

プリコーションガウンの裏側に透過した MRSA に対する アルコール噴霧および紫外線照射による殺菌効果

Bactericidal Effect of Alcohol Fogging and Irradiated Ultraviolet Rays
on the MRSA Penetrated Precaution Gown

森本美智子¹⁾, 田辺 文憲²⁾

MORIMOTO Michiko, TANABE Fuminori

要 旨

プリコーションガウンの裏側に透過したMRSAに対するアルコール噴霧および紫外線照射による殺菌効果について検討した。撥水性のないコットン35%・ポリエステル65%のガウン片上に液体培地中のMRSAを滴下すると、直後からガウン裏側へMRSAの透過がみられた。菌液滴下30秒後に高さ15cmからガウンの表側に向けて消毒用エタノール(79.6~81.4%)を1回噴霧すると、ガウン裏側に透過したMRSAの殺菌率は3分後に75.2%、10分後に95%、30分後に98.6%であった。また、10cmの距離からガウンの表側に15Wの紫外線を照射すると、ガウン裏側の殺菌率は照射1分後にガウン裏側86.5%、30分後に99.96%であった。今回の実験条件ではアルコール噴霧や紫外線照射により30分後にはガウン裏側に透過したMRSAをほぼ殺菌することを示したが、臨床の場面においては条件が異なるためユニホームを汚染する危険があると思われる。

キーワード プリコーションガウン, MRSA, アルコール, 紫外線
Key Words Precaution Gown, MRSA, Alcohol, Ultraviolet Rays

緒言

メチシリン耐性黄色ブドウ球菌(Methicillin - Resistant Staphylococcus aureus, MRSA)は1961年に英国で分離されて以来、現在では院内感染菌として問題となっている¹⁾。CDC(Centers for Disease Control and Prevention)はMRSA感染患者の湿性生体物質を扱うときにはガウンの着用を推奨している²⁾。筆者らは、ガウン素材の違いによるMRSAのガウン裏側への透過性について検討し、撥水性のないコットン35%・ポリエステル65%のガウンは、付着直後からガウン裏側へ菌が透過することをす

で報告した³⁾。一方、撥水性のあるガウン裏側へは早期の時間には透過しなかったことも報告した³⁾。看護ケアを行う際、看護者は菌が裏側に透過したガウンを着用することにより、ユニホームが汚染され院内感染を広げる危険がある。施設によっては撥水性のないガウンを使用しているため、ガウン裏側へ透過した菌の簡便な消毒方法について考えた。MRSAに対してのアルコールと紫外線照射の殺菌効果については、すでに報告されているが⁴⁻⁶⁾、今回ガウン裏側に透過したMRSAに対して表側からのアルコール噴霧や紫外線照射による消毒が実際にどの程度効果を示すのかを実験により検討した。

材料と方法

1. 実験期間
平成15年8月1日から8月31日まで
2. 実験場所
山梨大学医学部看護学科健康科学実験室

受理日：2005年1月27日

- 1) 山梨大学大学院医学工学総合教育部 博士課程(人間環境医学専攻): Graduate School Doctoral Course, Division of Medicine and Engineering Sciences, Human Environmental and Medical Engineering, University of Yamanashi
- 2) 山梨大学大学院医学工学総合研究部人間科学・基礎看護学講座: Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering(Department of Human Science and Fundamentals of Nursing) University of Yamanashi

3. 実験室の環境条件

室温はエアコンにより 23 ~ 26 に保ち実験を行った。湿度は 40 ~ 60%であった。

4. 実験に使用したガウン

35%コットン・65%ポリエステル製(ナガイレーベン株式会社より提供)で制菌加工の施されていないガウンを未使用状態で用いた。

5. 実験に使用した細菌

MRSAは、山梨大学医学部微生物講座から供与された臨床分離株を用いた。MRSAを普通液体培地(栄研化学)で 37 , 24時間培養し、菌数を調整して実験に用いた。

6. アルコール噴霧による殺菌効果を調べる実験

未使用のコットン35%・ポリエステル65%のガウンの布片にMRSAを滴下し、30秒後にアルコールを1回噴霧してガウンの表側・裏側の菌がどの程度減少するかどうかを測定した。MRSAが浸透しないようトレイ上にナイ

ロン袋で被い、その上にキムタオル、サランラップ、紙タオルの順に並べた。次に、ガウン布片(2 cm x 2 cm)上に 10⁴/mlのMRSA菌液 50μlを約0.5 cmから1 cm以内の高さからマイクロピペットを用い静かにガウン布片へ滴下した。種々の菌量でプレテストを行い、今回の実験方法で測定可能なコロニー数を検討し、滴下する菌液は 10⁴/mlに設定した。実験は、適切な高さからエタノール噴霧をするためにガウンの傍に定規をたて、ガウン布片の中心に向け、アルコール(消毒用エタノール 79.6 ~ 81.4%vol, 日興製薬)を1回(約1 ml), 15cmの高さから噴霧した。アルコールは乾燥しなければ十分な消毒効果を発揮しないので、噴霧後どれくらいの時間でエタノールが乾燥するかを調べたところ、1分30秒で乾燥することがわかった。したがって、噴霧後の測定時間は、0分、1分30秒、3分、4分、5分、10分、15分、30分後とし、各時間毎にピンセットで普通寒天培地(日水製薬)にガウン布片の表側、裏側を付着させ、37 に設定した孵卵器内で48時間培養し、コロニー数をカウントした。結果は colony forming unit(CFU)で示した。

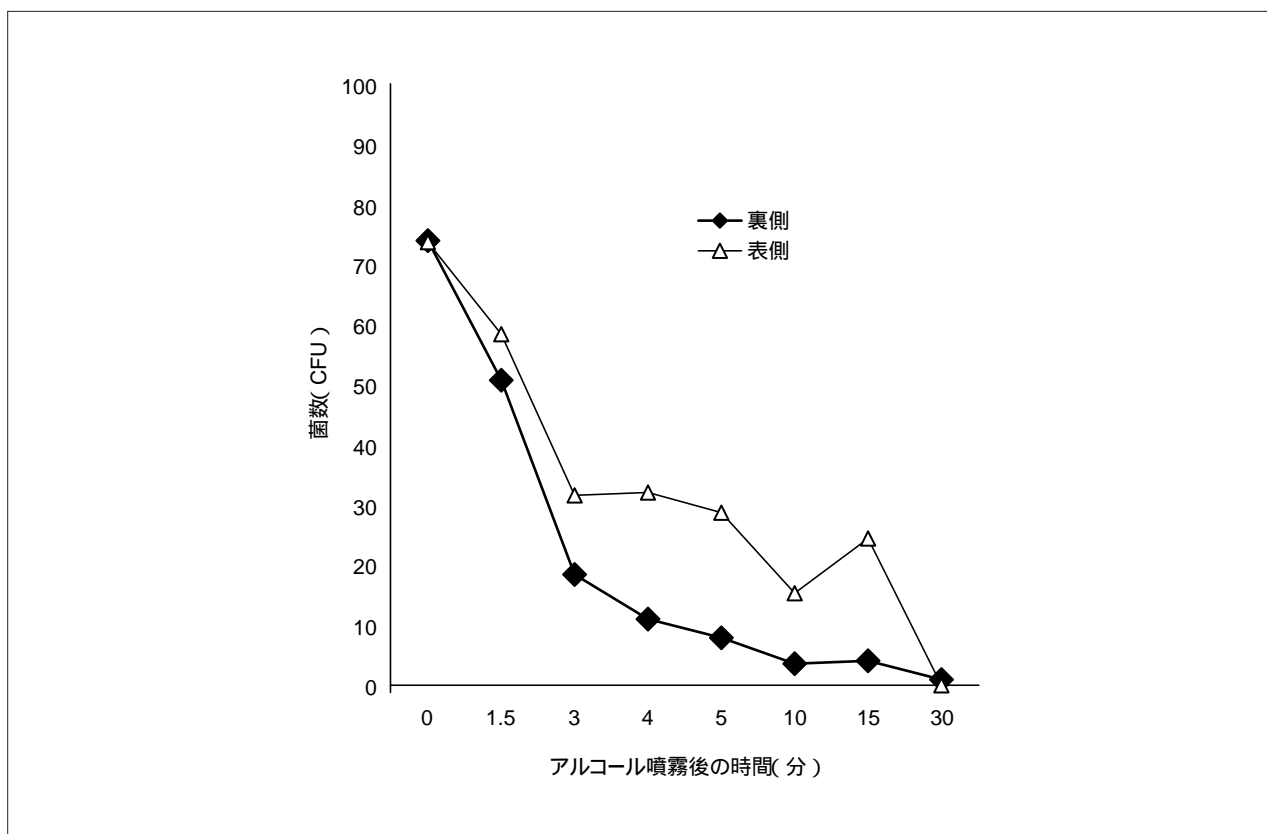


図1 ガウン裏側へ透過したMRSAに対するアルコール噴霧の殺菌効果

液体培地中のMRSA(10⁴/ml)を撥水性のないコットン35%・ポリエステル65%のガウンに50μl滴下した。滴下30秒後に消毒用エタノールを1回噴霧し、0分、1分30秒、3分、4分、5分、10分、15分、30分後にガウン布片の表側、裏側を普通寒天培地に付着させた。37の孵卵器内で48時間培養し、コロニー数をカウントした。ガウン裏側、表側ともコロニー数の平均値を示した。

7. 紫外線照射による殺菌効果を調べる実験

ガウンの布片にMRSAを付着させた後に、ガウン表側から紫外線を照射してガウンの表側・裏側の菌がどの程度減少するかを測定した。紫外線は紫外線殺菌装置 (NAVIS Sterilizer) を用い 15 W の紫外線灯 (253.7 nm) を使用した。清潔なサランラップ上に未使用のコットン 35%・ポリエステル 65% ガウンの布片 (2 cm × 2 cm) を置き、その上に MRSA 菌液 (10⁴/ml) を 50 μℓ 滴下した。菌量については、アルコール噴霧の実験と同様にした。菌液を布片に滴下し裏側に浸透した 30 秒後に 15 W の紫外線を照射した。紫外線照射位置は紫外線が正確にガウンに照射できる紫外線灯から 10 cm の位置とした。紫外線灯は 1 本を上から照射し、下は反射のみとした。照射後 0 分、1 分、3 分、5 分、15 分、20 分、30 分にガウンを取り出し、普通寒天培地上にガウン表側・裏側をピンセットで清潔に付着して培養した。37℃ に設定した孵卵器内で 48 時間培養し、コロニー数をカウントした。結果は CFU で示した。

8. 倫理

本研究は、山梨大学医学部の倫理委員会の承認を得た後に行った。

結果

1. ガウン裏側に透過した MRSA に対するアルコール噴霧の殺菌効果

コットン 35%・ポリエステル 65% のガウン片に MRSA を滴下し 30 秒後にアルコールを 15 cm の高さから 1 回噴霧したときのガウン裏側・表側の菌数を測定した。図 1 に示すように、MRSA 滴下直後のガウン裏側に検出された菌数は、74.0 CFU、表側は 73.6 CFU であったが、エタノール噴霧後 1 分 30 秒後では、裏側には 50.7 CFU (殺菌率 31.5%)、表側には 58.3 CFU (殺菌率 20.8%) であった。しかし、3 分後から特に裏側の菌が減少しはじめ裏側 18.3 CFU (殺菌率 75.2%)、表側は 58.3 CFU (殺菌率 57.0%) であった。5 分後には、裏側 8.0 CFU (殺菌率 89.2%)、表側は 28.7 CFU (殺菌率 60%)、10 分後には裏側は 3.7 CFU (殺菌率 95.0%)、表側は 15.3 CFU (殺菌率 74.7%)、15 分後では裏側 4.0 CFU (殺菌率 94.6%)、表側 24.3 CFU (殺菌率 67.0%)、30 分後には裏側 0.7 CFU (殺菌率 98.6%)、表側 0.0 CFU (殺菌率 100%) であった。すべての測定値において、裏側の標準偏差 (以下 SD と略) は 11.4 以下で、表側の SD は 19.8 以下であった。

2. ガウン裏側に透過した MRSA に対する紫外線照射による殺菌効果

コットン 35%・ポリエステル 65% のガウン片に MRSA

を滴下し 30 秒後に 15 W の紫外線灯を 10 cm の高さからガウン表側に紫外線を照射したときのガウン裏側・表側の菌数を測定した。図 2 に示すように、MRSA 滴下直後のガウン裏側に検出された菌数は、74.0 CFU、表側は 73.6 CFU であった。紫外線を 1 分照射すると、ガウン裏側 10.0 CFU (殺菌率 86.5%)、表側 12.0 CFU (殺菌率 83.7%) となり、裏側・表側ともに菌数は大きく減少した。そして、3 分後には裏側 8.0 CFU (殺菌率 89%)、表側 8.7 CFU (殺菌率 88.2%)、5 分後に裏側 5.0 CFU (殺菌率 93.7%)、表側 10.7 CFU (殺菌率 85.5%)、10 分後には裏側 3.0 CFU (殺菌率 95.9%)、表側 4.3 CFU (殺菌率 94.2%)、15 分後に裏側 2.7 CFU (殺菌率 96.3%)、表側 3.7 CFU (殺菌率 95%)、30 分後には裏側 0.3 CFU (殺菌率 99.96%)、表側 1.7 CFU (殺菌率 99.7%) であった。すべての測定値において、裏側の SD は 5.2 以下で、表側の SD は 7.8 以下であった。

考察

アルコールはスプレーなどで消毒によく用いられるが、抗菌スペクトルの範囲が広く、殺菌効果が速効性であり、かつ蒸発して残留性がないという利点がある⁷⁾。アルコールは、蛋白変性、脂質溶解、酵素活性阻害により細菌や一部のウイルスなどの殺菌消毒に効果を示す¹⁾。微生物が殺菌されるには水分の存在が必要である⁸⁾。したがって、70% エタノールは殺菌効果が最も高いことがわかっている⁹⁾。また、ブドウ球菌に対しては 5℃ ではアルコールの作用は弱く、20℃ では 30 秒で殺菌力を示すといわれている¹⁰⁾。一方、紫外線は殺菌力の強い波長を人工的に作製して照射し細菌を殺滅する方法である¹⁾。

足立らは、消毒用エタノールを高さ 20 cm の位置から 3 回噴霧したところ、96% の除菌効果を示した⁵⁾。一方、高井らは、アルコール 1 回噴霧 15 分と 2 回噴霧 20 分では効果に差異がないことを報告している¹¹⁾。足立らの実験と今回行った実験で異なる点はアルコール噴霧の距離の違いである⁵⁾。筆者らも 20 cm の距離からアルコール噴霧を試みたところ、ガウン片には距離が遠すぎ消毒用エタノール液がガウン片に十分噴霧できなかった。噴霧時の高さは 15 cm の方が噴霧しやすく、確実に中心点に向けて噴霧できたことから、今回の実験では噴霧の距離を 15 cm とした。また、足立らの報告では、アルコールの噴霧後の時間が示されていないことも異なる。アルコールは揮発・乾燥することも効果を示すのに必要であるが、プレテストで 2 回噴霧した場合には乾燥するまでにかかなりの時間を要し、1 回噴霧と 2 回噴霧の効果を比較することはできなかった。また、消毒用エタノールは手指消毒には効果があるが^{12) 13)}、ガウンへのアルコールの噴霧は不要な対策であるとする報告もある¹⁴⁾。したがって、コットンのガウンには不適切であり、またプラスチックガウ

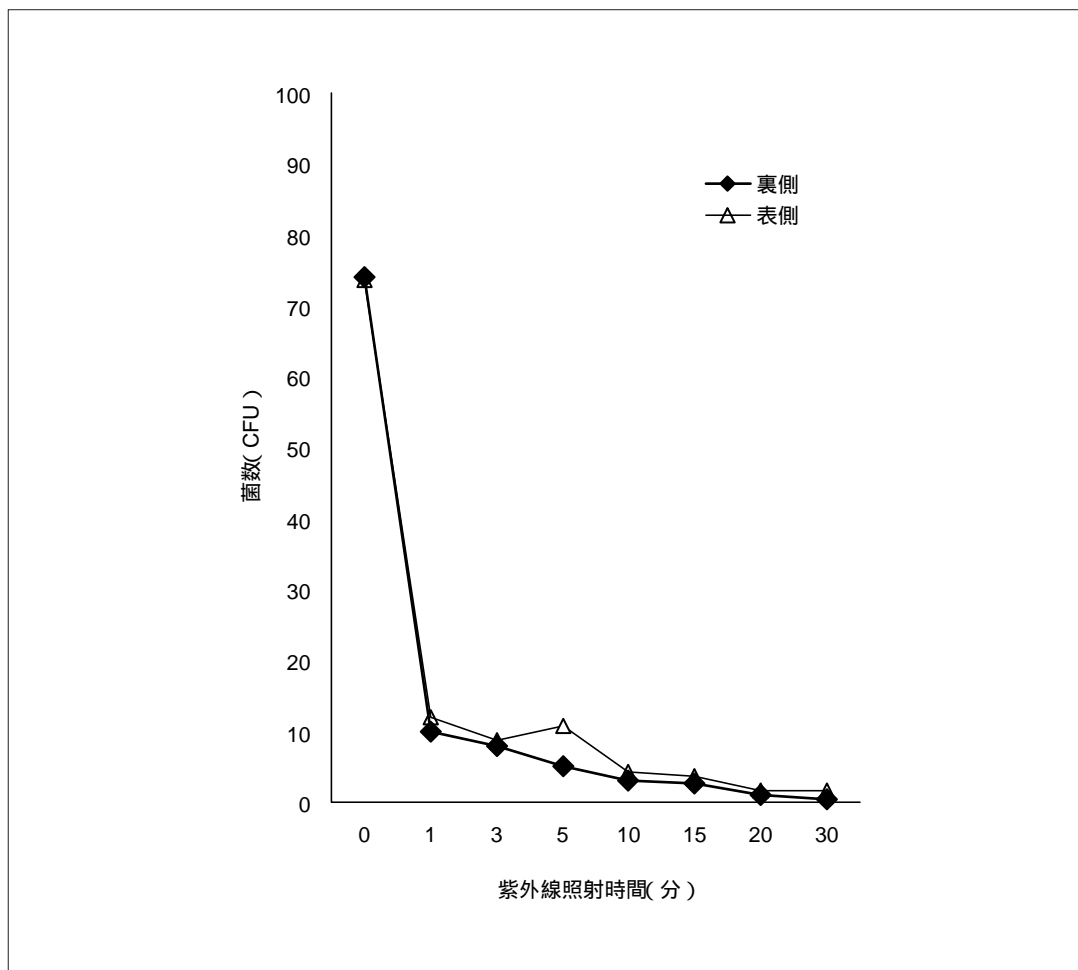


図2 ガウン裏側へ透過したMRSAに対する紫外線照射の殺菌効果

液体培地中のMRSA(10⁷/ml)を撥水性のないコットン35%・ポリエステル65%のガウンに50μl滴下した。滴下30秒後にガウン布片の上方から15Wの紫外線を10cm距離から照射し,下方は反射のみとした。照射時間は,0分,1分,3分,5分,15分,20分,30分後にガウン裏側・表側を普通寒天培地に付着させた。37℃の孵卵器内で48時間培養し,コロニー数をカウントした。ガウン裏側,表側ともコロニー数の平均値を示した。

ンでは着用してアルコール噴霧すると防水のため表面張力で水分が玉状となり消毒効果を示す前にガウン下の床へ落下する可能性もあると考える。今回の実験結果では,裏側に透過した菌はアルコール噴霧後5分後に89.2%,15分後に94.6%,30分後には98.6%まで殺菌されていた。しかし,噴霧後の早い時間では殺菌率が少ないこともわかった。この結果から,ガウン裏側へ透過したMRSAに対して十分なアルコールの殺菌効果を得るためには,直接汚染された部位へ適切なアルコール量を噴霧することや十分なアルコールの作用時間が必要であると思われる。噴霧では汚染部位の特定も困難であるし,菌量も部位によって違ってくる。噴霧後15分まではガウンの裏側が表側に比べて殺菌率が高かったのは,裏側にアルコールがすぐに浸透し,アルコールとの作用時間が長かったために殺菌されたのではないかと考えられるが,詳細な理由

は不明である。また,裏側で100%の殺菌が得られなかったのは,MRSAがガウンの繊維に残存しているため,その部分にアルコールが十分作用しなかったのではないかと考える。

紫外線の消毒効果については,15Wの紫外線灯を10cmの高さから直接照射したところ,裏側のMRSAは1分後には86.5%まで殺菌された。また,殺菌率が20分後には98.6%で,30分後には99.96%であったことから,紫外線はエタノール噴霧と比較しても早い時間から殺菌効果があると考えられる。川名らは,紫外線殺菌装置の紫外線ランプGL-30を4本使用して,64cmの高さから照射実験をしたところ,2×10⁸個の黄色ブドウ球菌は1分で10²個まで激減し,5分では0個まで減少している。また,2×10⁸個の菌では殺菌に20~30分を要することを示し,最初の菌数によって効果に差があることを報告して

いる⁴⁾。また、工藤らは殺菌ロッカーを用いて15 W(波長253.7 nm)の紫外線を最大65 cmの距離から照射すると、MRSAでは5分、その他の菌では30分で死滅していることを示し、ケア後30分の紫外線照射はMRSA感染患者の予防衣の消毒としては有効であると報告している⁶⁾。実験条件は異なっていたが、紫外線照射後1分で菌が大きく減少し、30分でほぼ殺菌効果を示したことは今回の筆者らの実験結果とほぼ一致しているといえる。

ガウンの紫外線照射については、ガウンの消毒価値の低さを指摘する意見もある¹⁵⁾。その理由として、直接紫外線を照射できないガウンの裏側や重なりあった部分には効果がないことがあげられる。また、紫外線の線源と被照射物の距離は短いほど有効であり、距離の2乗に反比例する¹⁶⁾。殺菌灯についても管理、清掃と一定の線量を維持するための紫外線量の測定も必要である。MRSAに対する易感染患者は免疫不全状態や大きな手術後、IVHや気管挿管の人工呼吸管理患者、熱傷外傷などの患者が多く¹⁷⁾、そのような状態の患者に対してはケアの回数も多く、ガウンを利用するための紫外線ロッカーを使用すれば何回も開閉が必要とされる。高橋らによると体位交換やシート交換などの接触度の高いケア後にはMRSAが袖口から検出されていたことを報告している¹⁸⁾。今回の実験結果より殺菌効果を示す時間は30分で、殺菌のためには正確な照射が必要である。急ぐ場合には殺菌灯ロッカーの個数に限りがあるため、袖など重なりあったりして、十分紫外線が照射できていないとすることを想定すると完全に有効であるとはいえない。したがって、殺菌灯ロッカーは感染予防策としては適切でないと思われる。今回の実験は、殺菌灯ロッカーではなく紫外線殺菌装置を使用した。ガウンの重なり合う部分や素材による殺菌効果の違いについての検証はしていない。今後、検討が必要であると思われる。

ガウンがMRSAなどで汚染した場合、実際にどの部分が菌で汚染されているかわからない。アルコールをガウン全体に噴霧すれば、ガウンが濡れ、乾燥に時間を要する。また、紫外線では照射方法、部位、菌数により殺菌効果が異なるため、完全な殺菌は期待できない。臨床現場では患者により菌数なども一定でなく予想以上にガウン裏側への殺菌効果が減少することも考えられる。したがって、アルコールや紫外線照射で完全な殺菌ができないので、ディスボザブルのガウンの使用が良いと考える。Rutalaは、ガウンを再利用するか1回使用するかを細菌的な面やコストの面から検討し、1回使用の方が危険も少なく、コストも少ないことを述べている¹⁹⁾。また、筆者らがすでに報告したように、撥水性があるガウンではMRSAのガウン裏側への透過がみられなかったことから³⁾、MRSA感染患者の湿性生体物質を扱う際には、CDCが推奨する防水性のディスボザブルガウンを使用することが

望ましいといえる。

結論

1. ガウン裏側へ透過したMRSAに対し、15 cmの高さから消毒用エタノールを1回噴霧すると、3分後には75.2%、10分後に95.0%、30分後には98.6%の殺菌効果が得られた。
2. ガウン裏側へ透過したMRSAに対し、紫外線殺菌装置を用い紫外線(15 W)を10 cmの距離で照射したところ、1分後に86.5%、30分後に99.96%の殺菌効果が得られた。
3. 臨床現場においては、ガウン裏側のMRSAに対し完全な殺菌は期待できないので、防水性のディスボザブルガウンの使用が望ましい。

謝辞

本研究に当たり、ガウンの資料の提供にご協力いただいたナガイレーベン株式会社に深く感謝いたします。

なお、本研究の一部は山梨大学看護学会第5回学術集会において発表した。

文献

- 1) 東匡伸, 小熊恵二 編集(2002) シンプル微生物学 第3版. 南江堂, 東京, p.60 - 65, p.140 - 142.
- 2) 矢野郁夫, 浦野美恵子(1998) 院内感染対策ガイド, 米国疾病管理センターによる科学的対策, 第1版. 日本医学館, 東京, p.4 - 5.
- 3) 森本美智子, 田辺文恵(2004) ガウンの素材の違いによるMRSAの透過性の検討. 山梨大学看護学会誌, 3(1): 19 - 24.
- 4) 川名林治, 前川裕子(1983) 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. 日本医療器械学会, 53(6): 302 - 307.
- 5) 足立タツ子, 山本千恵子, 尾家重治, 他(1994) MRSA付着のガウン・シューズの除菌法. 環境感染, 9(2): 12 - 13.
- 6) 工藤綾子, 鈴木淳子, 服部恵子, 他(1998) MRSA感染患者のケアに着用した予防衣の細菌汚染度と紫外線による殺菌効果. 看護研究, 31(3): 73 - 81.
- 7) 洪愛子, 阿部俊子 編集(2004) 看護ケアにいかす感染予防のエビデンス. 医学書院, 東京, p.9 - 16, p.62 - 66.
- 8) 綿貫詰, 實川佐太郎, 榊原欣作 編集(1984) 医科器械学叢書1, 滅菌法・消毒法 第1集. 第2版 文光堂, 東京, p.148 - 160.
- 9) Price PB(1950) Reevaluation of ethyl alcohol as a germicide. Archives of Surgery, 60(3): 492 - 502.
- 10) 藤本進(1978) 滅菌・消毒法の実施上の注意点. 月刊薬事, 20(7): 1195 - 1203.
- 11) 高井富美子, 伊藤ヒロ子, 坂本里子, 他, 日本看護協会出版会

森本美智子, 他

- 編(1992)MRSA汚染物品に対する消毒用エタノール噴霧の効果 .
日本看護学会 23 回集録看護総合, 東京, 98 - 100 .
- 12) 丸石製薬株式会社(2002)殺菌(滅菌・消毒の概要)改訂版 感染症起炎菌における消毒剤の選択と使用法及び取り扱い上の注意一覧表 . 丸石製薬株式会社, p.1 - 7 .
- 13) 丸石製薬株式会社(2002)殺菌消毒剤の使用手引き . 丸石製薬株式会社, p.1 - 31 .
- 14) 浦野美恵子(2002)エビデンスに基づく感染予防対策, 病院感染防止の最新知識と, 看護処置別管理の具体策 . 医学芸術社, 東京, p.138 .
- 15) 大友陽子(2000)白衣の消毒剤の散布, 殺菌灯によるガウン消毒は有効か? . エキスパートナース, 16(8): 42 .
- 16) 本間武治著, 山西弘一, 平松啓一 編集(2002)標準微生物学 第8版第1刷 . 医学書院, 東京, p.50 - 53 .
- 17) 及川慶浩, 石川豊子(2003)ドクター & ナースのための院内感染ガイドブック . 真興交易(株)出版部, 東京, p.77 - 103 .
- 18) 高橋泰子, 田谷千春, 橋本洋子, 他(1994)MRSA感染患者に行った各種ケア後の予防衣及び手袋の細菌汚染度の比較 . 看護研究, 27(4): 30 - 36 .
- 19) Rutala WA, Weber DJ(2001)A review of single - use and reusable gowns and drapes in health care . Infection Control Epidemiology, 22(4): 248 - 257 .