可能与臭氧检测仪的检测原理有关,空气中的微量臭氧含量可能会影响检测仪,以致不能较好地体现检测限底限的浓度变化。

综上所述,根据对PIVAS大量使用紫外灯开启不同

时长后对臭氧浓度的检测,发现无论何种型号的洁净层流台或洁净调配间,臭氧浓度均无明显差异,且浓度极低。大量使用紫外灯产生的特殊气味,以及臭氧检测仪检测到的极低浓度臭氧,可能是由空气中的微量臭氧造成的,但均符合国际及我国对臭氧安全浓度的规定,使用相对安全。

参考文献:

- [1] 刘晓青,卢咏才,郭肇铮,等. 臭氧对小鼠的损伤[J]. 中华劳动卫生职业病杂志,1990,8(6):365-367.
- [2] 陈剑伟. 浅谈臭氧的应用及危害[J]. 微量元素与健康研究,2013,30(6):70-71.
- [3] MUDWAY IS, KELLY FJ. Ozone and the lung: A sensitive issue[J]. Mol Aspects Med, 2000, 21(1-2):1-48.
- [4] 戴建国,陈景横,魏国勤,等. 臭氧对小鼠血清脂质过氧化物及心脑血管质水平的影响[J]. 环境与健康杂志,1995,12(2):59-60.
- [5] ESCALANTE - MEMBRILLO C, PAZ C. Development of an experimental model of epilepsy in rats exposed to ozone[J]. Toxicol Lett, 1997, 93(2-3):103-107.
- [6] 蔡宏道. 现代环境卫生学[M]. 北京:人民卫生出版社,1995:425.
- [7] 李国君,肖忠新,褚金花,等. 复印室内臭氧污染调查及其对复印工人神经行为的影响[J]. 中国现代医学杂志,2011,11(5):24-26.

(收稿日期:2018-06-04)