手術環境の清潔状態の推移

門田 稔* 永井 勲* 熊本良悟*
武智 誠* 中野 静子* 大ヶ瀬浩史*
柳原 尚明*

Environmental Assessment of the Surgical Center for Eight Years

*Minoru KADOTA, Isao NAGAI,
Ryogo KUMAMOTO, Makoto TAKECHI,
Shizuko NAKANO, Hirofumi OGASE
and Naoaki YANAGIHARA
Department of Surgical Center, School of Medicine,
Ehime University, Ehime*

Abstract

Airborne particles and airborne bacteria were checked and the number of organisms on the surface of the floor and wall in the operating room were counted every year for the eight years since the opening.

Numbers of airborne particle and airborne bacteria for the latter half of the eight years were fewer than those for the first half of the period, because of additional several counterplans to maintain the operating environment to be clean. Number of bacteria on the surface of floor in the operating room showed the same tendency.

Necessity of environmental assessment in the operating room and permitted grade of contamination of the operating room were discussed.

はじめに

当中央手術部は開院以来8年間を経過したが、その間手術環境の清潔状態を維持するために、薬液噴霧および清拭消毒を施行してきた。一方、その消毒方法によりどの程度清潔状態が維持できているものかを知るために、毎年部内各所の空気や床・壁面の汚染状況を調査してきた。そ

* 愛媛大学医学部附属病院中央手術部
(投稿受付：昭和60年8月25日)

こで、この8年間の清潔状態の推移と、途中で行った汚染の増大に対する対策の効果について総括し、今後の方針について検討したので報告する。

対象および方法

手術部内各所の清潔状態を評価するために、部内空気と床・壁表面を対象とし、空気清浄度を空中浮遊塵埃数・同細菌数で、床壁表面清潔状態を物体表面付着細菌数で表わした。

(12) 医器学 Vol. 55, No. 10 (1985)

測定場所は部内の清潔区域にある手術室と通路、そして準清潔区域内通路とし、手術室はHEPA フィルター空調設備（汙過除塵率99.97%，換気回数33回/hr）を有する手術室（低換気回数であるが、便宜上以後バイオクリーン手術室と呼ぶ）の2室と、高性能フィルター空調設備（汙過除塵率95～98%，換気回数33回/hr）

を有する3室を選び調査した。また通路は高性能フィルター空調系統の清潔区域内における医療従事者用部内入口付近、患者搬入口付近、手洗場付近、バイオクリーン手術室前、既滅菌物搬入口付近と、準清潔区域内における指定した2カ所、患者搬入口付近の合計8カ所を選び調査した（図1）。

図1 手術部平面図

測定は週1回の0.2% クロルヘキシジングルコネート液噴霧1週間後の非手術時間帯に前記測定箇所において行った。なお、空中浮遊塵埃数は光散乱式粒子計数器(リオン, KC-01A)を用いて空気0.5cf中の 0.5μ 以上の粒子数を測定し、空気1cfあたりで示した。空中浮遊細菌数はスリットサンプラー(M/G, 200J)を使用して空気30cf中のコロニー数を測定し、空気1cfあたりで表した。物体表面付着細菌数はスタンプアガー法(栄研スタンプメディアBHI)により、床・壁表面 10cm^2 あたりのコロニー数を測定した($n=10\sim20$)。

結 果

1. 空中浮遊塵埃数の推移(図2)

HEPAフィルター空調設備のある2つのバイオクリーン手術室では4年目まで210~640, 5

図2 手術部内空中浮遊塵埃数の推移

年目以降70~130と少なかった。

高性能フィルター空調をもつ3つの手術室では8年間約5,000~73,000と大きく変動していたが、次第に低値に収束していく傾向にあった。

清潔区域通路では1年目75,000と多かったが、2年目以降4,000~29,000となった。

図3 手術部内空中浮遊細菌数の推移

2. 空中浮遊細菌数の推移(図3)

バイオクリーン手術室では1年目0.68個であったが、4年目まで減少傾向を示し0.10個となった。5年目以降は0~0.07個と非常に少ない値を保っていた。

その他の手術室も同様に4年目まで減少傾向を示し、以後0.09~0.17個と安定した。

清潔区域内通路では3年目まで0.85~2.01個と変動し、その間測定場所によるばらつきが大きかった。4年目以降は0.07~0.33個と少なかった。

3. 物体表面付着細菌数の推移

(1) 手術室床付着細菌数(図4)

図4に示すごとくバイオクリーン手術室では4年目だけ7.5個と多かったが、それ以外は8年間を通して0.13~1.46個と少なかった。

図4 手術室床付着細菌数の推移

その他の手術室では1年目0.46個であったものが4年目には6.44個と増加し、この間手術室によってその汚染状態が大きく異なっていた。5年目以降は1.15~2.49個と比較的低い値となった。

(2) 手術室壁付着細菌数(図5)

バイオクリーン手術室では8年間非常に低い

図5 手術室壁付着細菌数の推移

(14) 医器学 Vol. 55, No. 10 (1985)

レベルを示し、最も汚染されていたのは1年目で0.25個、それ以降は0~0.09個であった。

その他の手術室も8年間を通して0~0.17個と少なかったが、2~3年目に1手術室だけ汚染が増大し、3室の平均値は6.06, 1.81個と多くなっていた。

(3) 通路床付着細菌数 (図6)

清潔区域内通路では1年目14.50個と多かったが、2年目には3.63個と一旦減少し、3年目

図6 手術部内通路床付着細菌数の推移

から4年目にかけて再び増加した。4年目には14.07個なり1年目と同程度の汚染であった。

5~7年目には4.69~6.72個と安定していたが、7~8年目と再び増加傾向が認められ、8年目には10.02個となった。

準清潔区域の通路は1年目30.33個と非常に汚染されていたが、2~3年目にかけて減少し3年目には8.67個となった。以後4~7年目にかけては7.41~13.83個の間で推移し、8年目に18.23個と軽度の増加が認められた。

考 察

開院以来8年間部内の空気清浄度と床壁表面の汚染について消毒方法や汚染対策そして清潔状態の基準なども含めて調査検討してきた。この8年間の調査結果に対し以下若干の考察を加えてみる。

部内の空気清浄度の推移を NASA のバイオクリーンルーム清浄度規格 (NHB 5340-2)¹⁾ を用いて表わすと、バイオクリーン手術室は4年目までは浮遊塵埃数が10,000以下、浮遊細菌数が1年目を除いて0.5個以下であるからクラス10,000の清浄度となる。5~7年目は浮遊

塵埃数が100以下、浮遊細菌数0.1個以下のクラス100となっていた。8年目の浮遊細菌数が0.13個とやや増加していたが、8年間の推移としては前半4年間に比べて後半4年間で清浄化され、クラスが1ランク上がったといえる。

その他の手術室では4年目まで浮遊塵埃数が100,000以下、浮遊細菌数が2.5個以下のクラス100,000であった。5年目以降はほぼクラス10,000となっており、やはり1ランク改善されていた。

清潔区域内通路は5年目までクラス100,000であったが、6年目以降はほぼクラス10,000となっていた。

以上のことから部内全域にわたり前半4年間で後半4年間では明らかに清浄度が改善されていることがわかった。前半4年間の汚染状態についてはまず第1の理由として開院前に行った部内全域の消毒作業²⁾にもかかわらず汚染が残し、開院当初の汚染の原因となったことが挙げられる。どの測定地点においても1年目が最も高い汚染を示しているか、またはそれに近い汚染を示していることから推測できる。第2に前半4年間で手術件数の増加期にあたり (図7)、それに伴ない汚染が増大してきたが、この汚染

図7 手術件数の推移 (1977~1984)

の増大に清掃消毒が対処しきれなかったためと考えられる。後半4年間は手術件数が頭打ちになるとともに消毒方法の改善 (後述)、一部のリネン材に発塵性の少ない不織布を導入し始めたこと、医師や看護婦等への清潔管理に対する理解と協力が充分得られるようになってきたことなどにより空気清浄度が改善されたと思われる。また、これらのことから HEPA フィルター

および高性能フィルターを有効に機能させるために日常の清掃管理が非常に重要であり、空調フィルターの性能を過信するべきでないということが再認識された。

それでは手術環境としての部内空気の清浄度がどの程度であればよいかという点については諸説あるが、特に浮遊細菌数に関しては次のような数値が示されている。White は手術室で5個/cf 以下、Viessman は“10個/cf を越えてはならない。5個/cf 以下が容易に得られるべきである”としている。また英国保健省医学研究審議会において最低基準として手術創付近で10個/m³ 以下、手術野を中心に3×3m の範囲内では20個/m³ 以下としている⁸⁾。一方、Boudillon は小手術では20個/cf、一般大手術では10個/cf を許容値とし、感染を忌避する場合0.1～10個/cf の範囲を示しているが、Walter は手術室で5～10個/cf、回復室で10～20個/cf を許容範囲としている⁹⁾。当手術部で最近測定した術中測定値はバイオクリーン手術室においては、一般開胸術創付近が0.7～1.7個/cf⁵⁾、開心術創付近が0.23～0.49個/cf⁶⁾、手術台周辺が0.48個/cf⁷⁾となっていた。また、その他の手術室では手術台周辺で0.67個/cf、そして清潔区域内通路では0.97個/cfとなっていた⁷⁾。以上のことから後半4年間のように非手術時間帯の空気清浄度がバイオクリーン手術室でクラス100、その他の手術室や清潔区域内通路でクラス10,000を保っていれば、手術中の浮遊細菌数が、どの推奨許容値をも満足するものと考えられる。このため、当手術部の空気清浄度許容基準としてクラス100、クラス10,000を採用することとし、今後も厳重な清浄管理を続けていくつもりである。

床壁表面付着細菌に対しては週1回の薬剤噴霧消毒に加えて手術室床や通路床は清拭消毒を行っているが、壁は汚染の機会が少なく、血液等による汚染以外は清拭消毒を行っていない。このように壁と床で汚染のされかたや消毒方法が異なるため、8年間の推移も全く違った傾向を示していた。

手術室壁の付着細菌数は非常に少なく、バイオクリーン手術室だけでなく、他の手術室にお

いても、毎年ほとんどの測定点で0個であった。ただ2～3年目に1手術室においてのみ汚染が認められたが、4年目以降改善された。この良好な清潔状態により壁面汚染の空気清浄度に及ぼす影響は非常に少ないと推察され、現在の噴霧消毒法だけで充分効果が得られることがわかった。

一方、手術室床の付着細菌数は前半4年間増加傾向を示し、後半は安定していた。前半汚染が増大したのは前述のように手術件数の増加に伴い、入室人員数・搬入物品数が増加し、それまで行っていた消毒方法では対処できなくなったためであろう。5年目以降汚染が低いレベルで安定してきたのは、手術件数が頭打ちとなったこと、そして4年目までの汚染の増大に対して行った消毒方法の改善⁸⁾によるものと思われる。その消毒方法の改善とは、まず清拭消毒時の薬液濃度の厳守である。それまでややもすると薄くなりがちであったクロールヘキシジングルコネート液の濃度を0.2%以下にならないよう徹底した。同時に各部所の清掃をさらに厳重に行うこととした。また以前からクロールヘキシジンに耐性の緑膿菌が分離され注目を集めていたが⁹⁾、当手術部でも手洗い用超音波洗滌装置に耐性菌の疑いがある菌が検出され¹⁰⁾、床面等にもその存在の可能性が大であることから、対策として耐性菌が発生しないといわれる両性界面活性剤（アルキルジアミノエチルグリシン）を併用することにした。以上の汚染対策の結果5年目以降、手術室床面の汚染状態は改善され、前半より低レベルに抑えられるようになったものと考えられる。

部内通路の床付着細菌数は清潔区域・準清潔区域とも著しい変動はみられなかったが、全体的に手術室床に比べて汚染が大きかった。特に2年目まで清潔区域および準清潔区域の医療従事者入口付近において汚染が目立ち、改善策を検討するために汚染侵入動態調査を行った¹¹⁾。この結果、スリッパ履替え場所が汚染源とわかり、清潔区域からできるだけ遠避けたところ、清潔区域内への汚染の侵入がある程度くい止められた。

以上、手術室および通路の床壁付着細菌数が

(16) 医器学 Vol. 55, No. 10 (1985)

比較的良好な推移を示していることがわかった。しかし、この値で適当かどうかということについては空気清浄度と異なり、再現性がありかつ操作の容易な測定方法がみつからないため、参考となる許容値もほとんど示されてない。例えば理想的な測定方法がみつかったとしても、消毒方法や測定条件によって測定値は大きく変わる¹²⁾。当手術部では開院以来スタンプアガー法を用いているが、この測定方法も理想的とはいえず¹³⁾、付着細菌数の実数を把握することは難しい。しかし、可能な限り測定条件等を一定にしてやることにより毎年の相対的推移はある程度つかめるものと思われる。これらのことから今後もスタンプアガー法を採用することとし、床や壁の表面汚染度の基準値を求めるにあたり、手術環境としての空気清浄度を良好に保つことができたと思われる数値を過去のデータから読み取り、当手術部独自の指標とすることにした。その許容値は、清潔状態が安定していた後半4年間のデータを参考とし、手術室床で5個/10cm²、壁は0.1個/10cm²、通路は清潔区域で10個/10cm²、準清潔区域で20個/10cm²である。このうち手術室床については山崎らが報告している値¹⁴⁾と一致する。

以上、8年間の環境汚染対策並びに当手術部の環境基準を述べてきたが、後半4年間において空気調和および床壁表面の清潔状態が前半4年間に比べて良好に推移してきていることがわかった。今後、同調査で得られた環境基準値を指標として清潔状態の維持に努めたい。

ま と め

1. 8年間の清潔状態の調査結果、浮遊塵埃数と浮遊細菌数は前半4年間に比べ後半4年間は各測定場所において1クラス(NASA 空気清浄規格)改善されていた。
2. 床壁付着細菌数は手術室壁が最も少なく、8年間を通し安定していた。手術室床は前半4年間の手術件数の増加によると思われる汚染の増大がみられたが、消毒方法を改善した結果、後半4年間は低レベルの汚染となった。

通路床はスリッパ履替え場所の移動により準清潔区域から清潔区域への汚染の侵入が減少し、比較的低い汚染状態を保っている。

本論文の要旨は第60回日本医科器械学会大会で発表した。

文 献

- 1) NASA: Standard for clean rooms and work stations for the microbiary controlled environment (NHB. 5340. 2).
- 2) 永井勲ほか: 新設中央手術室の清潔状態の検討, 防菌防黴誌, 5 (12): 515-520, 1977.
- 3) 古橋正吉: 手術治療の“場”における諸問題, 医器学, 53 (9): 475-481, 1983.
- 4) 古橋正吉ほか: 手術室の空気汚染—10年間の実態調査と測定法, 医器誌, 42(12): 756-771, 1972.
- 5) 永井勲ほか: 手術に使用する被覆材料の発塵性およ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(3): 257-264, 1984.
- 6) 永井勲ほか: 開心術中における細菌汚染に関する研究, 日本胸部外科学会 (1984. 10. 仙台)にて発表.
- 7) 門田稔ほか: 手術部内リネン室・手術器械準備室等の空気清浄度の調査と, 清浄化対策としての微粒子中性化空気清浄装置の使用効果について, 医器学, 53 (Suppl.): 114-116, 1983.
- 8) 植岡道玄ほか: 新設大学中央手術部における清潔状態の開院以来5年間の推移, 防菌防黴誌, 10 (11): 459-463, 1982.
- 9) 藪内英子ほか: 消毒薬と院内感染, 臨床と細菌, 3: 327-331, 1976.
- 10) 武智誠ほか: 手洗い用消毒薬の活性低下についての検討, 手術部医学, 4 (2): 47-49, 1983.
- 11) 門田稔ほか: 手術部内への汚染侵入動態の調査, 医器学, 49 (Suppl.): 46-49, 1979.
- 12) 芦山辰朗: 手術室の清潔維持と滅菌行程の確立, 医器学, 49 (11): 519-525, 1979.
- 13) 永井勲ほか: スタンプアガー法における物体表面付着細菌の回収率についての検討, 防菌防黴誌, 10 (6): 233-237, 1982.
- 14) 山崎修二ほか: 手術部内の清潔状態の管理, 医器学, 49 (Suppl.): 50-52, 1979.