

[総 説]

医療器材の洗浄・滅菌と環境整備の要点

大久保憲

東京医療保健大学/大学院感染制御学

(平成 26 年 1 月 21 日受付)

医療関連感染 (healthcare associated infections : HAIs) の 20~40% は医療従事者の手指を介した接触感染であるといわれ、最も重要な感染経路である¹⁾。一方では、近年特に多剤耐性グラム陰性桿菌 (multi-drug resistant gram negative rods) や *Clostridium difficile*, Norovirus などが、病室環境を介して感染することが明らかとなってきた。病室の清掃のみではなく消毒せざるを得ない状況となり、環境整備をいかに実施するか議論が高まっている。今回、医療器材の洗浄・滅菌と環境整備の要点についてまとめた。

Key words: 洗浄・消毒・滅菌, *Clostridium difficile*, 環境消毒, 蒸気化過酸化水素発生装置

I. はじめに

医療現場において、各種器材の消毒や滅菌は、医療の安全の面から見て重要な処理である。さらに確実な消毒・滅菌を実施するためには、事前の洗浄 (cleaning) が極めて大切なものとなる。再使用できる鏡視下手術器材やロボット手術用器材が増加してきているが、機能性や操作性を追求するあまり分解して洗浄ができないものも数多く存在し、器材の再生処理を困難なものとしている。基本的な洗浄と消毒に加えて、近年その需要が増えてきた新しい低温滅菌法としての過酸化水素ガス低温滅菌法、低温蒸気ホルムアルデヒド滅菌法などについても触れてみたい。

環境表面に目に見える血液・体液などの汚れが付着した場合には、ウイルスを不活性化できる病院用消毒薬を用いて汚染部分を消毒すべきである。しかし、消毒薬に抵抗性のある *C. difficile* 芽胞および Norovirus による環境汚染に対しては、使用できる消毒法は限られている。

II. 器材の洗浄における留意点

医療器材の消毒・滅菌を確実にを行うためには、予め洗浄を十分に行う必要がある。洗浄により器材のバイオフィームを 4 log 程度減少させることができるた

め、その後の消毒・滅菌の精度を高めることができる。医療機関における器材洗浄の留意点をまとめてみる。

1) 医療現場での使用済み鋼製小物の一次洗浄/消毒を廃止して、中央材料部などにおいて一括洗浄処理することが推奨される²⁾。

①診療現場での洗浄は、シンク周辺の環境を汚染する

②診療現場では、洗浄作業に不慣れなため血液媒介感染の危険が高い

③患者に使用した器材を洗浄せずに高水準消毒薬に浸漬すると、有機物が固化する

④器材の良好な品質管理ができない

2) 有機物の器材への固化防止

器材の汚染後の時間経過とともに有機物が器材に固化 (固着) することを防ぐ必要がある。そのため以下に示す方法がある³⁾。

①使用後ただちに水に浸漬する：長時間の浸漬は錆を生ずるので避ける

②凝固防止剤 (予備洗浄用スプレー剤) を塗布する：器材に万遍なく塗布することが大切である

③蛋白分解酵素配合の洗浄剤に浸漬する：有効な方法であるが温度管理 (40~50℃) が重要である

3) 乾燥した汚染物の除去

酵素洗浄剤に浸漬する方法、用手洗浄、超音波洗浄、ウォッシュャディスイنفেকタによる洗浄などを行う。特に鉗子のボックスロック部分などは汚れが落ち

著者連絡先：(〒141-8648) 東京都品川区東五反田 4-1-17
東京医療保健大学/大学院感染制御学
大久保憲

表1. *C. difficile* 汚染の器材と患者周辺環境の対策

器材・環境	具体的な対応
床頭台、オーバーテーブルの表面	1,000 ppm 次亜塩素酸ナトリウムによる清拭
トイレの便座、フラッシュバルブ、ドアノブ	1,000 ppm 次亜塩素酸ナトリウムによる清拭
病院リネン	80℃、10 分間の熱水洗濯と十分な濯ぎ、もしくは 500 ~ 1,000 ppm 次亜塩素酸ナトリウムへ 30 分間浸漬
患者用食器類	80℃、10 秒間の熱水消毒
軟性内視鏡	高水準消毒薬（グルタラル 10 分間、過酢酸 5 分間、フタルール 10 分間）による自動洗浄消毒
病室環境清掃	日常清掃の徹底、1,000 ~ 5,000 ppm 次亜塩素酸ナトリウムによる清拭消毒
手指衛生	流水と石けんによる手洗い、手袋を脱いだ後の手指衛生、擦式アルコール消毒 30 秒間
医療器具（血圧計のカフ、ネブライザー、吸引器）	患者専用とし、200 ~ 1,000 ppm 次亜塩素酸ナトリウム浸漬・清拭消毒
排泄物処理	安全に拭き取った後に、5,000 ppm 次亜塩素酸ナトリウム消毒

にくいため、ブラッシングなどにより物理的方法にて除去する。

4) 洗浄剤の選択

①中性酵素洗浄剤：蛋白分解酵素の作用で有機物を分解し、洗浄効果を増大させるために温度を 40~50℃ に維持する

②弱アルカリ性酵素洗浄剤：pH 8~11 の洗浄剤で、酵素が配合されているものが多く、洗浄効果が高い

③アルカリ性洗浄剤：pH 11 以上であり、タンパク質や油分の洗浄効果が高い。ウォッシュャディスインフェクタなどの機械洗浄に用いられる場合は無泡性のものを選ぶ。器材の素材としてアルミニウム、真鍮、銅などは変色しやすい⁴⁾

5) 洗浄が不十分な場合

器材を洗浄せずにグルタラルなどの消毒薬に浸漬すると、タンパク質が凝固して器材表面に固着する。器材表面に固着したタンパク質は、消毒を不完全にする。固着したタンパク質をそのまま高圧蒸気滅菌すると、器械（鋼製小物）を損傷しやすい。

6) 洗浄剤の濯ぎ不足による障害

洗浄剤の不十分な濯ぎにより器材に洗浄剤が残留したまま滅菌して患者の眼の手術に使用した場合に、中毒性前眼部症候群（toxic anterior segment syndrome：TASS）⁵⁾の発生の危険がある。消化器内視鏡や膀胱鏡の濯ぎ不足においても化学的大腸炎（chemical colitis）やアナフィラキシショックが発生する場合がある。器材の洗浄とその後の確実な濯ぎは重要である。

7) 洗浄効果の判定

直接判定法と間接判定法がある⁶⁾。直接判定法には

アミドブラック 10B 法などの色素染色法にてタンパク質を可視化する方法、ATP 値測定法、オルトフタルアルデヒド法（OPA 法）などがあり、間接判定法には動物由来や植物由来のタンパク質を使用した疑似汚染物を塗布したインジケータを使用して、その疑似汚染物の除去具合から洗浄効果を判定する方法がある⁷⁾。

III. 各種消毒法の特性と留意点

1. 消毒薬に対する微生物の抵抗性の順序⁸⁾

消毒薬に抵抗性の強い微生物は芽胞形成菌であり、*Bacillus* 属と *Clostridium* 属の芽胞が挙げられる。続いて *Mycobacterium* 属が抵抗性である。更に糸状真菌類がこれに続くが、酵母様真菌は特に抵抗性ではない。芽胞形成菌においても増殖期のもの（栄養型細菌）はすべて消毒薬感受性である（表1）。

一方、ウイルスにおいては、エンベロープの有無によって消毒薬抵抗性に違いが認められる。エンベロープを有しない *Norovirus*、*Poliovirus* などは消毒薬抵抗性である。エンベロープを有する *Herpes simplex virus*、*Hepatitis B virus*（HBV）、*Human immunodeficiency virus*（HIV）、*Influenza virus* などは消毒薬感受性であり、消毒用エタノールなどのアルコール類により容易に不活性化できる。

2. 低水準消毒薬

①ベンザルコニウム塩化物

逆性石けん（陽イオン界面活性剤）であり、石けんとは逆の荷電を有している。基本的には環境用の消毒薬であり、ノンクリティカルな環境表面に用いる。金属製品、繊維製品に対する腐食性は少ない。

綿球の繊維、布（綿ガーゼ、ウール、レーヨンなど）

に吸着し、濃度が低下する。

②クロルヘキシジングルコン酸塩

皮膚に対する刺激が少ない生体消毒薬 (antiseptics) である。皮膚表面に吸着することが確認されており、持続殺菌効果がある。わが国では、結膜囊以外の粘膜への適用は禁忌であり、また結膜囊の消毒後も滅菌精製水での洗浄が必要である。留意事項として、天然繊維や有機物に吸着されやすい点があげられる。

③両性界面活性剤 (アルキルジアミノエチルグリシン塩酸塩)

陰イオンと陽イオンを含むため、陽イオンの殺菌作用と陰イオンの洗浄作用とを備えている。高濃度 (0.2~0.5%) の場合には結核菌に対し作用時間 15 分間で発育阻止が認められる。抗菌スペクトルが広く、また臭気もないため、環境消毒として繁用され、物品、器具類の消毒に用いられる。

3. 中水準消毒薬

①エタノール

生体および環境に使用される中水準消毒薬である。抗微生物スペクトルが広く、芽胞を除くほとんすべての微生物に有効である。

使用濃度としては 60~90 w/w% が適当であるが、消毒用エタノールの濃度である 76.9~81.4 vol% において最も効果が高い。

②ポビドンヨード

比較的副作用も少ない抗菌スペクトルの広い優れた生体消毒薬である。術野皮膚や創傷部位皮膚をはじめ、口腔、膣などの粘膜にも適用が可能で、多くのウイルスにも有効である¹⁵⁾。

③次亜塩素酸ナトリウム

広範囲抗微生物効果を示す消毒薬であり、細菌に対して速効的な殺菌力を発揮し、ヒト免疫不全ウイルス (HIV)、B 型肝炎ウイルス (HBV) などウイルスに対しても有効である。

残留 (有効) 塩素濃度 1,000 ppm (0.1%) 以上の高濃度であれば結核菌を殺滅できる。ただし有機物による不活性化がきわめて大きいので、血液付着物を消毒する場合には、あらかじめ拭き取った後に 5,000 ppm (0.5%) 程度の濃度で使用することが必要である。

4. 高水準消毒薬

①グルタラール

セミクリティカル器具である軟性内視鏡を中心とした医療器具専用の高水準消毒薬である。芽胞を含むすべての微生物に有効で化学滅菌剤とも呼ばれるが、大量の芽胞を殺滅するには 10 時間の接触が必要となる。金属、ゴム、プラスチックに対して腐食性がなく、

有機物による効力低下が小さい。

②フタラール

抗酸菌、ウイルスに対してグルタラールよりも短時間で有効であるが、芽胞に対してはグルタラールよりも長時間が必要である。高水準消毒薬であるが化学滅菌剤ではない。

器材の消毒後にフタラールを十分に濯いでいない場合に、人への使用時にショック症状を示す場合がある。したがって、消毒後は水道水などにより十分に濯ぐことが重要である。

③過酢酸

芽胞を含むすべての微生物に有効な消毒薬である。主に専用の自動洗浄消毒器を利用して内視鏡の消毒に使用される。有機物の存在下においても不活性化が少ない。金属腐食性に注意が必要である。

④過酸化水素

オキシドールは過酸化水素を含む 2.5~3.5% 溶液であるが、高濃度の過酸化水素はグルタラールにほぼ匹敵する殺菌効果と抗微生物スペクトルを持ち、6% 以上の安定化過酸化水素が眼圧計、ベンチレーター、軟性内視鏡など医療機器の消毒に使用される。近年米国などでは、蒸気化した方法で病室環境整備にも使用されはじめている。

⑤二酸化塩素

芽胞を含むすべての微生物に有効な塩素系消毒薬である。水道水やプール水の殺菌、消臭の目的などで使用される。

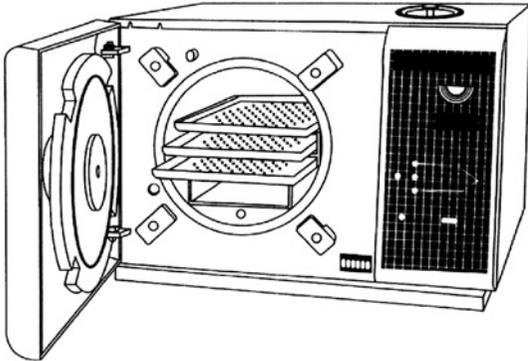
IV. 各種滅菌法の特性と留意点

すべての微生物が存在しない状態を無菌というが、その無菌性を達成するために、微生物を殺滅もしくは除去するプロセスを滅菌という⁹⁾。

滅菌の概念は確率的なものである。あらかじめ設定された無菌性保証水準 (sterility assurance level: SAL) に達した状態を維持してはじめて滅菌が完了する。SAL は最適許容値として国際的に受け入れられている水準で、滅菌後の器材に 1 個の微生物が存在する確率として定義されている。SAL は通常 10^{-6} と示され、現在では 100 万分の一の確率で 1 個の微生物が存在している状態を無菌性保証水準としている。したがって $SAL = 10^{-6}$ となる¹⁰⁾。

1) 滅菌法

- 加熱法：高圧蒸気滅菌、乾熱滅菌
- 照射法：放射線滅菌 (ガンマ線滅菌、電子線滅菌、制御放射線 (X 線) 滅菌)、高周波滅菌
- ガス法：酸化エチレンガス滅菌、過酸化水素低温



(英国 Eastwood Park Training & Conference Centre テキストを原図として作成)

図1. フラッシュ滅菌器 (ハイスピード滅菌器)¹²⁾ の一例

ガスプラズマ滅菌, 過酸化水素ガス低温滅菌, 低温(蒸気)ホルムアルデヒド滅菌

2) 濾過法

3) 滅菌剤処理法

化学滅菌剤 (グルタラル, 過酢酸)

①高圧蒸気滅菌

高圧蒸気滅菌装置の缶 (チャンバー) 内の空気を飽和水蒸気と置換して, 適当な温度と圧力の飽和水蒸気中で加熱することにより, 飽和水蒸気が飽和水に戻るときに放出する熱エネルギーにて微生物を死滅させる。

高圧蒸気滅菌には, 重力加圧脱気式滅菌器 (gravity type) と真空脱気プリバキューム式滅菌器 (prevacuum type) がある。後者は医療機関にて使用されている方式で, 空気排除に幾通りもの方式がある。主なものは単真空 (シングルプリバキューム) 式と反復脱気 (パルスマチックプリバキューム) 式である。

②フラッシュ滅菌 (ハイスピード滅菌)

手術中に鋼製小物などを不潔にしてしまった場合に, 緊急に滅菌するために用いられる方式である。被滅菌物は包装されていないため限られた器材の滅菌に使用される (図1)。

以下のごとくの多くのリスクを含んでいる¹¹⁾。

1) 短時間で急激に加熱するため, 滅菌処理が不十分になる可能性がある

2) 残留空気による蒸気浸透不良が発生しやすい

3) 無包装での処理・搬送になるため, 滅菌後の運搬時に微生物汚染が起きやすい

4) 滅菌後ただちに運搬/使用のため, 高温器材による術野での熱傷の危険がある

5) 生物学的インジケータ (BI) の確認が間に合わない

③乾熱滅菌

加熱した乾燥気体にて滅菌する方式で, ガラス製品や磁器製品, 金属製品, 繊維製品, 鉱油, 脂肪油, 試薬または固形の医薬品で乾燥した高温気体に耐える器材が滅菌できる。

大気圧下における日本薬局方の乾熱滅菌の条件は以下のごとくである。

1) 160~170℃ : 2時間

2) 170~180℃ : 1時間

3) 180~190℃ : 30分間

④酸化エチレンガス滅菌

すべての微生物に対して有効であるが, 乾燥不十分の器材や液体は滅菌できない。

滅菌条件は, 37~63℃, 湿度 25~80%RH, 酸化エチレンガス (EOG) 濃度 450~1,200 mg/L で, 滅菌時間は通常 40℃ 4時間, 55℃ 2時間である。酸化エチレンガスの滅菌パラメータはガス濃度, 湿度, 温度, 時間である。

滅菌後に酸化エチレンガスのエアレーションが必要である。通常は 60℃ にて 8時間, 50℃ にて 12時間 エアレーターを使用して行われる。

⑤過酸化水素低温ガスプラズマ滅菌¹³⁾

高真空下で, 過酸化水素を噴霧充満させた中へ高周波やマイクロ波などのエネルギーを付加すると, 100% 電離したイオンとして過酸化水素ガスプラズマが発生する。このプラズマ化により反応性の高いラジカル (HO·, HOO·, H· など) が生成される。このラジカルが微生物を殺滅するといわれている。

留意事項として, 以下の点があげられる。

1) 被滅菌物の素材がセルロースの場合は過酸化水素が吸着されるので滅菌できない

2) 長細管器材の滅菌は難しく, 専用のブースターの装着が必要となる場合がある

3) 粉体, 液体は高真空に耐えられないため滅菌できない

4) 空気の含有が多い素材であるスポンジや発泡スチロールなどは滅菌できない

5) 被滅菌物に有機物が残存していると過酸化水素が不活性化される

⑥過酸化水素ガス低温滅菌¹⁴⁾

59% の高濃度の過酸化水素を気化させた過酸化水素ガス低温滅菌法がある。金属製, 非金属製の医療機器の滅菌に使用できる低温滅菌法である。分解して安全な水と酸素になる。簡便な操作性とモニタリングの



図2. 各種の過酸化水素ガス低温滅菌器

簡便性などが特徴として挙げられている。過酸化水素を吸着するセルロース素材（紙、リネン、綿布、ガーゼなど）および粉体、液体は滅菌できない（図2）。

⑦低温蒸気ホルムアルデヒドガス滅菌

90℃以下の温度で、低温蒸気を混じたホルムアルデヒドガスは容易に芽胞を死滅させることを英国ブリストル大学のAlder教授¹⁵⁾が明らかにして以来、欧州を中心にして低温蒸気ホルムアルデヒド（low temperature steam formaldehyde：LTSF）ガス滅菌がおこなわれている。

わが国では、2009年7月10日付けでホルムアルデヒドガス滅菌装置が医療機器として承認されている。その後、2012年にはLTSFが導入された。

⑧放射線滅菌

放射線滅菌は電子線滅菌とガンマ線滅菌に大別される。電子線はエネルギーをもった電子（粒子）の流れであり、加速器により電氣的に発生させるものであり、放射性物質（放射能）は使用しない。一方、コバルト60からのガンマ線（電磁波・放射線）を2～3Mrad程度照射して滅菌するガンマ線滅菌がある。電子線は透過力に制限があるが、線量率（時間当りの線量）はガンマ線に比べ5,000～10,000倍と高く、短時間処理が可能となる。

⑨濾過滅菌および超濾過法

濾過滅菌のフィルターには孔径0.22μm（あるいはそれ以下、場合により0.45μm）のサイズのものが目的に応じて使用されている。主として気体や液状物を対象としている。

V. 病室環境の消毒

1. 基本

環境表面や機器に目に見える血液・体液などの汚れが付着した時には、環境に適用できる病院用消毒薬を用いて、その汚染部分を消毒すべきである¹⁶⁾。

通常的环境消毒に関する留意点を以下にまとめる¹⁷⁾。

- 1) ノンクリティカル器材、装置や環境表面の消毒に、高水準消毒薬を用いない
- 2) 広い環境表面の消毒にアルコールを用いない
- 3) 病室では、環境表面に多剤耐性菌が存在する場合には、病院用洗浄剤もしくは消毒薬を用いる
- 4) 病室内の壁、ブラインド、窓のカーテンは目に見える汚れがある場合に清掃する
- 5) 消毒薬を噴霧しない
- 6) モップヘッドは、洗浄または消毒して乾燥させる

7) ハイリスク患者の入院区域ではセントラルバキューム式掃除機もしくは超高性能フィルター（high efficiency particulate air filter：HEPAフィルター）付きバキューム掃除機を用いる

8) 血液・体液による汚染部位の清掃/消毒においては、個人防護具を着用する

9) 汚れが大量の血液・体液であった場合は、清掃前に次亜塩素酸ナトリウム1：10倍希釈液（5,000ppm相当）を用いる

2. *C. difficile* 感染患者の環境対策¹⁸⁾

C. difficile は、偏性嫌気性有芽胞グラム陽性桿菌であり、増殖期では酸素が存在する領域では死滅してしまう。しかし、ひとたび芽胞を形成すると大部分の消毒薬や熱に対して抵抗性を示し、大気中でも6ヶ月間以上は生存するとされている。環境に対しては、消毒薬で対応するよりむしろ徹底的な清掃により物理的に除去することが望まれる。汚染局所的に環境を消毒する場合は、1,000～5,000ppm次亜塩素酸ナトリウムが推奨される。

1) 医療従事者および面会者は、*C. difficile* 感染患者（*C. difficile* infection：CDI）の部屋に入る際には手袋およびガウンを着用する

2) 流水と石鹸による手指衛生を遵守する（アルコールは無効である）

3) *C. difficile* 保菌もしくは感染患者に接触した後に、石鹸と流水で手を洗う

4) *C. difficile* 保菌もしくは感染患者は、「接触感染予防」の下で個室に収容する。個室が利用できない場合には、患者用の専用室内便器を提供する



図3. 蒸気化過酸化水素発生装置 hydrogen peroxide vapor : HPV (Bioquell社製 Bioquell® Q-10)

5) 下痢のある期間中は、接触予防策を継続する

6) 電子直腸体温計を単回使用品に代替することを含めて、*C. difficile* の環境下での菌の供給源の検索とそれを排除する

7) 日常の *C. difficile* の環境スクリーニングは推奨されない

C. difficile による環境汚染率は、*C. difficile* 陰性患者の部屋の中が最低（部屋の菌の8%以下）で、無症候性 CDI 患者の部屋の中が中程度（同8%~30%）で、CDI を持つ患者の部屋の中が最高（同9%~50%）であった¹⁹⁾。

C. difficile 対象の環境整備の有効塩素濃度は、少なくとも1,000 ppm であるべきである。臭気などを克服できれば、理想的には5,000 ppm とすべきである。最近では蒸気化過酸化水素の使用が脚光を浴びている。*C. difficile* 検出率は、過酸化水素蒸気を使用後に有意に減少し、また CDI 発生率も有意ではないが減少している²⁰⁾。

3. 注目される環境消毒装置

1) 蒸気化過酸化水素発生装置 (Hydrogen peroxide vapor : HPV)²¹⁾²²⁾

過酸化水素を蒸気化して室内に放出し、多剤耐性グラム陰性桿菌やセラチアのアウトブレイクに効果的であったとする報告²³⁾がある。Boyce ら²⁴⁾は定期的に病室消毒に用いて多剤耐性菌や CDI の減少を認めたと報告している。また、多剤耐性菌感染の患者が退院した後の病室消毒に従来の清掃に HPV を併用したところ、新たに入院してきた患者への感染のリスクが64% 減少したとする報告²⁵⁾もある。

本装置の使用に当たっては、部屋を密封する必要があり、周辺への漏れによる生体毒性にも注意しなければならない (図3)。

2) 自動紫外線照射装置

紫外線殺菌灯照射は、1980年代には MRSA 対策として広く使用されていたが、影となる部分やカーテンやリネン類に付着した微生物に対して十分な効果が期待できなかったことにより使用されなくなった。

最近では米国において、大型の紫外線自動照射装置を開発して広範囲の病室環境消毒に応用しようとする動きがある。現在米国では研究費を投入して多くの施設でその有用性の確認のための研究が進んでいる。

VI. まとめ

質の高い医療を提供する上で、医療器材の洗浄・消毒・滅菌は重要な鍵を握っている。中でも、器材の洗浄はその後の消毒や滅菌の精度を上げるために非常に重要な処置である。消毒薬においては特記すべき事項は少ないが、臨床で問題となる数々の微生物の病室環境を介した感染が問題となっているため、環境整備における消毒薬の役割は益々重要となっている。生体に毒性のない方法で環境の清浄化が達成できれば、これからの医療関連感染制御において大いに貢献できることが期待される。

文 献

- Weinstein, RA. 1991. Epidemiology and control of nosocomial infections in adult intensive care units. *Am J Med* 92 (Suppl. 3B): S174-184.
- 小林寛伊, 永井 勲, 大久保憲, 他. 2004. 使用済みの鋼製小物の一次洗浄/消毒廃止に向けて. 鋼製小物の洗浄ガイドライン 2004. 日本医科器械学会 病院サプライ 9 (1): 1-4.
- 大久保憲, 小林寛伊, 新井晴代, 他. 2004. 乾燥した使用済み鋼製小物の有効な汚染除去方法. 鋼製小物の洗浄ガイドライン 2004. 日本医科器械学会 病院サプライ 9 (1): 5-10.
- Sonntag, HG, et al. 2004. Water used for instrument processing. p. 14-16. In: *Proper Maintenance of instruments* 8th edition.
- Bodnar, Z, S Clouser, N Mamalis. 2012. Toxic anterior segment syndrome: Update on the most common causes. *J Cataract Refract Surg* 38 (11): 1902-1910.
- Fushimi, R, et al. 2004. Research on the usefulness of protect in the verification of cleanliness of cleaned reusable surgical instruments. *Zentr Steril* 12: 176-180.
- 伏見 了, 小林寛伊, 大久保憲, 他. 2004. 日常業務における鋼製小物の洗浄効果判定方法. 鋼製小物の洗浄ガイドライン 2004. 日本医科器械学会 病院

- サブライ 9 (1): 11-14.
- 8) Rutala, WA. 1996. APIC guideline for selection and use of disinfectants. *Am J Infect Control* 24: 313-342.
 - 9) 第十六改正日本薬局方 (2011年3月24日). 滅菌法および無菌操作法. p. 128.
 - 10) Favero, MS. 2001. Sterility assurance: Concepts for patient safety. p. 110-119, In: *Disinfection, sterilization and antiseptics: principles and practices in healthcare facilities* (WA Rutala ed.), Association for Professional in Infection Control and Epidemiology, Washington, DC.
 - 11) Association of periOperative Registered Nurses (AORN). 2010. p. 460-463, *Perioperative Standards and Recommended Practices*.
 - 12) 大久保憲. 2011. 滅菌法. p. 144-167, 新版 消毒と滅菌のガイドライン (小林寛伊編, 第一版), へるす出版, 東京.
 - 13) 相楽 真, 中田精三. 2010. 過酸化水素低温ガスプラズマ滅菌における滅菌バリテーションおよび日常管理. p. 57-66, 医療現場における滅菌保証のガイドライン 2010 (小林寛伊編), 日本医療機器学会, 東京.
 - 14) 軍司正豊. 2010. 過酸化水素ガス低温滅菌における滅菌バリテーションおよび日常管理. p. 67-74, 医療現場における滅菌保証のガイドライン 2010 (小林寛伊編), 日本医療機器学会, 東京.
 - 15) Alder, VG, et al. 1966. Disinfection of heat-sensitive material by low-temperature steam and formaldehyde. *J Clin Pathol* 19 (1): 83-89.
 - 16) Mangram, AJ, TC Horan, ML Pearson, et al. 1999. Guideline for prevention of surgical site infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 20: 247-278.
 - 17) CDC, the Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. 2003. Guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports* 52 (RR-10).
 - 18) Cohen, SH, DN Gerding, S Johnson, et al. 2010. Clinical Practice Guidelines for *Clostridium difficile* Infection in Adults: 2010 Update by the Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA) and the Infectious Diseases Society of America (IDSA). *Infect Control Hosp Epidemiol* 31: 431-455.
 - 19) Kim, KH, R Fekety, DH Batts, et al. 1981. Isolation of *Clostridium difficile* from the environment and contacts of patients with antibiotic-associated colitis. *J Infect Dis* 143: 42-50.
 - 20) Boyce, JM, NL Havill, JA Otter, et al. 2008. Impact of hydrogen peroxide vapor room decontamination on *Clostridium difficile* environmental contamination and transmission in a healthcare setting. *Infect Control Hosp Epidemiol* 29: 723-729.
 - 21) 小林寛伊, 吉田理香, 梶浦 工, 他. 2010. 蒸気化過酸化水素による病室内環境表面殺菌. *J Healthcare-associated Infect* 2: 15-18.
 - 22) 吉田理香, 小林寛伊. 2011. 医療環境表面の殺菌方法 蒸気化過酸化水素 Hydrogen peroxide vaporized について. *感染制御* 7: 521-525.
 - 23) Otter, JA, S Yezli, MA Schouten, et al. 2010. Hydrogen peroxide vapor decontamination of an intensive care unit to remove environmental reservoirs of multidrug-resistant gram-negative rods during an outbreak. *Am J Infect Control* 38: 754-756.
 - 24) Passaretti, CL, JA Otter, NG Reich, et al. 2013. An evaluation of environmental decontamination with hydrogen peroxide vapor for reducing the risk of patient acquisition of multidrug-resistant organisms. *Clin Infect Dis* 56: 27.

The Essential Points in Dealing with Microorganism Surrounding Medical Devices and Environment

Takashi Okubo

Division of Infection Prevention and Control, Tokyo Healthcare University Postgraduate School

Twenty to forty percent of healthcare-associated infections (HAIs) are the contact infection via hands and/or fingers of healthcare workers that is a most important route of infections. On the other hand, with the introduction of complicated devices that are employed in the operations using endoscopes, there exist such many devices as being difficult to clean or disinfect. Under the hospital environment, it has been found in recent years that multidrug-resistant gram-negative rods, *Clostridium difficile*, etc. are infective via the hospital ward environment, which has brought about the circumstances requiring not only cleaning, but also disinfection of the hospital ward environment including measures against Norovirus.

This study describes the points to note on cleaning, disinfection and sterilization of various devices used in daily medical treatment and on the various methods of pasteurization at a low temperature that have been introduced in recent years. Moreover, by presenting new methods of disinfection related to improved hospital environment, we refer to the facility management for preventing infections transmitted through the environmental surfaces.