手術部細菌検査と清潔管理

——富山医薬大手術部発足後1年余の経過から——

中丸 勝人* 宮崎 久義* 牛島 一男*
樋口 昭子* 伊藤 祐輔* 増田 明*²
久世 照五*²

Investigation of air born bacteria and aseptic management in the
operating department of Toyama medical and pharmaceutical university
hospital——from our experience in a little over one year——

*Katsuhito Nakamaru, Hisayoshi Miyazaki,
Kazuo Ushijima, Akiko Higuchi, Yusuke Itoh
Operating department, Toyama medical and pharmaceutical
university hospital, Toyama, Japan*

*Akira Masuda, Shougo Kuze
Department of anesthesiology, Toyama medical and
pharmaceutical university, Toyama, Japan*

Abstract

The operating department of Toyama medical and pharmaceutical university hospital was opened on 10th of October in 1979. From the beginning, the investigation of air born bacteria, using a slit sampler, has been done once a month.

Bacterial counts in the operating rooms, wherein no one was working, were nearly zero. During surgery, bacterial counts in the operating room increased to about 100 colonies/m³ air, in proportion to the number of persons and their movement. Within thirty minutes after the operation was over, and patient and medical staffs went out, bacterial counts returned to zero. In other places, bacterial counts were 10 to 20 colonies/m³ during early eight months, then increased to 48.5 colonies/m³ from the ninth month to the eleventh month, and then slightly decreased. Indigenous bacterial floras——for example, micrococcus, staphylococcus epidermidis and streptococcus——were mainly found. It was suspected that the number of bacteria in the operating department depended on the number of persons, as well as on the equipments which were HEPA filter used air conditioning system, Maquet's hatch way transfer system and others.

Some other efforts to keep the operating department clean were reported.

* 富山医科薬科大学手術部

*² 富山医科薬科大学麻酔科

(原稿受付：昭和56年5月18日)

はじめに

術後感染は手術成績だけでなく、患者生命の予後をも左右する。抵抗力の弱い高齢者の大手術や人工関節、臓器移植手術などの増加とともに手術室の無菌的管理がますます要求されるようになった。

富山医科薬科大学手術部は種々の無菌志向設備と技術を導入して1979年10月に発足した。以来われわれは細菌検査を定期的に行い手術部の清潔維持に努力してきた。ここにこれまで1年余の細菌検査結果と当手術部の清潔管理について報告する。

検査方法

1) 定期細菌検査

手術部発足前日および毎月1回最後の週の任意に選んだ手術日の空气中浮遊細菌数と菌種を調べた。清潔区域10カ所、準清潔区域4カ所(図1)を選び、8時から16時までの間で各場所1時間、それぞれ毎回同一時間帯にスリットサンプラ(クボタエアサンプラ203型)を用い床上1mの高さで毎時空気3m³を吸引し、検体をヒツジ血液寒天培地上に捕集した。手術室は非使用時を調べた。37℃48時間培養後に発育したコロニーを数え、空気1m³当たりの細菌数を算出した。

菌種は主にコロニーの発育形態およびグラム染色性で、一部はハートインフィジョン寒天、

血液寒天、マンニット食塩、スタヒロコッカスNo. 110 寒天などの培地による再培養後の発育形態、チトクロームオキシダーゼやコアグラールゼ反応などの生化学的手段を併用して判定した。

2) 術中細菌検査

学生実習が1980年9月より開始された。入室人員増による手術室汚染が予想されたため8月から10月末まで4手術室で8回にわたり術中手術室内浮遊細菌数および菌種の経時的変動を調べた。患者入室前から術中、術直後にかけてスリットサンプラを用い1時間毎に寒天培地を取りかえながら定期細菌検査と同一条件で検体を連続捕集した。培養後寒天培地を $\frac{1}{2}$ ずつ区画し30分毎の細菌数を算出するとともに、菌種を前述方法で判定した。

結 果

空气中浮遊細菌数は手術部発足後図2のような経過を示した。8カ月目までは比較的良好な清潔度を維持できたが、以後汚染がすみ発足初期細菌数の3～5倍まで増加した。12カ月目より軽度減少傾向にあるが、それでも初期の2倍近い細菌数が測定された。

区域別に細菌数変動(図3)をみると、清潔区域内では細菌数が9カ月目より増加しはじめ15カ月目まで続き、以後少し減少傾向をみせているけれども初期の3倍近い細菌数が検出されている。しかし非使用時の手術室は全期間を通じ、NASAバイオクリーンルーム基準¹⁾に換

図1 富山医薬大手術部見取図と検体捕集場所

[準備ホール、婦長室、患者更衣室は1980年6月まで不潔区域であった]

(12) 医学 Vol. 51, No. 12 (1981)

図2 浮遊細菌数の経過 (1979年10月～1981年2月)
〔細菌数は非使用時手術室を除いた平均値を表わした。手術件数は検査当日の件数〕

図3 区域別浮遊細菌数 (1979年10月～1981年2月)

清潔区域	準清潔区域
A 1-6 手術室 (6室平均)	F 回復室
B 手術廊下	G 廊下
C 患者廊下	H ラウンジ
D ハッチウエイ内部	I 準備ホール
E 既滅菌室	(9ヵ月目まで不潔区域)

算してクラス 100 の清潔度を維持できている。次いで患者搬送のための患者廊下が清潔で、ハッチウエイ内部、清潔物品搬送や職員通行のための手術廊下、既滅菌室の順に清潔度が低くなっている。

準清潔区域も9ヵ月目より清潔度が低下したが12ヵ月目には回復し、以後1時期のラウンジを除いて清潔区域より浮遊細菌数が少ないという皮肉な結果が得られた。準備ホールは8ヵ月目まで不潔区域であったが準清潔区域中最も清潔で、次いで回復室、廊下(3)、ラウンジの順に清潔度が落ちている。

菌種は清潔区域、準清潔区域間に差はなく、図4に示すように発足直前はマイクロコッカス属、

図4 菌種の変化
(各細菌菌種を百分率で示す)

ついでコリネバクテリウム属が多く、この2者で80%を占めていた。発足後もマイクロコッカス属が最も多いことにはかわりはないが、表皮ブドウ球菌、連鎖球菌属が増えた。8ヵ月目まで使用していた下足脱ぎ場のじゅうたんを人工芝に取り替えた時点からアスペルギルス属が減少した。

黄色ブドウ球菌、緑膿菌は9ヵ月目を過ぎるころより散発的に検出されるようになった。黄色ブドウ球菌はラウンジ、手術廊下に多く、最多検出時は総菌数145.0/m³に対し11.0/m³であった。緑膿菌は清潔区域内で手術廊下に4回、1コロニーずつ検出されたにすぎなかった。準清潔区域では回復室3回、ラウンジに1回検出されたが最高は総菌数49.0/m³に対し4.0/m³であった。

図5に術中細菌数経時的測定の2例を示す。患者入室前の手術室はほぼ無菌状態に維持されているが職員および患者入室とともに細菌が増

図5 術中浮遊細菌数

〔上段，下段とも同一手術室であるが測定日が異なる。上段に比し下段に入室人数が多いのは学生実習開始に伴うものである〕

えはじめ，麻酔開始，術者入室で急激に増加し執刀前後に最高に達した．以後，術中室内での人の動きが小さくなるにつれて，いったん減少し，手術終了時に再び増加したが清掃消毒後30分以内に術前状態まで回復した．同一手術室で同一規模の手術を行っているにもかかわらず入室人数の多い方に細菌が多かった．

術中手術室の菌種はミクロコッカス属，次いで表皮ブドウ球菌が多く，この2者で75%を占めた．黄色ブドウ球菌を検出することもあるが多くて2.0~3.0/m³で，緑膿菌はほとんど検出されなかった．

考 案

手術室の清潔維持のために清潔域の区域化，清掃消毒の徹底は当然のことながら空調，浄化装置の改良整備，動線の整理など^{2),3)} いろいろ努力されている．

富山医大手術部は清潔，準清潔，不潔の区域化，清潔区域内の患者廊下と手術廊下の区別，区域間でのスリッパ履き替え，除塵用吸着マットの設置，マック手術台ハッチウェイ方式による患者搬送などによって外部からの汚染源侵入，交叉汚染を防ぐよう配慮してある．全手術室にHEPAフィルタ³⁾を使用し，外部に5 mmH₂Oの陽圧を保持するオールフレッシュエア，ノン

リターン方式で毎時25回換気し，NASAバイオクリーンルーム規格¹⁾ クラス10,000を維持するように設計してある．セントラルバキュームによる塵埃吸引，1~2%クロールヘキシジン液，もしくはビスタ#300®などの消毒薬を浸したモップによる清拭といった日常の清掃消毒に加え，病原菌検出時や感染症手術後は室内の上記消毒薬噴霧を行っている．

手術室清潔管理の指標としては浮遊塵埃数，浮遊細菌数⁴⁾，床細菌数⁵⁾などが測定される．一般的には浮遊細菌数がよく用いられ，簡便で経費も少ない理由から，従来多くは落下細菌法で測られている．しかし本法は関与する資料空気量が測定できない，比較的大きな粒子に付着した細菌しか捕集できない，などの欠点をもつ⁴⁾．近年普及しつつあるスリットサンプリング法⁴⁾は上記欠点を補い，細菌検出率も高いので手術部内清潔度判定に有用である．

新築手術部の細菌数は月日の経過に伴い増加したとの報告⁶⁾，減少したとの報告^{6),7)}の両者がある．季節による変動よりも出入りする人数の影響を受けるともいわれる⁸⁾．

われわれの手術部の細菌数が9カ月目から11カ月目にかけて増加したのは高温多湿の6月から8月にかけてで，手術室はほとんど無菌状態であったのに比べ，外気への開放や私服での入室機会の多いラウンジ，回復室に多いことから季節の影響が示唆される．以後やや清潔度を回復するも当初の2倍の細菌が検出されているのは，ことに手術廊下に多いことからここを通る人数の増加，すなわち手術症例増，および学生実習開始に伴う出入り人数増によると考えられる．

清潔区域内既滅菌室に細菌が多い理由としては，オートクレーブの作動で室温が上がりやすいこと，器材搬出で看護職員の出入りが多いこと，この部分の空調設備が再循環式でHEPAフィルタが使用されていないこと，準清潔区域に向かっていつも開放されていることなどがあげられる．紫外線殺菌灯を使用しているが大きな効果を見ていない．現在空調の改良，準清潔区域との隔離などを検討中である．

準清潔区域内で準備ホールが不潔区域に最も

(14) 医器学 Vol. 51, No. 12 (1981)

広く接しているにもかかわらず、他より比較的清潔であるのはHEPAフィルタ採用の陽圧空調に負うところが大きいと考えられる。

手術部内浮遊細菌数を他大学病院の報告⁸⁻¹⁰⁾からひきだしてみると不潔区域 113.6~291.0/m³, 準清潔区域 84.0~198.0/m³, 清潔区域 26.0~63.0 (非使用時手術室2.2)/m³で施設間の差が大きい。われわれの手術部浮遊細菌数は比較的高い清潔度を維持できた8カ月目までは準清潔区域 14.3/m³, 清潔区域 13.5/m³, 汚染の強くなってきた9カ月目以降でも準清潔区域 34.2/m³, 清潔区域 33.6/m³で、手術室は全期間を通じ非使用時 0~1.0/m³, 使用時 33.0/m³と他施設よりも比較的良好な衛生状態を維持できている。手術部内不潔区域の縮小化、除塵用吸着マット面積の拡大と増設、スリッパ洗滌の頻繁化、清潔区域内マスク、帽子、手術部専用下着、くつ下着用の徹底などの汚染防止対策の効果が現われているともいえる。

手術部内不潔区域では検出される菌種が多く、病原菌も含まれるが、清潔区域になると表皮ブドウ球菌、ミクロコッカス属などの皮膚常在菌の占める比率が大きくなるといわれる⁹⁾。われわれの手術部では清潔、準清潔、不潔区域間に菌種の差はなかったが、皮膚常在菌が検出菌の大部分を占めていた。鼻咽腔、消化管の常在菌で化膿菌になりうる連鎖球菌属は0~22%, 平均3%の比率で検出された。マスクの細菌遮断効果は91.3%以上といわれ¹⁰⁾, 着用の徹底は汚染防止対策として重要である。通常は非病原菌である表皮ブドウ球菌は潜在的に病原性をもち化膿症を起こすことが最近注目され、多剤耐性菌もみつまっている¹¹⁾。常在菌だからといって本菌が多いことに無関心であってはならない。

近年病原菌については総細菌数に対する比率が重要視されている。東北大学手術部では黄色ブドウ球菌と総細菌数の比は17対167, グラム陰性桿菌と総細菌数の比は16対167との結果を得ている¹²⁾。われわれの手術部での黄色ブドウ球菌、緑膿菌の検出は少なかったが、病原菌検出個所の入念な清掃消毒とともに、菌発生源の究明を行うようにしている。

下足脱ぎ場などに敷かれるじゅうたんは湿気

を帯び、通風も悪いのでカビ類の発生源となる。われわれはこれを人工芝に取り替えてカビ類の減少に成功した。人工芝は小ブロックよりなり床面積に応じた継ぎ合わせができ、しかも水洗およびガス滅菌が可能なので便利である。

術中浮遊細菌数は人の出入りに相関するとされ^{8,13,14)}, 芦山¹⁴⁾によれば患者入室時に細菌数が増えはじめ手術開始後次第に減少し、途中X線撮影のため人の出入りが多かった時点で1時期増加、手術再開で再び少なくなり、手術終了退室に伴い人の動きが激しくなった時にまた増加している。われわれの成績も同様の経過をたどり、術中細菌数の変動は参加人数と人の動きの相和によるものと考えられる。黄色ブドウ球菌は手術時間が長くなるほど、また参加人員が10人を越えた時に高率に検出される¹⁵⁾というが、われわれはそのような結果を得るに至らなかった。

教育病院では汚染度が増すと判っていても手術室への入室者を制限することは難しい。教育用テレビモニタや手術室と隔離された場所からの見学ができるような配慮も必要となる。

むすび

富山医薬大手術部発足後1年余の空气中浮遊細菌検査結果と清潔管理について述べた。

非使用時の手術室は発足以来、高い清潔度を維持してきた。しかし他は9カ月目から11カ月目にかけて汚染がすすんだが、スリットサンプリング法による浮遊細菌数は1時期48.5/m³に達したのみであった。まもなく減少傾向を示し初期のおよそ2倍の細菌数に落ちついている。入部人数と季節の影響が示唆された。

術中の手術室内細菌数は入室人数と人の動きに比例した。しかし清潔度は患者、医療スタッフの退室、清掃消毒後およそ30分で回復した。

検出菌種はミクロコッカス属、表皮ブドウ球菌、連鎖球菌属が多く、3者で80%を占めた。黄色ブドウ球菌、緑膿菌は散発的に少数検出したにとどまった。

浮遊細菌検査は清潔度判定の有用な指標となった。

衛生的手術部環境の維持には、われわれの試

みた不潔区域の縮小化など清潔管理上の工夫や職員への清潔教育の徹底が必要と考える。

参 考 文 献

- 1) NASA Standards for clean rooms and work stations for the microbially controlled environment, NASA, Washington, 1967.
- 2) 芦山辰朗：手術部における微生物汚染対策，病院設備，21：15—22，1979.
- 3) Marsh RC, Nelson JP：Comparing surgical clean room filters, Contemporary surgery, 7：33-44, 1975.
- 4) 古橋正吉：空中浮遊細菌の測定法，臨床検査 21：941—947，1977
- 5) 石引久弥：術後創感染防止に関する基礎的ならびに臨床的研究，日外会誌，69：156-172, 1968
- 6) 熊本良悟，門田稔，武智誠ほか：新設中央手術室の清潔状態の推移について，全国国立大学病院手術部協議会研究会，東京，1977
- 7) 砂田柳子，西森美和子，門田稔ほか：新設中央手術室の清潔状態の推移について（Ⅱ報），医器学，49：46-47，1979
- 8) 鈴木朝勝，牧野多津子，榊原和久ほか：手術室の細菌学的定期安全点検，医器学，50（suppl）：10-20，1980
- 9) 高橋泰子，小林寛伊，林キイ子ほか：病院空気汚染度の測定，医器学，47：231-237，1966
- 10) 古橋正吉，上田伊佐雄，長谷清一ほか：手術室の空気汚染，—10年間の実態調査と測定法—，医器学，42：756-771，1972
- 11) 戸田忠雄，武谷健二編：戸田新細菌学，南山堂，東京，1979
- 12) 塩沢茂，鈴木俊子，梅田拓生：東北大学における浮遊塵埃数測定および落下細菌検査の現状，医器学，49：313-320，1979
- 13) 難波芳道，秋田徹，鈴木朝勝：手術室細菌汚染の検討，医器学，50（suppl.）：13-14，1980
- 14) 芦山辰朗：手術室の清潔維持と滅菌工程の確立，医器学，49：519-525，1979
- 15) 田中早苗，岡島邦雄：術後合併症の化学療法，外科診療，8：1162-1168，1966