原 著

紫外線殺菌灯の公衆衛生的利用
紫外線殺菌灯の殺菌効果に関する基礎的研究Utilization of Ultraviolet Germicidal Lamp for the purpose of public Health.
Basic Studies on the Bacterial Effect of ultraviolet Germicidal Lamp

小谷新太郎*	千葉裕典*	千葉昭二*
Shintaro KOTANI,	Hirosuke CHIBA,	Shoji TIBA,
内田和子*	松田喜雄*	平野英宇*
Kazuko UCHIDA,	Yoshio MATSUDA,	Eiu HIRANO,
定方永吉*	岡安延寿*	新谷城*
Eikichi SADAKATA,	Nobutoshi OKAYASU,	Jyo NIIYA

日光消毒の有効なことは古くから知られており、^{1,2)} 現在ではこの有効紫外線を多量に発生する紫外線殺菌灯が生産されている。しかしながらその実際効果に関する基礎的並びに応用的研究は極めて少ない。そこで我々は、その効果についての基礎的資料を得るため、実験的研究を試みた。

現在までに行われて来た紫外線殺菌灯に関する研究²⁾の大部分は、普通寒天平板培地に、純培養せる各種菌の塗抹であり、一般室内における落下菌のそれとは、全く同一の条件と見做すことは困難である。そこで落下細菌（実は空中浮遊の微細なる塵埃に附着していることが多いと考えられている）を直接採取して、各種の条件を考慮して実験を行うこととした。

実験材料

任意の一室内に普通寒天平板培地を約1時間露出放置し、37°Cで48時間培養を行つたところ、大小二種類のコロニー（枯草菌）を採取した。これを継代培養してこの実験に用いることとした。紫外線殺菌灯はS社製15Wを使用した。

実験方法及び実験成績

(1) この菌をパイヨンにて増菌し、これを100培養液とし、この中に30cm×30cmのガーゼを浸し、後乾燥しこれを3cm×5cmの小片60枚に切断し、全体の1/2に当る30枚（10枚づつ3つのシャーレーに入れたもの）をシンメルブツシュにて、各々5分間、10分間、30分間と煮沸し、あとの1/2は、オートクレーブにて高圧滅菌を行つた。

シンメルブツシュによる煮沸滅菌群のガーゼを、各々無菌的に直ちに寒天平板培地に塗抹したが、48時間の

培養では煮沸時間の経過と共に、コロニー数は減少しているとはいえ、いずれにも菌の発生をみた。これに反し、オートクレーブによるものは、一個の菌の発現もなかった。

これは各種実験において、菌塗抹時に煮沸せるガーゼを用いて行う実験には、相当の注意と考慮を払う必要のあることを示唆するものである。（表1、表2）

表1

	菌液に浸したガーゼをシンメルブツシュにて10分間煮沸したもの	菌液に浸したガーゼをオートクレーブにて120°C 15分間高圧滅菌したもの
37°C, 48時間培養後のコロニー数	+++	—

表2 あらかじめ菌液に浸したガーゼをシンメルブツシュにて煮沸。

	5分間煮沸	10分間煮沸	30分間煮沸
37°C, 48時間培養後のコロニー数	+++	++	+

(2) 次に先に採取した菌のパイヨン培養液を用い、この0.05ccをとつて平板培地に落とし、コンラージ棒で表面にぬりつけた。これらを30秒、1分、3分、5分と紫外線殺菌灯下で照射すると、1分で完全に菌の発現を抑えた。（表3）

表3 空中落下菌をパイヨンにて増菌し、0.05ccを平板培地にぬりつけ、直ちに紫外線を照射したときのコロニー数

対 照	30秒照射	1分照射	5分照射
+++	10	0	0
+++	23	0	0

* 順天堂大学医学部公衆衛生学教室

1960年3月16日受付

(3) 紫外線殺菌灯の落下菌（実は塵埃に附着せるものが多い）に対する殺菌作用を観察するため、紫外線殺菌灯の反射笠に附着せる落下菌について実験を行つた。即ち紫外線灯を上向きにし、その反射笠及び電灯（之等はあらかじめ、いずれも完全消毒を行つた）に直接落下菌が落ちる様に装置した。点灯することなく室内に2時間放置後、30秒、1分、3分、5分、10分、と点灯した後、各々オートクレープで完全滅菌したガーゼ小片で反射笠及び電灯をぬぐい、之を直ちに平板培地に塗抹した。30秒では殆んど効果はなく、10分点灯後でもなお1～2のコロニーが発現した。

(4) 一昼夜放置した紫外線灯の反射笠より、オートクレープで完全滅菌したガーゼを用い、落下菌を採取し、これを平板培地に塗抹し、之等について直ちに30秒、1分、3分、5分、10分、30分と時間を変えて、紫外線灯を照射した。照射時間の経過と共に、その殺菌効果は著明であるが、5分を経ても尙若干のコロニーの発現をみた。（表4）

表4 紫外線灯笠に附着せる塵埃を、オートクレープ滅菌ガーゼでぬぐい、平板培地に塗抹後、紫外線照射した。

照射時間	対 照	30秒照射	1分照射	3分照射	5分照射
37°C, 48時間培養後のコロニー数	7	4	1	1	1

(5) 平板培地を約1時間室内に開放露出し、落下菌（実は落下塵埃）を採取した。これを紫外線殺菌灯下にて、10秒、30秒、1分、3分、5分、10分、30分と照射し、後37°C 48時間培養した。1分間照射で相当菌の減少をみたが、尙10分、30分の長い照射のもので、若干菌の発現をみた。（表5）

表5 平板培地を室内に約60分露出後、紫外線を照射した。

照射時間	対照	10秒	30秒	1分	3分	5分	10分	30分
37°C, 48時間培養後のコロニー数	36	17	8	6	3	3	2	2

(6) 被験者3人を選び、菌液を浸したガーゼに左手人指指(Ⅰ)中指(Ⅲ)薬指(Ⅳ)の3本の指を浸し、直ちに平板培地に指痕をつけ、これら培地に紫外線灯を30秒、1分、3分、5分と照射し、後培養した。1分間

照射で完全に発育が阻止された。

(7) 同じく3人の被験者に、菌液を浸したガーゼに、左手Ⅰ、Ⅲ、Ⅳの3本の指を浸し、之がほぼ乾燥状態になった時、紫外線灯下に指をおき、10秒、30秒、1分、3分と照射し、直ちに平板培地に指痕をつけ、これを培養した。1分で完全に菌の発現を抑えた。（表6）

表6 左手指(Ⅰ, Ⅲ, Ⅳ)を菌液に浸し、手に紫外線を照射して後、培地に指痕をつけた。

照射時間	対 照	30 秒	1 分	3 分
37°C, 48時間培養後のコロニー数	卅	+	—	—

なお菌液を浸した手指を乾燥させないで直ちに紫外線を照射した場合でも、同様の効果があつた。

(6) 及び (7) の実験は、1回目は手を洗わず、若干の脂肪の存する状態で行い、2回目には手を中性洗剤で完全に洗滌した後に、更にアルコールで消毒を行つたが、その効果には差異は認められなかつた。（表7）

表7 アルコールで手指を消毒した後、左手指(Ⅰ, Ⅲ, Ⅳ)に菌液を浸し、培地に指痕をつけ、その培地に、紫外線を照射した。

照射時間	対 照	30 秒	1 分	3 分
37°C, 48時間培養後のコロニー数	卅	+	—	—

(8) 実験(1)のガーゼについての実験から、紫外線灯を用いて、ガーゼ殺菌が出来ないかについて検討した。

バイオン培養の菌液にガーゼを浸して、乾燥し、これを同一の大きさの小片に切り、紫外線灯下で10秒、30秒、1分、3分、5分と照射した。これをオートクレープで完全滅菌した試験管内蒸溜水中にて浸出し、各々平板培地に塗抹した。1分間照射で完全に菌の発現が抑えられた。（表8）

表8 菌液に浸したガーゼを乾燥し、紫外線を照射した後、滅菌蒸溜水にて浸出し、平板培地に塗抹した。

照射時間	対 照	30 秒	1 分	3 分
37°C, 48時間培養後のコロニー数	57	3	0	0

上記菌液に浸したガーゼを同一の大きさの小片に切り、ぬれたまま、紫外線灯下にて、10秒、30秒、1分、3分、5分と照射したが、同様1分間照射で完全に菌の発現が抑えられた。(表9)

表9 菌液に浸したガーゼに紫外線殺菌灯を照射した場合

	対 照	30 秒照射	1 分照射
ガーゼそのものを、照射した後、培地にぬりつけて、37°C 48時間培養した時のコロニー数	卅	9	0
ガーゼを培地にぬりつけた後、その培地に紫外線を照射し、37°C 48時間培養した時のコロニー数	卅	16	0

考 察

(1) 菌採取時に、シンメルブツシュにて滅菌せるガーゼを用いることは、30分煮沸で尙菌の生存することから、空中浮游菌である枯草菌等、芽胞を有する細菌の場合は、その実験結果に思わぬ誤謬を生ずることがあるので、必らず無菌ガーゼとするためには、オートクレーブにて完全滅菌せるものを用いることが必要である。

(2) コンラージ棒による菌塗抹では、対照群では、無数であるに拘らず、紫外線灯の30秒照射で既に相当の菌発育抑制効果が認められたが、1分では完全に発育抑制作用のあることがわかった。

しかし菌の種類によつては、1分でも尙、1~2個のコロニー発生の認められることもある。5分照射では完全に発育が抑制された。

(3) 落下細菌に対する殺菌灯の効果は、反射笠上に附着せる菌の状態に影響されることが多いように考えられる。即ち、落下菌(実は塵埃)は、塵埃に附着することが多いと考えられているが、塵埃は種々の形態を持ち、菌の附着の様相もまた一様ではない。必ずしも菌が紫外線に影響されるような位置につくものとは限らない。培養基に対し菌が塵埃の下にかくれて附着することも当然おこり得るわけである。そのため、照射時間の長い(10分間)のにも拘らず、生きのこるものが認められたのであろう。

(4) 塵埃採取による塗抹は、上記(3)の実験と同様、菌附着様式の相違に関係が深いものと考えられる。しかし照射時間の経過と共に、殺菌効果は大となる。

(5) 室内落下菌を直接、平板培地に採取し、紫外線殺

菌灯を照射したが、1分間照射で既に相当の殺菌効果は認められたが、30分という長時間直接照射でも、尙コロニーの発生を見たことは、菌が塵埃の下にかくれ、紫外線的作用を受けないものがあつたのではないかと推定される。

(6) 汚染手指を直接培地にふれる実験においては、培地照射30秒で殆んど菌発育を抑制出来るが、1分間では、完全に発育を阻止することが出来た。

(7) また、汚染手指に直接照射を行う場合も同様の効果が認められた。

以上(6)(7)は、手指の消毒、未消毒の間に、差異は認められなかつた。

(8) ガーゼの殺菌は、1分間照射すれば、ガーゼが湿つていても乾いていても、全く同様に菌の発現を阻止することが出来た。

総 括

以上の実験の結果から、紫外線殺菌灯の射照により、著明な殺菌力が認められたが、空気殺菌の場合、空中浮游塵埃に附着していると考えられる細菌に対しては、時にその効果の及ばないことがあることがわかつた。

空中浮游塵埃に附着せる菌は、その塵埃のかげにかくれて、存在することもあるわけで、空気清浄効果は大であるといえ、完全に殺菌するためには、幾分の空気の対流と照射時間の適正とが、考えられなければならない。

このような見地から、空気殺菌時には、空気中より塵埃を、可及的排除した上で、殺菌灯を用いることが、その効果をあげる上から大切なことである。

また室内空気を清浄にするためには、条件のゆるす限りにおいて、吹き込むとき強い外気の侵入を防ぐよう、窓を閉鎖することが、効果の点からは必要なことである。しかしこの場合も、殺菌灯を空気ダクトにとりつけ、清浄空気を送り込むことを考慮すれば、室内換気は充分に行い得るのではないかと考えられた。

文 献

- 1) Gates, F.L.: J. Gen. Physiol. 13: 231, (1929).
- 2) Ehrisman, O.V., Noethling, W.: Z. Hyg. 118: 597, (1932).
- 3) 東堯他: 東芝レビュー 11巻9号 (1956).
- 4) Bingel, K.F. u. Niemand C.H.: Arch. Hyg. 136: 199u. 204, (1952).

Summary

Results obtained from this study showed that significant bactericidal effect were obtained with ultra violet germicidal irradiation. However, it was not effective in some instances during the disinfection of the air, especially when the bacteria were believed to be attached to the dust particles in the air. Bacteria adhering to the dust particles are protected from direct irradiation. Although UV irradiation may reduce bacterial concentration in the air or may completely destroy the bacteria, air current and appropriate irradiation time should be taken into consideration.

From these standpoints, it is essential to eliminate the dust from the air as much as possible when disinfecting the air with UV germicidal lamp to enhance the effectiveness.

If conditions permit, it is necessary to close all windows of the room to be disinfected to prevent outside air from circulating in order to obtain effective results. However, it may be possible in this instance to have an exchange of disinfected air by attaching an UV germicidal lamp to the ventilation duct.

Department of Public Health, Juntendo University, School of Medicine.