

# 医院护理过程中两种紫外线辐射强度检测结果比较与分析

杨奇娟<sup>1</sup>, 段芃嫻<sup>1</sup>, 叶玲玲<sup>1</sup>, 杨海燕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大理大学第一附属医院感染管理科, 云南 大理

<sup>2</sup>大理白族自治州中医医院感染管理办公室, 云南 大理

收稿日期: 2025年7月26日; 录用日期: 2025年8月19日; 发布日期: 2025年8月28日

## 摘要

目的: 对两种紫外线灯辐射强度的检测方法进行评价。方法: 用紫外线强度辐照仪及紫外线强度指示卡对使用中的紫外线灯辐照强度进行监测。结果: 在温度20℃~25℃, 相对湿度56%~60%, 功率30 W, 外接电源额定电压220 V ± 5 V情况下, 指示卡强度监测结果与辐照仪检测结果基本一致。结论: 日常监测结合两种检测方法强化监测频次, 定期对紫外线灯进行指示卡强度监测, 对医疗机构紫外线灯监管具有指导意义。

## 关键词

紫外线灯, 辐照强度, 检测方法

# Comparison and Analysis of Ultraviolet Radiation Intensity Detection Results Using Two Methods in Hospital Nursing Procedures

Qijuan Yang<sup>1</sup>, Pengyuan Duan<sup>1</sup>, Lingling Ye<sup>1</sup>, Haiyan Yang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Infection Management, The First Affiliated Hospital of Dali University, Dali Yunnan

<sup>2</sup>Department of Infection Management, Dali Bai Autonomous Prefecture Hospital of Traditional Chinese Medicine, Dali Yunnan

Received: Jul. 26<sup>th</sup>, 2025; accepted: Aug. 19<sup>th</sup>, 2025; published: Aug. 28<sup>th</sup>, 2025

文章引用: 杨奇娟, 段芃嫻, 叶玲玲, 杨海燕. 医院护理过程中两种紫外线辐射强度检测结果比较与分析[J]. 临床医学进展, 2025, 15(8): 1855-1860. DOI: 10.12677/acm.2025.1582435

## Abstract

**Objective:** Two methods for detecting the radiation intensity of ultraviolet lamps are evaluated. **Method:** The irradiation intensity of ultraviolet lamps in use is monitored by an ultraviolet intensity irradiator and ultraviolet intensity indicator card. **Results:** When the temperature is 20°C~25°C, the relative humidity is 56%~60%, the power is 30 W, and the rated voltage of the external power supply is 220 V  $\pm$  5 V, the monitoring result of the indicator card strength is basically consistent with that of the irradiator. **Conclusion:** Daily monitoring combined with the two detection methods to strengthen the monitoring frequency, regularly monitor the indicator card strength of the ultraviolet lamp, which has guiding significance for the supervision of ultraviolet lamp in medical institutions.

## Keywords

Ultraviolet Lamp, Irradiation Intensity, Detection Method

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

紫外线属于电磁辐射中的一种, 医疗行业主要使用 C 波段 200~280 nm 波长范围, 杀菌力较强的波段为 250~280 nm, 紫外线杀菌灯所采用的波长为 253.7 nm。紫外线照射消毒是医院最常使用的方法, 通过破坏菌体核酸、菌体蛋白、菌体糖而达到杀菌作用[1]。但紫外线灯随使用时间延长辐射强度不断衰减且杀菌效果也会受到诸多因素的影响, 包括温湿度、灯管质量、灯管洁净度、镇流器等等[2]-[6], 目前最常用的监测紫外线灯辐照强度方法是紫外线辐照仪和紫外线强度指示卡。本文针对 2024 年 5 月紫外线灯辐照强度两种监测方法的结果进行统计分析评价, 为医疗机构合理、规范监测使用紫外线杀菌灯提供参考。

## 2. 对象与方法

### 2.1. 对象

某三甲医院使用的紫外线灯管 150 盏, 温度 20°C~25°C, 相对湿度 56%~60%, 功率 30 W, 外接电源额定电压 220 V  $\pm$  5 V, 配备功率 30 W 的镇流器。

### 2.2. 方法

#### 2.2.1. 紫外线强度辐照仪

使用前经计量部门检定合格, 将调试好的紫外线照度计受光器盖打开置于紫外线灯中央下方垂直 1 m 处, 开紫外线灯照射 5 分钟后主机仪表数字不再上升即可读值。

#### 2.2.2. 紫外线强度指示卡

将紫外线灯辐照强度测定架悬挂于灯管中央处, 标尺定在 1 m 处, 开启紫外线灯 5 分钟, 待其稳定后, 将紫外线辐射强度指示卡色块面向紫外线灯照射 1 分钟, 感光色块随紫外线的强度不同由乳白色变成深浅程度不同的紫红色。立即将感光色块与两端标准色块(90  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>、70  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>)进行比较, 即可测

得紫外线强度，记录为 $\geq 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、 $\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、 $< 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

2.2.3. 评价方法

根据 WS/T 367-2012《医疗技术消毒规范》[7]要求，使用中 30W 紫外线灯管监测前 75%酒精擦拭保持清洁干燥，强度  $< 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  为不合格； $\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  为合格。

2.3. 统计学方法

采用 SPSS17.0 统计软件对数据进行统计分析，计数资料以率表示，组间比较采用配对 $\chi^2$ 检验， $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两种检测方法合格率比较

两种方法检测 150 盏使用中的 30 W 紫外线灯管辐照强度，辐照仪合格率为 80.0% (120/150)，指示卡合格率 94.7% (142/150)，两者的比较见表 1，经配对 $\chi^2$ 检验比较， $P < 0.001$ ，差异有统计学意义。

Table 1. Comparison of ultraviolet radiation monitoring results obtained by ultraviolet lamp irradiators and indicator cards (n = 150)

表 1. 紫外灯辐照仪和指示卡两种监测结果比较(n = 150)

| 辐照仪 | 指示卡 |     | 合计  |
|-----|-----|-----|-----|
|     | 合格  | 不合格 |     |
| 合格  | 120 | 0   | 120 |
| 不合格 | 22  | 8   | 30  |
| 合计  | 142 | 8   | 150 |

3.2. 两种检测方法结果分布对比

在温度 20℃~25℃，相对湿度 56%~60%，电压 220 V  $\pm$  5 V 的环境中，辐照仪读数不合格的紫外线灯管(辐照仪检测强度在  $40 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \sim 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  区间)使用指示卡检测结果分布，指示卡强度监测结果  $< 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  8 盏、 $70 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \sim 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  19 盏、 $\geq 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  3 盏；辐照仪检测强度在 $\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  区间，指示卡强度监测结果  $70 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \sim 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  21 盏、 $\geq 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  99 盏。见表 2。

Table 2. Agreement analysis of ultraviolet radiation monitoring results between ultraviolet lamp irradiators and indicator cards (n = 150)

表 2. 紫外灯辐照仪和指示卡两种监测结果比较(n = 150)

| 辐照仪  | 指示卡    |       |           | 合计  |
|------|--------|-------|-----------|-----|
|      | $< 70$ | 70~90 | $\geq 90$ |     |
| 40~  | 5      | 4     | 2         | 11  |
| 55~  | 3      | 15    | 1         | 19  |
| 70~  | 0      | 20    | 28        | 48  |
| 85~  | 0      | 1     | 27        | 28  |
| 100~ | 0      | 0     | 17        | 17  |
| 115~ | 0      | 0     | 15        | 15  |
| 130~ | 0      | 0     | 8         | 8   |
| 145~ | 0      | 0     | 4         | 4   |
| 合计   | 8      | 40    | 102       | 150 |

### 3.3. 两种检测方法不合格率比较

在温度 20℃~25℃, 相对湿度 56%~60%, 电压 220 V ± 5 V 的环境中, 30 W 使用中的紫外线灯强度辐照仪检测值不合格 45  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ~55  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、55  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ~70  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  区间指示卡强度监测合格结果 70  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ~90  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  19 盏、 $\geq 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  3 盏, 共计 22 盏, 经 Fisher 确切概率法,  $P=0.169$ , 差异无统计学意义。

### 3.4. 两种检测方法结果的差异

在温度 20℃~25℃, 相对湿度 56%~60%, 电压 220 V ± 5 V 的环境中, 150 盏使用中 30 W 紫外线灯管以辐照仪强度检测值为指标与指示卡强度监测结果对比, 见图 1, 由图可知, 当辐照仪强度检测值 < 70  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  时, 指示卡部分监测结果为 70  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ~90  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 甚至高于 90  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 当辐照仪强度检测值  $\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  时, 指示卡监测结果为  $\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ~ $\geq 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

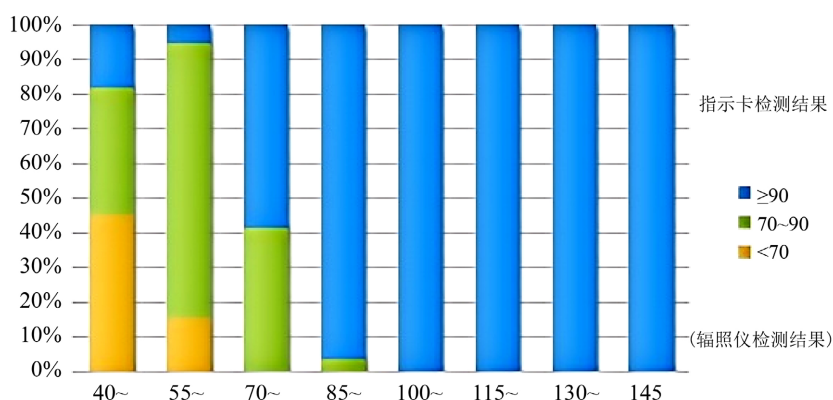


Figure 1. Comparison chart of the detection results between the ultraviolet irradiator and the indicator card (n = 150)

图 1. 紫外照射器与指示卡检测结果对比图(n = 150)

## 4. 讨论

紫外线消毒因其操作简单, 价格低廉, 医疗机构广泛应用于室内空气消毒和物体表面消毒。根据 WS/T367-2012《医疗技术消毒规范》《医院空气净化管理规范》[8]使用中 30 W 紫外线灯 1.0 米处的强度应不低于 70  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。应定期监测消毒紫外线的辐射强度, 当辐照强度低到要求值以下时, 应及时更换。目前监测紫外线灯辐照强度最常使用的方法是紫外线辐照仪和紫外线强度指示卡。

监测结果说明在温度 20℃~25℃, 相对湿度 56%~60%, 电压 220 V ± 5 V 的环境中, 紫外线强度辐照仪和紫外线强度指示卡监测合格率 80.0% VS 94.7%, 指示卡强度监测合格率高于辐照仪强度监测合格率, 与孙家志[9]等人研究一致。以紫外线辐照仪检测值为指标分为 8 个区间与紫外线指示卡结果对比显示辐照仪强度不合格 40  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ~70  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  区间, 指示卡强度监测结果合格 22 盏, 强度在  $\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ~ $\geq 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  区间,  $P=0.169$ , 差异无统计学意义。辐照仪检测强度在  $\geq 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ~ $\geq 145 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  区间, 指示卡强度监测结果与辐照仪检测结果基本一致, 说明指示卡感光色块接受紫外线强度高能阶段变色准确效果优于低能阶段, 紫外线强度越高两种方法监测结果越接近, 通过数据显示两种检测方法, 在稳定条件基础上, 有较好的一致性。

紫外线辐照仪属于物理监测, 主要用于测量紫外线的辐射能功率密度, 方便、准确、性能稳定。紫外线强度指示卡属于化学监测, 简便、快速, 但其结果为间接指标属于半定量监测[10]。因辐照仪价格昂

贵故临床科室现广泛使用指示卡监测紫外线强度进行自我监测,但指示卡为一次性使用,使用过的指示卡虽褪色后仍为乳白色,但不能再使用;打开包装的指示卡需防受光照,黑色相纸保存,作为日常监测只能起到把关作用,不适合做精准监测。

本研究中发现辐照仪检测强度不合格  $40\ \mu\text{W}/\text{cm}^2\sim 70\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$  区间,存在指示卡强度监测结果 $\geq 70\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 合格 22 盏,为了保证消毒效果,有效利用两种监测手段,经完善监测方案,总结梳理以下几个方面:

(1) 紫外线辐照仪按要求应每年标定一次,有效期内使用,因测试紫外线灯管数量不断增加,紫外线辐照仪可能存在监测数据漂移现象,可在使用前或使用中安装新灯架、监测新灯管强度对辐照仪读数准确性进行检测,根据 GB19258-2012 紫外线杀菌灯[11]要求新灯管紫外线灯强度监测 $\geq 90\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。如辐照仪在有效期内出现数据偏差过大可寄回厂家进行校正后使用前检测,超过 1 年有效期应计量部门检定,使用前检测。建议对于紫外线灯较多的医疗机构,建立辐照仪监测次数监管,根据监测数量可进行半年厂家定标一次,一年计量部门检定一次。

(2) 感染管理科对紫外线辐照仪专人养护管理,监测人员固定,保证操作流程准确,正确读数。

(3) 电压对紫外线灯的照度影响较大,电压越低辐照强度越小[12]。因医疗机构民用电压 24 小时变化不同,建议在进行紫外线强度监测前检测电压,应稳定在  $220\text{ V}\pm 5\text{ V}$  并记录监测时间点,便于查找不合格原因,及可以筛检紫外线杀菌强度稳定性最强时段为紫外线消毒最佳时段提供依据。

(4) 感染管理科对科室紫外线灯强度监测人员进行判读标准、操作流程、有效期内使用及指示卡存放要求统一培训,临床科室做到专人监测管理,保证现场监测,即时观察,减少因监测人员过多导致标准色块与感光色块判读出现人工误差。

(5) 把好紫外线灯、镇流器及紫外线强度指示卡的购入关,感染管理科参与审证,保证购入质量,临床使用前应进行强度监测,保证使用安全。

(6) 镇流器监管:镇流器质量和应用时间过长可使电流、电阻降低,造成镇流器电感减小,感应电动势降低,使灯管两端电压降低而影响紫外线辐照强度[13],使用过程中如更换镇流器时应注意与紫外线灯输出功率相匹配及关注不同镇流器对紫外线灯辐照强度的影响[14]-[18],更换时需注明更换日期,便于排查质量原因及长年期使用因素。

(7) 监测人员做好个人防护,以防眼睛、皮肤损伤:正确地判断紫外线灯管辐照强度,关键在于用科学方法和手段去识别、排除干扰因素,走出检测误区,确保紫外线灯消毒效果[19]。

(8) 紫外线灯管的清洁对于紫外线强度检测非常重要,紫外线的穿透能力较差,灰尘也能阻挡紫外线的透过而影响其杀菌效果。应保持紫外线灯表面清洁,每周用 70%~80% (体积比)乙醇或 91%的异丙醇棉球擦拭一次[5]。

(9) 紫外线日常监测、物理监测与化学监测相结合,根据化学监测结果强化监测频次:

① 紫外线的辐照强度会随着使用时间的延长而逐渐衰减,每日使用时对紫外线灯管应用时间、照射累计时间、执行人签名等信息进行详细记录。

② 每 3 月~6 月定期对紫外线灯进行指示卡强度监测[20],感染管理科每半年定期全院紫外线灯辐照仪检测, $\leq 70\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的不合格灯管应排查温湿度、灯管质量、灯管洁净度、镇流器等影响因素后对不合格灯管予以更换,新灯管强度监测 $\geq 90\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 为合格。

③ 对临床科室使用指示卡化学监测频次标准进行统一:

1) 紫外线指示卡监测强度  $\geq 90\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 频次为每半年监测一次;

2)  $70\ \mu\text{W}/\text{cm}^2 < \text{紫外线指示卡监测强度} < 90\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 频次为每 3 月监测一次;

3) 紫外线指示卡监测强度等于  $70\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 频次为每月监测一次;

- 4) 紫外线指示卡监测强度  $< 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 更换灯管并对新更换灯管进行指示卡强度监测;
- 5) 更换新灯管后必须进行监测, 若强度  $< 70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  为不合格, 不得使用。新灯管强度  $> 90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  为合格, 可以使用;
- 6) 紫外线灯管强度指示卡规格为 10 片/包, 科室根据紫外线灯管的数量及监测需要, 合理领用强度指示卡, 避免造成浪费。

紫外线灯使用过程中还有很多注意事项, 本文虽然比较了规范要求两种监测方法结果, 在稳定条件基础上有较好的一致性, 但实践中因干扰因素, 存在紫外线灯强度不合格而指示卡监测合格现象, 当室内温度低于  $20^\circ\text{C}$  或高于  $40^\circ\text{C}$ , 相对湿度大于 60% 时, 应适当延长照射时间。通过总结经验, 配备紫外线辐照仪, 采用日常监测、化学监测与物理监测相结合, 强化化学监测频次管理, 8 月份追踪全院紫外线强度合格率达 100%。所以对使用中紫外线日常监测、物理监测与化学监测相结合强化监测频次的管理方式适合基层医疗机构推广。

## 基金项目

大理市 2019 年科技计划项目(2019KGB051)。

## 参考文献

- [1] 杨华明, 易滨. 现代医院消毒学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2013: 432.
- [2] 韩雪玲, 郑水军, 华梅, 等. 辐射强度不合格的紫外线灯管杀菌效果的实验观察[J]. 中国消毒学杂志, 2006, 23(3): 211.
- [3] 吴冬, 钱蕊珠, 王俊龙, 等. 电压和温度对紫外线灯光辐照强度的影响[J]. 中国消毒学杂志, 2007, 24(5): 470.
- [4] 冯秋菊, 吴宁萍. 紫外线杀菌灯使用中应注意的问题[J]. 医疗卫生装备, 2000(6): 53.
- [5] 周国顺, 洪燕南, 陈大华. 紫外线杀菌灯正确使用的探讨[J]. 中国照明电器, 2016(2): 9-12.
- [6] 王媛. 解决电压影响紫外线消毒效果的方法及装置[J]. 中华医院感染学杂志, 2007, 17(10): 1250-1252.
- [7] 李六亿, 张流波, 姚楚水, 等. WS/T 367-2012 医疗机构消毒技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [8] 李六亿, 李卫光, 巩玉秀, 等. WS/T 368-2012 医院空气净化管理规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [9] 孙家志, 龙建英, 徐传妍. 2 种方法监测紫外线灯辐射强度结果比较[J]. 中国输血杂志, 2011, 24(6): 509.
- [10] 王力宏, 朱士俊. 医院感染学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 867-868.
- [11] 陆光明, 郭朋鑫, 彭海军, 等. GB 19258-2012 紫外线杀菌灯[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [12] 陈宋义, 孙汝. 紫外灯辐射强度与电压、温度及距离的关系[J]. 上海预防医学杂志, 1999, 11(7): 309-311.
- [13] 宋志香, 王卫星. 紫外线灯管照射强度影响因素调查[J]. 中国消毒学杂志, 2005, 22(3): 274.
- [14] 杜凤芹, 李小雷, 张瑞芳, 等. 镇流器功率大小对紫外线灯辐照强度的影响[J]. 中国消毒学杂志, 2013, 30(8): 778.
- [15] 周筱嫣, 章舜玮. 紫外线杀菌灯的照射强度稳定性的探讨[J]. 中国输血杂志, 2010, 23(S1): 193-193.
- [16] 李晨, 高赛文, 吕玲, 等. 不同类型镇流器对紫外线灯辐照强度的影响[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(3): 257-260.
- [17] 陶惜丹, 叶雪静, 周艳, 等. 镇流器对紫外线灯辐照强度的影响[J]. 浙江预防医学, 2003, 15(9): 41.
- [18] 钱巧珍, 谢金兰, 秦颖, 等. 镇流器对紫外线灯管辐照强度的影响[J]. 中国消毒学杂志, 2012, 29(9): 840-841.
- [19] 王安平. 镇流器对紫外线灯辐照强度的影响[J]. 中国误诊学杂志, 2008, 8(20): 4847-4848.
- [20] 任南. 实用医院感染监测方法学[M]. 湘潭: 湖南科技大学出版社, 2012: 236-238.