病院におけるシーツ，看護衣の細菌汚染と その防止について

高峰 道子*¹・古瀬 浩介*²

Bacterial Contamination of Laundry in Hospital: Actual State of the Contamination and Preventive Measures Against it

Michiko Takamine*¹ and Kohsuke Furuse*²

*¹ Tokyooto Saiseikai Mukoujima Hospital

*² Department of Biology, Shimane Medical University

はじめに

院内感染防止のために，これまで用いられてきた方法は，診断に基づいた疾患別の隔離を行うというものであった。

しかしながら，臨床症状が明らかでない場合や，感染の有無そのものが不明の場合には，このシステムはうまく機能しない。臨床症状が現れていないHIVやHBVなどのウイルス感染の例で明らかのように，血液や体液などのbody substanceは潜在的な感染源であると考えべきである。このようなbody substanceから体を守るために，ラテックス製グローブなどの物理的バリアーを使用する“body substance isolationシステム”が提唱され，実行されるようになってきた^{1,2)}。

しかしながら，body substanceからの直接的な感染を防止するだけでなく，患者及び看護者が共に接触するリネン類—それらは常にbody substanceに汚染される可能性がある—を介しての間接的な汚染を防ぐ必要があり，そのためにはより幅広い院内環境の整備，リネン類の消毒，手洗いなどの感染予防法の励行が必要である。

ここでは，院内感染の媒体として大きな位置を占めるシーツ，看護衣，タオルなどのリネン類に絞って，(1)細菌数の測定法，(2)細菌汚染の実態，(3)汚染に影響を及ぼす要因，を概観すると共に，汚染に影響を及ぼす要因の一つとして我国で広く使用されている洗濯糊に関する著者らの調査，実験を述べ汚染防止について考察したい。

(1) リネン類の細菌数測定法

リネン類の細菌汚染度を調べる場合，最も重要な点はその方法が定量性に優れていることである。Codyら³⁾はリネン類全体の細菌汚染度を調べる方法を検討した。すなわち，既知濃度の大腸菌あるいは黄色ブドウ球菌を接種したリネン類からの細菌回収率を3種の方法—①振盪法(細菌を接種した布を緩衝液中で振盪し，振盪液をフィルターで濾過して細菌を回収し，生菌数を測定する)，②ブレンダー法(細菌を接種した布をハサミで小さく裁断し，緩衝液中でブレンダーで高速攪拌した後攪拌液をフィルターで濾過して細菌を回収し，生菌数を測定する)，③寒天重層法(細菌を接種した布を滅菌プラスチックシャーレに入れ，その上に寒天培地を重

*¹ 東京都済生会向島病院

*² 島根医科大学

層して、生菌数を測定する)一で検討し、②のブレンダー法は回収率が高いが操作が繁雑であり、③の寒天重層法は回収率が悪く、結局、細菌の回収率と使いやすさの面から、①の振盪法が最も良いと報告している。③の寒天重層法では、布の表面の細菌しか測定できないので回収率が悪いのは当然である。

この振盪法は、洗濯による汚染除去効果を調べる場合のように、リネン類の表面だけでなく繊維内部も含めた総菌数を測定する必要がある場合に適しているといえる。

一方、リネン類の表面の細菌汚染度を調べる方法の一つとして広く行われている方法にスタンプ法がある。これは、リネン類の表面に寒天平板培地を圧着して得られるコロニー数を調べるものであるが、簡便性、経済性から良く用いられる方法であり⁴⁾、病室においてシーツの汚染を経時的に調べる場合や、衣類など日常接触するものの表面の汚染が問題になる場合に用いられる。ただし、このスタンプ法はリネン表面のコロニー数を測定するだけであって、総菌数を求めるものではない点に注意する必要がある。つまり、リネンをブレンダー法あるいは振盪法で調べればスタンプ法よりも相当多くのコロニー数が検出されるだろう。というのは1個のコロニーに含まれる菌数は莫大であり、仮にコロニーの大きさによって $10^2 \sim 10^5$ CFU (Colony Forming Unit)/コロニーとすると、総菌数は $10^3 \sim 10^6$ CFUにも達するからである。振盪法よりもブレンダー法の方が回収率が高いのは、激しい攪拌によってコロニーがより細かく分離されるためであろう。いずれにしても、総菌数を測定する必要があるか、あるいは、表面汚染を測定する必要があるかによって両者を使い分けるべきである。

(2) 看護衣、シーツなどの細菌汚染の実態

看護者から患者へのブドウ球菌の伝播は手を介して起こることが示されている⁵⁾。また新生児においては、汚染度の高い毛布、衣類、オムツなどを介してブドウ球菌が伝播されることが報告されている⁶⁾。

Hambraeus⁷⁾ はヤケド患者病室における看

護衣の細菌汚染度および看護衣を介しての黄色ブドウ球菌の病室間移動について調査し、以下のように報告している。なお、細菌数の測定は総菌数を測定する振盪法—衣類を1%ペプトン水で振盪し、振盪液をフィルターで濾過して、細菌を回収する—を用いている。

(a) ヤケド患者用病室で通常の勤務についている看護婦の看護衣およびその上に着用している予防衣あたりの黄色ブドウ球菌量は、28検体を調べて、それぞれ 1.4×10^3 CFU/看護衣と 3.0×10^4 CFU/予防衣とかなり高く、それらの菌株はファージ・タイピングによって患者由来のものが多くことが明らかになった。(b) 黄色ブドウ球菌で汚染された室内での看護衣の汚染度は、予防衣を着用しなかった場合には、着用した場合の8~25倍も高かった。(c) 予防衣を着用することによって、移動した病室内(空気中)への細菌の持ち込みは、 $1/4 \sim 1/10$ に減少し、患者の着衣およびシーツへの汚染は $1/100$ に減少した。これは、ヤケド患者を看護する際、患者からの看護衣への直接的な汚染が予防衣によって阻止されるためと考えられる。(d) 汚染度の高い看護衣の上に予防衣を着用した場合には、汚染防止効果は認められなかった。これは、看護衣と予防衣の摩擦によって細菌が付着した微細な繊維などが遊離するためと考えられる。

Weinsteinら⁸⁾ は一般病室および隔離病室で使用されたリネン類の表面の細菌(黄色ブドウ球菌とグラム陰性桿菌)汚染度をスタンプ法で調べた結果、両者間に有意差が認められなかったことから、隔離病室からのリネン類を熱可溶性のポリビニールアルコールバッグに入れ、それを運搬用のバッグに入れるいわゆる二重バッグ法で洗濯室に運ぶ必要はないと述べている。ただし、問題は熱可溶性バッグを使用しなくてもよいという経済上の点にあるのではなく、患者および病院で働く人の感染を防止するためには、むしろすべてのbody substanceおよびその付着物が潜在的な感染源であるという認識に基づいて、

(a) リネン類取扱いは、グローブを着用し、確実な手洗いを励行する。

(b) 患者のベッドサイドで、周囲を汚染しない

ようにすべてのリネン類をバッグに確実に収納する。

(c) 状況に応じて予防衣、プラスチックエプロン、マスク、ゴーグルを着用する。

ことを推奨している。

一般に、洗濯によって汚れが落とされるだけでなく、細菌汚染もなくなると信じられている。そこで、Nicholes⁹⁾は、一般のランドリーで洗濯された繊維製品(ユニホーム、ナプキン、タオルなど)の細菌汚染度を調査し、次のように報告している。

(a) リネン類の細菌汚染度の測定において寒天平板培地を用いるスタンプ法で求めた値とブレンダー法で測定した値とは全く相関しなかった。

(b) 洗濯済みのリネン類の細菌数をブレンダー法—リネン類を直径1インチの円形に切抜き、200mlの滅菌水中でブレンダーで高速攪拌してその液中の菌数を調べる—で計測した場合、スタンプ法では検出されなかった検体から大量の細菌($10^2 \sim 10^7$ CFU/平方インチ)が検出された。

(c) 洗剤の種類、洗濯時間、温度を調節することによって、リネン類の細菌数を大幅に減少させることができ(従来通りの方法で洗濯した場合の残存菌数： 4×10^4 CFU/平方インチ、改良法の場合の菌数： < 32 CFU/平方インチ)、その際、塩素系よりも酸素系の漂白剤の方が約20倍消毒効果が高かった。

さらに、Christian¹⁰⁾は病院内のランドリー施設による洗濯によって、汚染細菌を有効に除去できるかどうかを検討している。細菌数の測定は総菌数を測定するブレンダー法によっている。

(a) 洗濯前の使用済みリネン類(約100検体)のブドウ球菌および大腸菌群による汚染度は $< 0.1 \sim > 4 \times 10^3$ CFU/cm²であった。

(b) これらの汚染されたリネン類の細菌数は、病院内ランドリーにおける通常の洗濯(洗剤処理(第1回)→漂白剤処理→洗剤処理(第2回)→中和剤処理→軟化剤処理、洗濯温度75℃)によって1 CFU/cm²以下に減少したが、同じ条件下、洗濯温度だけを低くした場合(48~60℃)にも高温時と同程度の除菌効果が認められた。

(c) 漂白剤の殺菌効果は濃度を上げることによ

って高められた。

これらの報告は、適切な洗濯法を用いることによって、実際に使用され汚染されたリネン類から細菌を除去することができることを示している。なお、Robinton¹¹⁾は布製タオルとペーパータオルの表面の細菌汚染度をスタンプ法によって調査し、布製よりもペーパータオルの方が汚染が少ないことを認め、衛生面からペーパータオルを推奨している。

一方、Wiksell¹²⁾は予め一定量の細菌を接種したシーツ(綿50%とポリエステル50%混紡)上での細菌の残存率に対する洗濯時の液温、洗剤の種類、洗濯サイクルなどの影響を調べた。菌数の測定は総菌数を求める振盪法によっている。

(a) 霊菌は液温57℃以上では生残菌は認められなかった(洗濯前の菌数： 1.6×10^5 CFU/cm²、洗濯後： < 10 CFU/cm²)、黄色ブドウ球菌は68℃でもある程度生残菌が認められた(洗濯前の菌数： 3.2×10^5 CFU/cm²、洗濯後： 1.6×10^5 CFU/cm²)。耐熱菌である*Bacillus stearothermophilus*は68℃でもあまり大きな影響を受けなかった(洗濯前の菌数： 5.0×10^4 CFU/cm²、洗濯後： 1.0×10^3 CFU/cm²)。

これは、ここで用いた洗濯法によってはリネン類に付着した菌の除去は不完全であることを示している。

(b) これらの細菌は、洗濯の過程で他のシーツを汚染することが示された。したがって、汚染されている可能性のあるリネン類は別個に取り扱った方がよい。

(c) 洗剤の種類を変えても細菌の残存率に影響はなかった。

ただし、この実験では漂白剤を使用していないのでその殺菌効果を確認する必要がある。いずれにしても効果のある洗濯法を確立するためには、既知濃度の細菌を接種した布を用いて、水流(水の場合と洗剤を含む場合)による物理的な除菌効果と、洗剤および漂白剤の殺菌効果を分けて測定する必要がある。

(3) リネン類の細菌汚染に影響を与える要因

Wilkoff¹³⁾はリネン上での黄色ブドウ球

菌の安定性に影響する要因として、接種法と接種されたリネン類の保管条件を検討した。

各種リネン類に3種類の方法—①菌液を直接接種する液体法、②チャンバー内でエアロゾルを噴霧するエアロゾル法、③広口ビン内で凍結乾燥菌と微細繊維の混合物と接触させるダスト法—で接種した黄色ブドウ球菌の生残菌数を20週にわたって追跡調査した。菌数の測定は布をハサミで細かく裁断し、生理食塩水中でホモジナイザーで攪拌して総菌数を求めるブレンダー法によっている。

(a) いずれの接種法においても、菌を接種した布を相対湿度35%、温度25℃に保った場合の方が、湿度78%、温度25℃に保った場合よりも生残率は有意に高かった。

(b) 湿度35%、温度25℃に保った場合、①の液体法で直接接種した時(接種直後の菌数： 10^7 CFU/平方インチ、1日後の菌数： $<10^2$ CFU/平方インチ)よりも、③のダスト法(接種直後： 10^8 CFU/平方インチ、7日後： 10^4 CFU/平方インチ)、②のエアロゾル法(接種直後： 10^8 CFU/平方インチ、7日後： 10^3 CFU/平方インチ)で接種した時の方が生残率ははるかに高かった。

これらの結果は、低湿度下の病室内で汚染されたリネン類から黄色ブドウ球菌が付着した繊維ダストが遊離した場合、他のリネン類を汚染する危険性が高いことを示唆している。

このようにリネン類の細菌汚染に影響を与える要因として、洗濯法^{9, 10, 12)}、汚染ルート、温度、湿度、布の材質¹³⁾などは調べられているが、わが国の病院で広く使用されている洗濯糊(コーン・スターチ)の影響を調査した報告は見当たらない。

そこで我々は、病院におけるシーツ、看護衣の細菌汚染の実態を調査するとともに、ブドウ球菌の増殖性、安定性に対するコーン・スターチの影響について、*in vitro*の接種実験を行った^{14, 15, 16, 26)}。

シーツ、看護衣の細菌汚染度の測定は、普通寒天平板培地を用いるスタンプ法によった。

(a) 細菌によるシーツ汚染の経日的変化を調べたところ、ベッド上生活患者のシーツの汚染度は、通常の生活を営んでいる看護学生のシーツ

の汚染度よりも有意に高く、シーツ交換後の1, 4, 7日目と順次増大していた。また、シーツの部位別では、臀部の汚染度が最も高く、ついで頭部、足部の順であった。

(b) 尿失禁のために途中でシーツ交換した場合、交換1日目から通常の交換時よりも汚染度が高く、その後も急激にコロニー数が増加する傾向が認められた。

(c) 看護衣の場合、1日後のコロニー数は糊づけ布の方が有意に高い値を示した。

(d) シーツ、看護衣から分離される菌の70~90%は表皮ブドウ球菌であった。黄色ブドウ球菌(4~7%)、グラム陰性桿菌(1~3%)も認められた。

(e) そこで、糊づけがブドウ球菌に与える影響を*in vitro*の接種実験によって検討した結果、コーン・スターチが綿布上での表皮ブドウ球菌、黄色ブドウ球菌およびメチシリン耐性黄色ブドウ球菌(MRSA)の増殖性、安定化に役立つことが示された。なお、ブドウ球菌は、通常はスターチを分解しないとされているが、Difco社のsoluble starchを用いて糖分解能とコロニー形成能を調べた結果、いずれもある程度スターチを利用することが示された。

以上の結果から、病院内ベッド上生活者のシーツの場合、1日目から汚染度が高いのはその時まででにすでに身体、寝衣などに付着している菌が、そのまま新しいシーツに持ち越されるためと考えられる。さらにシーツに付着した菌は、コーン・スターチ、患者の体温と汗による湿気などが合わさって、日ごとに増殖し汚染度を高くしていると考えられる。また、尿失禁のためにシーツ交換した場合、失禁の際に横シーツだけを換え、ゴム横シーツを換えないことが多く、その場合、糊のついた新しい横シーツにゴム横シーツに残っている尿の成分と湿気が加わり、細菌増殖の好条件をつくり出していると考えられる。

これらの結果から、シーツや看護衣の細菌汚染をできる限り少なくするために、糊剤としてのコーン・スターチの使用を中止する必要があると考えられる。

文 献

- 1) Lynch, P., M.M. Jackson, M.J. Cummings, and W.E. Stamm: Rethinking the role of isolation practices in the prevention of nosocomial infections. *Ann. Intern. Med.*, **107**, 243-246, 1987.
- 2) Mcpherson, D.C., and M.M. Jackson: Isolation precautions for a changing environment...a new approach. *J. healthcare materiel management*, **5**, 28-32, 1987.
- 3) Cody, H.J., P.F. Smith, M.J. Blaser, F.M. LaForce, and Wen-Lan L.: Comparison of methods for recovery of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* from seeded laundry fabrics. *Appl. Environ. Microbiol.*, **47**, 965-970, 1984.
- 4) Rubbo, S.D., and S. Dixon: A contact-plate technique for determining bacterial contamination of fabrics. *Lancet* **2**, 394-397, 1960.
- 5) Mortimer, E.A.Jr., P.J. Lipsitz, E. Wolinsky, A.J. Gonzaga, and C.H. Rammelkamp, Jr.: Transmisson of staphylococci between newborns: Importance of hands of personel. *Amer. J. Dis. Child.*, **104**, 289-295, 1962.
- 6) Gonzaga, A.J., E.A. Mortimer, Jr., E. Wolinsky, and C.H. Rammelkamp: Transmissin of staphylococci by fomites. *JAMA* **189**, 711-715, 1964.
- 7) Hambraeus, A.: Transfer of *staphylococcus aureus* via nurses' uniforms. *J. Hyg. Camb.* **71**, 799-814, 1973.
- 8) Weinstein, S.A., N.M. Gantz, C. Pelletier, and D. Hibert: Bacterial surface contamination of patients' linen: Isolation precautions versus standard care. *Am. J. Infect. Cont.* **17**, 264-267, 1989.
- 9) Nicholes, P.S.: Bacteria in laundered fabrics. *Am. J. Public Health.* **60**, 2175-2180, 1970.
- 10) Christian, R.R., J.T. Manchester, and M.T. Mellor: Bacteriological quality of fabrics washed at lower-than-standerd temperatures in a hospital laundry facility. *Appl. Environ. Microbiol.* **45**, 591-597, 1983.
- 11) Robinton, E.D., and E.W. Mood: A study of bacterial contaminants of cloth and paper towels. *Am. J. Public Health.* **58**, 1452-1459, 1968.
- 12) Wiksell, J.C., M.S. Pickett, and P.A. Hartman: Survival of microorganisms in laundered polyester-cotton sheeting. *Appl. Microbiol.* **25**, 431-435, 1973.
- 13) Wilkoff, L.J., L. Westbrook, and G.J. Dixon: Factors affecting the persistence of *Staphylococcus aureus* on fabrics. *Appl. Microbiol.* **17**, 268-274, 1969.
- 14) 遠藤真由美, 高峰道子: ベッド上生活患者のシーツの汚染度—細菌学的検討—, 看護学雑誌, **53** (10), 981-987, 1989.
- 15) 石川美恵, 高峰道子: 看護衣の交換と汚染度の実態, 看護学雑誌, **53** (10), 988-993, 1989.
- 16) 高峰道子, 古瀬浩介: シーツ及び看護衣に使用する洗濯糊の細菌汚染への影響—in vitro の実験結果から—, 第10回日本看護科学学会発表 1990. 12 (日本看護科学会誌, **10** (3), 136-137, 1990).
- 17) 高橋景子: シーツの汚染度—細菌学的検討, 看護研究集録, 神奈川県立看護教育大学校, 看護教育学科, 19-26, 1980.
- 18) 川名林治, 馬越キヨ, 内藤サダ: 院内感染の今日的様相とその防止対策の実際, ナースステーション, **17** (1), 12-23, 1977.
- 19) 八下ユリ子: 院内感染防止のための管理体制—その実情と問題点, ナースステーション, **17** (1), 29-33, 1977.
- 20) 神木照雄: 感染症に対するNursing Careの在り方についてのひとつの考察, 看護技術, **17** (7), 22-32, 1971.
- 21) 越川良江, 殖栗千代子, 小林章男: 病院環境の汚染状況について, 臨床看護, **5**, 124-128, 1979.
- 22) 萩沢さつえ: ベッドブラシ清掃についての細菌学的検討, 看護展望, **4** (2), 32-39, 1979.
- 23) 林 滋子: 感染防止のための環境整備とナー

- スの役割, 看護技術, 17 (1), 16-21, 1971.
- 24) 宮田文代子: 院内感染と看護業務, ナースステーション, 1 (1), 34-43, 1977.
- 25) Holt, J.G., ed.: Bergey's manual of systematic bacteriology, 2, 1015-1035, 1986, Williams & Wilkins, Baltimore, U.S.A.
- 26) Takamine, M., K. Furuse, R. Tatewaki, J. Endo, and T. Ezaki: Effects of laundry starch on the viability of staphylococci on cotton sheets. First International Nursing Research Conference, 1992, 10 (PROCEEDINGS 176, 1992. 10).