

周術期における手術室内の清浄度の変化

—特に床面紫外線殺菌装置を併用した清掃効果を中心に—

西 村 チエ子

信州大学附属病院中央手術部

Changes in Perioperative Cleanliness Levels in Operating Room —The Effect of Newly Deviced Ultraviolet Sterilization Equipment on Floor Germs—

Chieko NISHIMURA

Department of Operating Room, Shinshu University Hospital

Changes in perioperative cleanliness levels in operating rooms were evaluated by counting airborne bacteria and airborne particles and bacteria on the floor.

During surgery air and floor contamination in operating rooms increased gradually with movements or increases of personnel. After surgery airborne bacteria and particles decreased rapidly with airconditioning, but this was not effective for floor germs.

We studied 3 cleaning methods for the bacteria on the floor at the end of surgery. The combination of mopping and the use of UV sterilization equipment was the most effective. But in the modern operating room there is so much equipment that we can not clean every nook and cranny. Accordingly, the additional use of disinfectant drugs should be considered once or twice a week. *Shinshu Med. J.*, 36: 631—639, 1988

(Received for publication April 25, 1988)

Key words: cleanliness levels in operating room, airborne bacteria, airborne particle, floor bacteria, UV sterilization

手術室清浄度, 空中浮遊細菌, 空中浮遊塵埃, 床付着菌, 紫外線殺菌

I はじめに

近年、手術や麻酔の進歩により、感染に対して抵抗力の低い未熟児や、高齢者、免疫能低下患者などに対する長時間手術が増加し、術野からの感染防止からも常に手術室をより清潔に保つことが要求されている。それに対応して、空調の設備や手術室内搬入器材の消毒、スリッパの洗浄、室内の清掃方法の改善など、各方面から汚染除去に対する種々の試みがなされている。その中でも紫外線ランプによる床面消毒は、これまで

天井などからの低出力で、長時間を要する遠隔固定照射方式が好んで採用されてきた¹⁾。しかし最近の各科手術需要の増加に対応して、手術室の回転率を高めるためには、手術と手術の間の整備時間の中でも、床面清掃消毒を短時間に完了することが不可欠になってきた。我々は従来の遠隔固定照射方式にとらわれず、高出力で、短時間に殺菌効果を発揮し、直接床面のみを近距離移動照射する床面紫外線殺菌装置を試作した。

本装置の構造、性能および各種床面清掃方法が手術の全経過を通して、手術室内の清浄度にどのように影

響を及ぼしているのかを比較検討したので報告する。

II 材料と方法

A 床面紫外線殺菌装置

本装置の構造は、出力15Wの7本の紫外線殺菌ランプと、ドライバッテリーが内蔵されている本体と、操作ボックスのついたハンドルとから成る(図1)。

本装置の特徴は、第1に充電式小型バッテリー方式の採用により、本体の可動範囲が前後左右にきわめて広いことである。なおバッテリーによる連続使用可能時間は約45分間であり、バッテリーの容量不足は手元の赤ランプで表示される。第2に紫外線ランプ面は床上わずか5mmの距離を維持するように設計されているので、床面の高照度照射が可能である。さらに、紫外線が直接視野に入らない様に周囲にカバーが設置されている。また、本体はスタンド形式が採用され、収納時には本体を立てることにより収納スペースは小さい。

B 清掃方法

下記の3種の清掃方法について効果を比較した。

1. 水モップ拭き法(以下水モップ拭きと略す)

ほうきで掃いた後、水を含んだモップで床面を拭いたものを水モップ拭きとした。

2. 消毒剤の塩酸アルキルジアミノエチルグリシンを用いた方法(以下消毒剤拭きと略す)

ほうきで掃いた後、術前手洗に使用したディスボクリンタオルに0.2%塩酸アルキルジアミノエチルグリシン水溶液を浸漬して拭いたものを消毒剤拭きとした。

3. 水モップ紫外線照射併用法(以下水モップ紫外線併用と略す)

ほうきで掃いた後、水モップ拭きを行いさらに約5~10分間、試作した紫外線殺菌装置を押して歩くことにより、床面の照射を行ったものを水モップ紫外線照射併用とした。

C 手術室内清浄度の評価方法

容積6m×7m×3m、換気回数25回/hrの手術室について空中浮遊菌数(以下浮遊菌数と略す)、空中浮遊塵埃数(以下塵埃数と略す)、床付着菌数を測定し、清浄度を評価した。

1. 浮遊菌数

測定には、M/G エアサンプラー(MATTSON/GARVIN社製)を用い、当院中央検査部にて作製したBTB培地上に、吸引した空気をスリットを通して

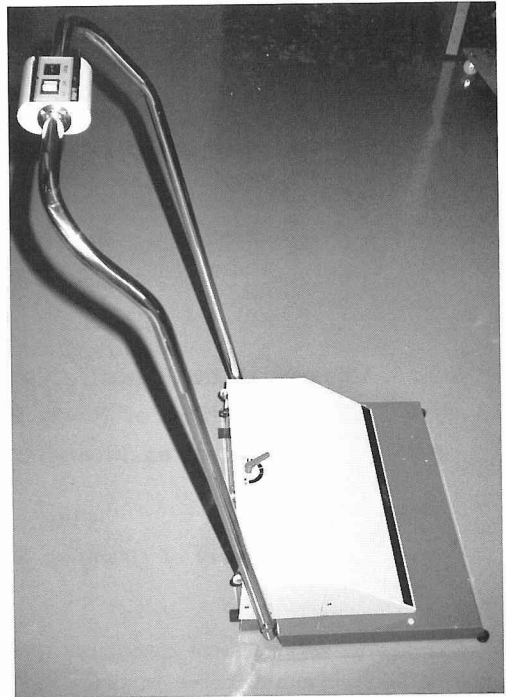


図1 床面紫外線殺菌装置

高速で噴射させ、菌を捕集した。

測定時間は患者入室前、麻酔導入中、手術中、手術直後、清掃後30分の計5回、おのおの10分ずつとした。測定点は術者から約1.5m離れた手術台の高さとした。培地は37°Cの孵卵器で48時間培養後、コロニー数を算定した。

2. 塵埃数

パーティクルカウンターKC-01(RION社製)を用いて、浮遊菌と同様に5回測定し、粒径0.5 μ m以上の粒子の数を塵埃数とした。

3. 床付着菌数

スタンプメディアBHI培地(栄研)を用い、被検場所へ約10秒押しつけて菌の採取を行うスタンプアガー法で行った。測定時間は患者入室前、手術直後、清掃直後、清掃後30分、清掃後1時間、清掃後17~18時間の計6回とした。測定点はそれぞれ各室の入口、手術台の周辺の3カ所、手術台の両側から約1.5m離れた2カ所の計6カ所とした。培地は浮遊菌と同様に培養した後、コロニー数を算定した。

測定値はMean \pm SEで表し、統計学的処理は対応のないt検定を行い、P<0.05をもって有意差ありとした。

III 結 果

A 床面紫外線殺菌装置の性能試験

1. 照度分布

紫外線強度計 UVR-254 (TOPKON 社製) を用いて、本装置の床面に対する照度分布を測定したところ、ランプの光軸直下で最高 $12,000\mu\text{w}/\text{cm}^2$ 、ランプ間隔の最も大きい所で最低 $300\mu\text{w}/\text{cm}^2$ であった。同一平面における照度分布のこの較差は、UVR-254 の倍率器の特性により受光部は入射仰角が小さく、本来の線量が大幅にカットされることによるものである。そこでその倍率器の欠点をさげ、入射仰角を特別に広くした試作 UV メーター (NIPPO 社製) を用いて同様に測定したところ (図 2)、最高 $13910\mu\text{w}/\text{cm}^2$ 、最低 $2710\mu\text{w}/\text{cm}^2$ と UVR-254 で測定された照度分布よりも実際の照度に近い測定値がえられた。

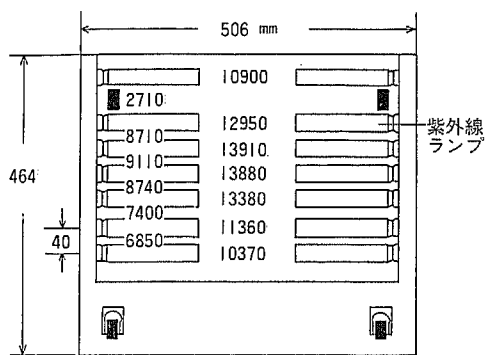


図 2 床面紫外線殺菌装置の照度分布 ($\mu\text{w}/\text{cm}^2$)

2. 殺菌作用

手術室の床面に付着している細菌分布は、Froudら²⁾によれば、マイクロコッカス、表皮ブドウ球菌、芽胞形成バチルス属の3者が多く、黄色ブドウ球菌は少なかった。また鈴木と難波³⁾は、表皮ブドウ球菌が最も多く約75%を占め、その他マイクロコッカス、枯草菌の順で、この3者だけで約85%を占めると述べている。

一方、紫外線による細菌の90%死滅率は、研究者により多少の違いはあるものの、一般的には有芽胞菌>無芽胞グラム陽性菌>グラム陰性菌の順に抵抗性を示すと報告されている⁴⁾。今回我々の予備実験において細菌分布は鈴木らと同じ結果が得られており、その抵抗性も枯草菌>黄色ブドウ球菌>大腸菌の順になったことから、供試菌として枯草菌を選んだ (使用した枯

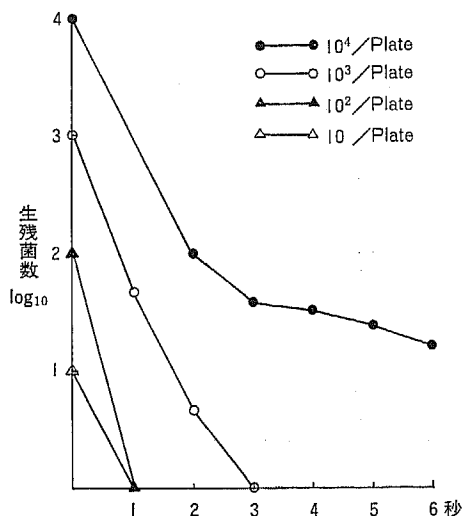


図 3 各濃度の枯草菌に対する床面殺菌装置の効果

草菌は当院中央検査部より提供を受けた。)

平板培地上の種々の菌数の枯草菌に対し、本装置の殺菌効果は (図 3)、 10^4 個/plate では 2 秒の照射で半減し、あとは緩やかな生存菌曲線を描きながら減少した。 10^2 個/plate の菌数以下では 1 秒の照射ではほとんど 0 までに減少した。

3. 発生オゾン量

TUV-1100 型 オゾン 測定装置 (東京工業株式会社製) を用いて照射中の手術室内のオゾン濃度を測定したがオゾンはまったく検出されなかった。

B 手術にともなう室内の環境汚染

1. 浮遊菌数 (表 1)

浮遊菌数は患者入室前に比べ、麻酔導入中・手術中・手術直後とも有意に増加した。またそれぞれの測定時間における入室者 1 人当たりの浮遊菌数でも、患者入室前に比べ麻酔導入中や手術直後は有意に増加した。

2. 塵埃数 (表 2)

塵埃数は、患者入室前に比べ、麻酔導入中・手術中・手術直後とも有意に増加した。また入室者 1 人当たりの塵埃数も同様に、すべての時期において有意に増加した。

3. 床付着菌数 (表 3)

床付着菌数は、患者入室前に比べ、手術直後は有意に増加した。また手術直後の床付着菌数から入室前のそれを引いた、手術による実際の床付着菌数の増加と室内占有時間×人数との関係では (図 4)、入室人数が 5~10 人の間では有意の正の相関が認められた。

表1 手術室内の浮遊菌数の変化 (個/10ft³)

		入室前	導入中	手術中	術直後
全浮遊菌数	症例数	26	28	27	22
	Mean±SE	0.37±0.15	3.20±0.63***	1.78±0.43**	2.00±0.71*
入室者1人当たりの浮遊菌数	症例数	16	26	26	14
	Mean±SE	0.24±0.10	0.93±0.19**	0.22±0.05	1.43±0.52*

入室前に対して有意差あり *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

表2 手術室内の塵埃数の変化 (個/ft³)

		入室前	導入中	手術中	術直後
全塵埃数	症例数	28	21	33	24
	Mean±SE	1,196±364	11,090±2,905***	20,609±3,457***	11,708±2,502***
入室者1人当たりの塵埃数	症例数	20	21	33	22
	Mean±SE	668±205	1,708±333*	2,524±398**	5,005±1,132***

入室前に対して有意差あり *P<0.02, **P<0.01, ***P<0.001

表3 手術室内の床付着菌数の変化 (個/10cm²)

	入室前	術直後
症例数	33	40
Mean±SE	2.24±0.32	10.61±1.27*

入室前に対して有意差あり *P<0.001

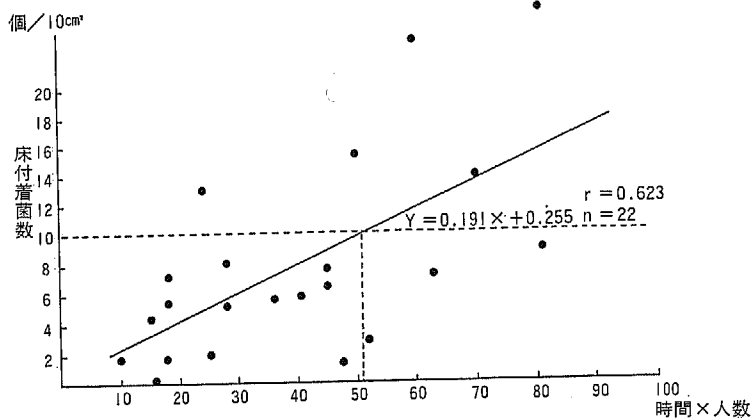


図4 術直後の床付着菌数と室内占有時間×人数との関係

周術期における手術室の清浄度

表4 清掃方法の違いによる浮遊菌数の比較 (個/10ft³)

		術直後	清掃後30分
水モップ	症例数	5	5
	Mean±SE	0.25±0.22	1.00±0.89
消毒剤	症例数	16	15
	Mean±SE	1.81±0.77	0.33±0.13
水モップ 紫外線	症例数	5	5
	Mean±SE	3.00±2.08	0.36±0.36

表5 清掃方法の違いによる塵埃数の比較 (個/ft³)

		術直後	清掃後30分
水モップ	症例数	5	5
	Mean±SE	12,218±3,629	125±48**
消毒剤	症例数	13	11
	Mean±SE	11,912±3,873	3,051±1,793*
水モップ 紫外線	症例数	5	5
	Mean±SE	5,060±2,292	107±49**

術直後に対して有意差あり *P<0.01, **P<0.001

C 各種清掃方法による効果の比較

1. 浮遊菌数 (表4)

全手術例における浮遊菌数は、手術直後に比べ清掃後30分では有意に減少した。個々の清掃方法別では水モップ拭きはむしろ増加し、消毒剤拭きや水モップ紫

外線併用は減少したがそれぞれ有意差は認められなかった。また清掃後30分の各清掃方法別の有意差も認められなかった。

2. 塵埃数 (表5)

全手術例における塵埃数は、手術直後に比べ清掃後30分では有意に減少し、個々の清掃方法別においても全て有意に減少した。しかし清掃方法の違いによる有意差は認められなかった。

3. 床付着菌数 (表6)

a 水モップ拭き

床付着菌数は手術直後に比べ清掃直後には有意に増加し、その後は徐々に減少傾向を示したが、清掃後30分や清掃後1時間でも有意の増加が認められ、翌朝の17~18時間後でもなお高値を示していた。

b 消毒剤拭き

床付着菌数は手術直後に比べ清掃直後では有意に減少したが、清掃後30分、清掃後1時間では減少はしていたものの有意差は認められなかった。しかし翌朝の17~18時間後では有意に減少した。

c 水モップ紫外線併用

床付着菌数は手術直後に比べ清掃直後からすべての時期において有意の減少が認められた。

清掃方法の違いによる床付着菌数の比較において、清掃直後では消毒剤拭きに比べ水モップ拭きは有意の増加、水モップ紫外線併用は有意の減少を示し、清掃後30分やそれ以後においても同様な傾向を示したものの、各清掃方法別の有意差は認められなかった。

IV 考 察

手術創感染の原因は、外からの病原菌による外因性

表6 清掃方法の違いによる床付着菌数の比較 (個/10cm²)

		術直後	清掃直後	清掃後30分	清掃後1時間	清掃後17~18時間
水モップ	症例数	11	10	11	6	5
	Mean±SE	10.51±2.32	60.18±16.98***	47.45±12.41**	63.58±24.40*	28.58±17.57
消毒剤	症例数	10	6	9	6	18
	Mean±SE	9.72±1.41	4.70±0.79**	6.83±1.63	4.78±1.75	2.12±0.42***
水モップ 紫外線	症例数	19	17	12	11	5
	Mean±SE	11.13±2.25	1.06±0.32***	1.15±0.45**	1.05±0.29***	1.10±0.38***

術直後に対して有意差あり *P<0.05, **P<0.02, ***P<0.001

消毒剤に対して有意差あり *P<0.01, ***P<0.001

汚染(交差感染)と患者自身のもつ常在菌による内因性汚染(自己感染)とに大別され、発生頻度は前者に比べ後者の方がはるかに高いと考えられている⁵⁾。しかし空気を介した手術感染調査において、在来型空調と通常手術衣での感染率は2%であったが、クリーンルームで呼気排除装置をつけた全身被覆式手術衣を着用した場合は0.6%であったとの報告があり⁶⁾、この結果は、手術室内の空気汚染が、創感染に対して多大な影響を及ぼしていることを明確に示したものである。

空中の浮遊菌は、空中の塵埃に附着して存在し、0.5 μ m以上の粒子数(塵埃数)にほぼ比例することから、空中の清浄度は細菌数あるいは粒子数でも同等な意義を有するといわれている⁸⁾。そこで、手術に伴う空中の清浄度の実態を調べたところ、浮遊菌・塵埃数は患者入室前に比べ、すべての時期において増加し、入室者1人当たりでみても同様な傾向を示した。Austin⁹⁾は、人の活動の種類により1人の人から発する発塵量(0.3 μ m \leq /min)の数値をcontamination indexとし、動きのない安静時に比べ普通の歩行時でも約75倍、速い歩行では約100倍にも上昇するとしている。また、Hambraeusら¹⁰⁾は浮遊菌の約15%は床から由来するものであり、人の歩行によるものが最も多いと述べている。これらのことから、今回特に麻酔導入中や手術直後において浮遊菌・塵埃数が増加したのは、人の動きが激しいために歩行による床からの舞上がりがかかる部分を占めているものと思われる。一方、塵埃数だけは麻酔導入中や手術直後よりも手術中の方がむしろ増加した。これは手術者達のこきざみな動きによる手術衣、特に綿布からの発塵¹¹⁾も関与していることを考慮する必要があり、特に何度も着用した古い手術衣からの発塵量は、新しいもののそれよりも非常に多いことが報告されている¹²⁾。

入室人数が浮遊菌・塵埃数に与える影響については入室人数の増加とともに細菌・塵埃数の増加を認めている報告があり¹³⁾¹⁴⁾、手術室への入室に際し、無菌的に扱い難い患者や医療関係者などの生体による微生物や塵埃の持込みを阻止し得ないことから、このことは当然のことである。なかでも藤村¹⁵⁾は、手術中の落下細菌数は在室人数に比例して増加し、特に皮膚常在菌である表皮ブドウ球菌が著しく増加したと述べている。

一般手術室の浮遊菌・塵埃数の許容数値は、バイオクリーンルームの規格(NASA)⁷⁾に基づいて通常クラス1万が用いられ、浮遊菌数は0.5個/ft³以下、塵埃数は粒径0.5 μ m以上の微粒子において10,000個/ft³

以下と規定されている。また英国保険省所属の医学研究審議会(MRC/DHSS)の勧告に基づき Whyteら¹⁶⁾は、浮遊菌数は手術創付付近で10個/m³(=0.3個/ft³)以下、手術野を中心に3m \times 3mのいわゆる患者環境範囲内では20個/m³(=0.6個/ft³)以下を提案している。当院の手術室における浮遊菌・塵埃数の測定結果は、これらの基準より低い値が得られたが、塵埃数においては無人の場合26 \pm 16個/ft³(n=24)であったものが、手術時には入室者1人につき約2,000~5,000個/ft³と増加するので手術中にクラス1万の清浄度を維持することはかなり困難である。

井上¹⁷⁾によれば乱流室内空気の清浄度Nは

$$N = \kappa M / \eta Q$$

ただしM=室内の微生物又は塵埃の発生数(個/hr)

κ =発生したもののうち室内にとどまっている割合

η =フィルターの濾過効率(%)

Q=換気風量(m³/hr)

で求められ、病院空調は汚染源Mが小でフィルターの濾過効率 η 、風量Qが大きい程良いと述べている。

汚染源として手術室空間では人体からの汚染拡散が最も大きい因子であるところから、より微生物や塵埃を減少させるためには、入室人数を最低限に抑えることが望ましく、また、手術室内での無駄な動きをなくすなど人的面での細かな配慮が必要である。鈴木と難波³⁾は塵埃数が50,000個/ft³を越えた場合は入室制限を考慮すべきであると述べている。

手術室の様な一定の清浄空間の汚染の原因として、次の4つの因子があげられる。すなわち ①汚染源の持込み、②汚染源の拡散、③汚染源の空中停滞、④汚染源の堆積である。その中で、汚染源として落下細菌や沈降した塵埃などが一旦床に附着堆積した状態では、単独で生存、増殖できない微生物も床面に堆積した汚染源を宿木として増殖すると言われているところから、床面の汚染状況の推移をまず把握する必要がある。

手術に伴う床付着菌数の変化は、患者入室前に比べ、手術終了時には約5倍へと増加した。この値は鈴木と難波³⁾が述べている10個/10cm²以下という基準に近いがやや上回っていた。また床付着菌数と入室人数 \times 室内占有時間との関係において、入室人数が5~10人の場合、有意の正の相関が認められた(図4)。このことは入室人数の増加や長時間手術の場合は、床付着菌数がより増加することを示している。常に床の細菌数を10個/10cm²以下に保つには、今回の測定結果か

ら得られた $Y = 0.191X + 0.255$ (Y : 床付着菌数, X : 人数 \times 時間) の式を用いると, 入室人数が10人の場合, 手術時間は約5時間となる。しかし今回の測定は, 実際の手術室使用症例において行ったものであり, 手術中において入室者の出入りを完全に禁止して行ったものではないので, 大体の目安としてとらえるべきである。また今回の結果は入室人数あるいは手術時間のどちらの因子により影響を受けているかは判定できないが, 手術室内の汚染は室外から運ばれてくるのが主であることを考慮すれば, 10人以上さらに人数が増加した場合は, 図4で示した直線の勾配は大となり, 一方, 5時間以上さらに手術時間が延長した場合は, 勾配は小さくなることが予想される。そこで床付着菌数をなるべく増加させないようにするためには, 入室人数の制限の方がより効果的であろう。特に大学病院の様に学生等多数の入室者があると短時間のうちに基準値を越えてしまう可能性がある。

手術終了後の汚染された室内空間の清浄化において, 特に浮遊菌・塵埃に対する空調の果たす役割は大きく, 今回の測定結果からも術後約30分には効果が認められた。しかし床面の汚染に対する効果は期待できず, どうしても床面の清掃が必要となってくる。床面の清掃は, いかなる方法においても床に付着している微生物や塵埃等の排除とともに, 床面に損傷を与えるようなものであってはならない。さらに最近手術件数の増加とともに直ちに同じ手術室の使用を余儀なくされる場合が多いので清掃は短時間で終了することが望ましい。これらの条件に適合し, 最も効果的な方法を見出すべく3つの異なった清掃方法を比較した。

清掃後の床付着菌数は, 3種の清掃方法においてかなり異なった値を示した。モップに水を含ませただけで拭く方法は, 簡便であり見た目にはきれいになるが, 清掃後であるにもかかわらず細菌数はむしろ増加した。これはモップが湿っている間に付着していた細菌が増殖し, その細菌を床に塗り付けていたためで, 実際にモップ糸1本を洗い出し集菌し, BTB培地に培養してみると, 500~600個の細菌が検出された。

これに対して手洗の後の手拭きを使用したディスククリーンタオルからは0~1個の細菌しか検出されず, 廃物を活用した手づくりのモップであるが, これに両性界面活性剤を浸漬した消毒剤拭きでは清掃直後から効果が認められた。最近60大学病院からのアンケート調査による鈴木らの報告¹⁸⁾の手術部清掃消毒の現状においても, 手術床では88.3%の施設において何等かの

消毒剤が使用されている。消毒剤の使用は効果を確認なものにするが, 一方では長期間同一薬剤を使用していると耐性菌が出現し, その細菌がかえって増殖したりすることも考えられる。消毒剤に対して細菌がどのようにして耐性を獲得するのか¹⁹⁾²⁰⁾についてはまだ不明な点が多く, 期間についても種々の条件によって異なるものと考えられるが, 数カ月ごとに細菌の薬剤に対する感受性を調べ, その結果によって消毒剤を変えてみるなど薬剤使用に対する配慮が必要である。

水モップの清掃で一旦床付着菌数を増加させた状態で, 今回試作した床面殺菌装置を併用した清掃方法は, 清掃直後から効果が認められ翌朝まで持続した。また3種の清掃方法を比較してみても紫外線の併用方法が清掃効果において最も高くまた持続していた。

紫外線の室内清浄化への利用¹⁾は古くから行われていたが, 従来の装置は天井等の遠隔照射方式のため, 対象菌(ターゲット菌)に対して照度は低く照射時間を長くすることによって殺菌効果を得ていた。また酒井ら²¹⁾によって考案された可動式殺菌装置は, 紫外線ランプが露出されているので照射中の入室はできないなどの制約がある。

それに対して今回試作した床面殺菌装置は従来の装置の欠点を補い, 次のような特徴を有している。

① 殺菌効果

照射効率は紫外線ランプ長の1/2の距離(L)を界としてそれより短い場合は1/Lに比例し, 遠い場合には1/L²に比例して小さくなる²²⁾。そこで, 可能な限りの近距離照射方式を採用したのでより紫外線の有効照度を高め, 床面の清掃において高照度, 短時間の照射で効果を得ることを可能にしている。紫外線の殺菌効果は, 菌種や菌濃度など菌側の因子と照度や照射時間など紫外線側の因子によって影響を受けるが, 殺菌エネルギー量($\mu\text{w}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$)は照度($\mu\text{w}/\text{cm}^2$)に照射時間(sec)をかけたもので, 各菌種の殺菌エネルギー量は一定である²³⁾との考えがある。しかしエネルギー量が同じであっても照度の違いによって殺菌効果が異なることから, 村山ら²⁴⁾は, 照度が大きければ量子も増加し菌体にぶつかる確率が増え, 照度が小さいと菌体を殺すのに必要な量子が不足するのではないかとの考えを述べている。この考えに基づくと, 単一菌のみでなく種々の菌が混在している可能性のある場合は, より高照度, 短時間の方が殺菌効果が期待できると考えられる。試作した装置の照度は床上に静止した状態ではランプ直下で10,000 $\mu\text{w}/\text{cm}^2$ 以上, ラン

ブ間でも $2,000\mu\text{w}/\text{cm}^2$ 以上を示している。しかし使用時には本体が $0.5\text{m}/\text{sec}$ の速度で移動するので同一床面に対する照射線量は均一化する。測定した手術直後の床付着菌数は約 10 個/ 10cm^2 であり、直径 9cm の平板培地上の細菌数に換算すると約 64 個となり、これは枯草菌を用いたコントロール実験 (図 3) によれば、約 1 秒の照射で細菌数を 0 までに減少させることが可能である。このことはこの床面殺菌装置を用いた他施設の追試によっても立証されている²⁵⁾。

② 操作性適用範囲

装置は移動式であり、電源コードがついていないために可動範囲は無制限に広く使用できる。またコードがないので清掃により一旦清浄化された床面上をコードをひきずることによる再汚染の危険がない。さらに廊下など距離の長い所ではコードの電源を差し替える手間がはぶける。床面に接近して照射するので紫外線による人体への影響はまったくなく、手術室のみでなく患者が常時在室の ICU, 病室などにも使用できる。

③ 安全対策

従来の殺菌ランプは殺菌作用を有する 253.7nm の波長のみでなく $100\sim 200\text{nm}$ の波長の紫外線を放射するので空気中の酸素からオゾンが生成されるが、オゾンには殺菌作用がある半面、人体に対して有害であり器材を腐食するなどの作用もある。そこで最大許容量として環境庁では 0.06ppm 、労働基準監督局では 0.1ppm と定めている²⁶⁾。したがって手術室内の安全対策面から本装置にはオゾンレス管を使用し、その結果オゾンの発生はまったくみられなかった。

④ 使用上の注意点

電源コードがなくバッテリーを内蔵しているので約 45 分間使用可能であるが夜間の充電の必要がある。また高出力による紫外線の殺菌作用は、細菌だけでなく真菌やウイルス等の微生物に対しても効果がある²⁷⁾が、紫外線は直進し影をつくる所では効果がなく、また高

濃度の微生物を殺菌するためにはより高度のエネルギーが必要となってくる。そこで清掃効果をより確実なものとするためには、細菌数のある程度減少させた後に照射したり、部屋の隅など紫外線の作用しにくい箇所へは消毒剤を併用するなどの配慮が必要である。

V 結 語

周術期の手術室内の清浄度を浮遊菌・塵埃・床付着菌の測定により評価し以下の結果を得た。

1. 手術に伴う人の動きや入室人数の増加とともに室内の清浄度は低下した。
2. 手術終了後、室内の汚染の中でも特に空中に浮遊している細菌や塵埃は空調の効果により急激に減少した。
3. 床面の汚染除去においては清掃が必要であり、試作した床面紫外線殺菌装置を用いた水モップ紫外線併用方法が最も効果的であった。
4. 試作した紫外線殺菌装置は強力な殺菌効果を示すとともに、バッテリーの内蔵により操作も簡便で適用範囲も広い。しかし部屋の隅など紫外線の作用しにくい箇所へは消毒剤を併用するなどの配慮が必要である。

本論文の要旨は、1986年10月第8回日本手術部医学会総会 (東京)、1986年11月第10回 医用衛生紫外線研究会 (東京) において発表した。

本装置は、美和医療電機株式会社 (愛知県海部郡美和町大字花正字郷中25) にて作製した。

稿を終えるにあたり、御指導および御校閲を賜りました麻酔・蘇生学教室清野誠一教授、ならびに細菌学教室寺脇良郎教授に深く謝意を表します。また直接御指導下さいました中央手術部手塚 敬助教授に深く感謝いたします。さらに培地作製に御協力いただいた中央検査部川上由行技師長、検体の採取に御協力いただいた中央手術部飯島みち子技官に心から感謝いたします。

文 献

- 1) Deryl Hart, M. D., Jean Nicks, M. S. and Durham, N. C. : Ultraviolet Radiation in the Operating Room. Arch Surg, 82 : 449-465, 1961
- 2) Froud, P. J., Alder, V. G. and Gillespie, W. A. : Contaminated areas in operating-theaters. Lancet, 2 : 961-963, 1966
- 3) 鈴木朝勝, 難波芳道 : 手術室内環境汚染. 臨床麻酔, 8 : 1092-1099, 1984
- 4) 古橋正吉 : 紫外線殺菌一過去と将来. 医用衛生紫外線研究会誌, 6 : 52-55, 1987
- 5) Cruse, P. J. E. : 手術創感染の防止. 川名林治 (編), 院内感染を考える, 第1版, pp. 13-18, Excerpta Medica, 東京, 1987

周術期における手術室の清浄度

- 6) Lidwell, O. M., Lowbury, E. J. L., Whyte, W., Blowers, R., Stanley, S. J. and Lowe, D. : Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement : a randomised study. *Br Med J*, 258 : 10-14, 1982
- 7) NASA : NASA standards for clean rooms and work stations for the microbially controlled environment, NHB 5340.2, NASA, Washington, D. C., 1967
- 8) 小林寛伊 : 空調設備. 小林寛伊, 金丸 敬, 新太喜治, 青木紀道, 永井 勲, 高橋成輔(編), 手術部医学マニユアル②, 第1版, pp.287-298, 文光堂, 東京, 1987
- 9) Austin, P. R. : Austin Contamination Index. A. A. C. C. 4th Proceedings, Boston, 1965
- 10) Hambraeus, A., Bengtsson, S. and Laurell, G. : Bacterial contamination in a modern operating suite. 3. Importance of floor contamination as a source of airborne bacteria. *J Hyg Camb*, 80 : 169-174, 1978
- 11) 永井 勲, 門田 稔, 熊本良悟, 武智 誠, 中野静子 : 手術に使用する被覆材料の発塵性及び細菌透過性に関する研究 (不織布と綿布との比較). *手術部医学*, 5 : 257-264, 1984
- 12) 高橋泰子, 林キイ子, 釘宮豊城, 小林寛伊, 都築正和 : 木綿性手術用ガウンの使用回数が発塵性・菌透過性に与える影響について. *医器学*, 55 : 493-498, 1985
- 13) 金丸 敬 : 手術室の感染予防. *臨床医*, 11 : 342-345, 1985
- 14) 櫛山三蔵, 芦村浩一, 江崎公明 : 手術室内浮遊塵埃の動向. *手術部医学*, 5 : 143-146, 1984
- 15) 藤村 剛 : 手術部内落下細菌の原因について. *手術部医学*, 8 : 418-421, 1987
- 16) Whyte, W., Hodgson, R. and Tinkler, J. : The importance of airborne bacterial contamination of wounds. *J Hosp Infect*, 3 : 123-135, 1982
- 17) 井上市市 : 病院内感染と空気調和. 福見透雄(編), 病院内感染, その原因及び予防, 第2版, pp.47-67, 医学書院, 東京, 1980
- 18) 鈴木朝勝, 新太喜治, 小林寛伊, 鈴木正大, 都築正和, 永井 勲, 樋口道雄, 三浦哲夫 : 大学病院における手術部清掃消毒の現状. *手術部医学*, 7 : 396-401, 1986
- 19) 中原英臣, 浅川美咲 : 消毒剤耐性菌の諸問題. *医学のあゆみ*, 131 : 1016-1020, 1984
- 20) 大ヶ瀬浩史, 永井 勲, 武智 誠, 門田 稔, 熊本良悟, 中野静子, 谷岡博昭 : 消毒薬耐性菌の耐性獲得機構についての研究 (第1報) —プラスミドの検討—. *手術部医学*, 8 : 461-467, 1987
- 21) 酒井順哉, 藤村 剛, 大山 満 : 可動式室内紫外線殺菌装置の無指向性配光曲線とその効果. *医器学*, 52 : 286-292, 1982
- 22) 古海 浩 : 光殺菌ランプによる無菌化殺菌方式について. *New Food Industry*, 25 : 14-23, 1983
- 23) Kaufman, E. J. : Miscellaneous applications of ultraviolet energy. *IES Lighting Handbook*, 5th ed., pp.1514-1519, Illuminating Engineering Society, New York, 1972
- 24) 村山良介, 吉田 明, 内田隆治, 古海 浩, 森本勝直 : 紫外線殺菌法(1)—培地照射法を中心に—. *医用衛生紫外線研究会誌*, 1 : 7-13, 1982
- 25) 平井義一, 上田裕之, 新太喜治, 金政泰弘 : 清掃用床面殺菌装置の殺菌効果の検討. *医器学*, 58 : 1988 掲載予定
- 26) 早川一也 : 空気調和と空気清浄. 早川一也, 都築正和(編), 空気調和のための空気清浄, 第1版, pp.3-16 ソフトサイエンス社, 東京, 1973
- 27) 川名林治, 前川裕子 : 紫外線殺菌装置の各種細菌およびウイルスに対する殺菌効果に関する研究. *医器学*, 53 : 302-307, 1983

(62. 4. 25 受稿)