

■消毒・滅菌と感染制御の基本的な考え方

感染制御とは、感染症の発生を事前に防止すること（prevention）と、発生した感染症がさらに広がらないよう管理すること（control）とを意味する。感染症法においては、感染症の発生・拡大を防ぐための事前対応が重視されている。

感染症の発生には次の諸条件がすべて満たされることが必要条件である。

- ①原因微生物の存在
- ②感染症を惹起するのに十分な微生物量
- ③微生物のビルレンス（感染を起こす能力、菌力）
- ④感染経路の存在（病原微生物が侵入するプロセス）
- ⑤生体の感受性部位の存在（侵入門戸）
- ⑥生体の抵抗力（易感染性、免疫など）

感染制御とは、これらの条件を満たさない対策、つまりどれか1つ以上を欠けさせるような対策を意味するものである。このガイドラインで言及する消毒・滅菌対策とは、①原因微生物の存在、②感染症を惹起するのに十分な微生物量のいずれか、または両方を満たさないようにする対策である。

滅菌とは、すべての微生物を対象として、それらをすべて殺滅または除去する処理方法である。これに対して消毒とは、対象とする微生物を感染症を惹起しえない水準まで殺滅または減少させる処理方法であり、一定の抗菌スペクトルを持った処理方法である。したがって、1つの消毒方法ではこれに抵抗する微生物が必ず存在する。

しかし、感染制御を考えると、滅菌法の適応となる対象はごく限られており、多くの対策は消毒という不完全な方法に頼らなくてはならない。生体、患者環境、手術器械等を除く機器・器具、リネン類などは、いずれも消毒法の適応となる。ここに、対策の効果的な遂行の難しさが存在するわけで、感染制御の効果を上げるためには、滅菌と消毒とをうまく使い分け、特に対象とする微生物を考慮して消毒法を適正に適応することが鍵となる。

特定の感染症が発生した医療現場や地域において、適切な消毒や滅菌がなされない場合には、さらなる感染の拡大や新たな感染症を引き起こす可能性がある。すべてを滅菌することは不可能であり、そのため数多くの消毒法による処理がなされる。どの処理法を選択するかは、器材の使用目的、清潔要求度ならびに材質および消毒・滅菌のための設備の有無などにより決まる。

I / 消毒・滅菌の種類と方法 (図 2A-1 参照)

1 滅菌の種類と方法

無菌とは、すべての微生物が存在しない状態を意味し、絶対的な概念である。滅菌は無菌性を達成するためのプロセス、すなわちすべての微生物を殺滅または除去する行為を意味し、確率的な概念である。

(1) 滅菌法

- ①加熱法：高圧蒸気法，乾熱法
- ②照射法：放射線法，高周波法
- ③ガス法：酸化エチレンガス法，過酸化水素低温ガスプラズマ法，ホルムアルデヒドガス法，過酸化水素蒸気滅菌法

(2) 濾過法

2 消毒の種類と方法

消毒は、生存する微生物の数を減らすために用いられる処置法で、必ずしも微生物をすべて殺滅したり除去するものではない。湿熱や紫外線などを用いる物理的消毒法と消毒薬を使用する化学的消毒法がある。

(1) 物理的消毒法

- ①煮沸消毒法
- ②熱水消毒法
- ③蒸気消毒法
- ④間歇消毒法
- ⑤紫外線殺菌法

(2) 化学的消毒法

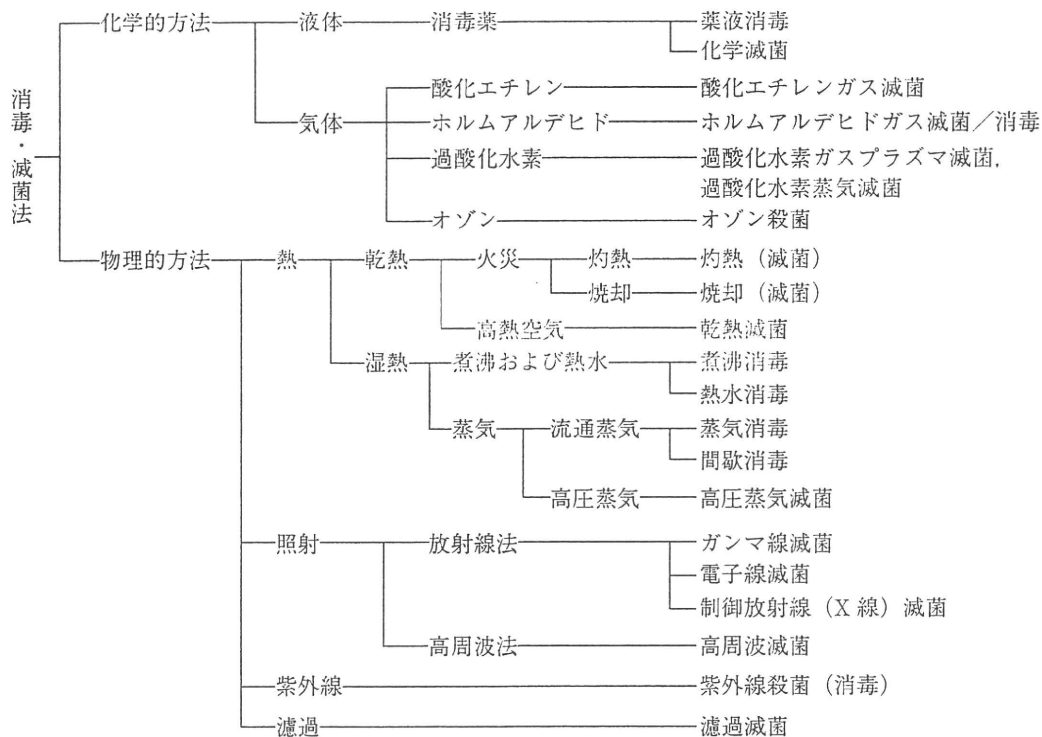
- ①液体（薬液消毒法）
- ②気体

3 物理的消毒法

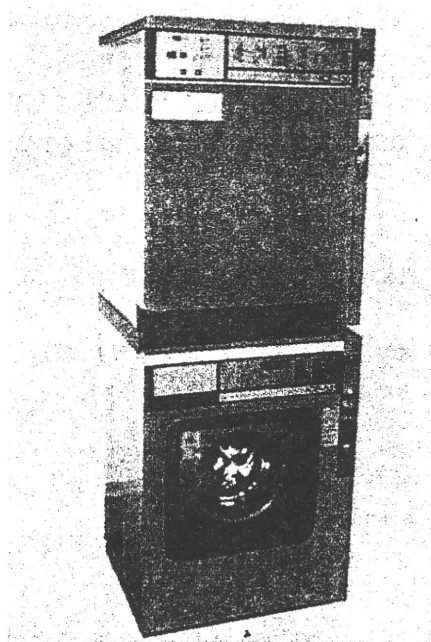
消毒薬を使用しないで微生物を殺滅する方法をいう。

煮沸消毒法は、沸騰水の中に沈めて15分間以上煮沸する方法である。

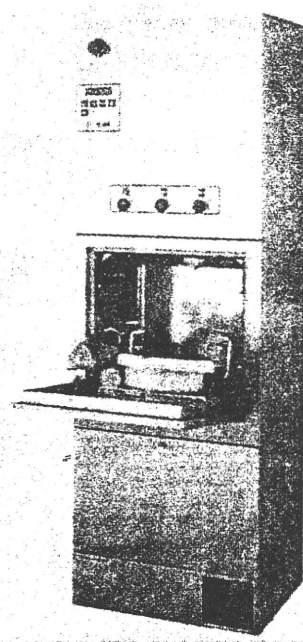
蒸気消毒法は、加熱した水蒸気を直接流通させて微生物を殺滅する方法で、100℃の蒸気の



◎図 2A-1 消毒・滅菌法の分類



◎写真 2A-1 熱水洗濯機



◎写真 2A-2 フラッシュャーディスインフェクター

中に 30 ~ 60 分間放置する。

間歇消毒法は、80 ~ 100℃の熱水または流通水蒸気中で 1 日 1 回、30 ~ 60 分間ずつ、3 ~ 6 回加熱をくり返して微生物を殺滅する方法をいう。

乾燥した熱 (乾熱) では 160℃以上の高温でなければ殺菌効果は期待できないが、いわゆる湿った熱 (湿熱) では、80℃・10 分間の処理で芽胞以外の一般細菌を感染可能な水準以下に死滅または不活性化できる。

蒸気は熱水より高い殺菌性能を有しており、消毒水準は高い。便などで汚染した便器などの

器材をそのまま洗浄して、さらに熱で殺菌することができる数々の装置が開発されている。

熱水を利用した消毒装置

- ①ウォッシャーディスインフェクター
- ②熱水洗濯機 (写真 2A-1)
- ③食器洗浄機
- ④フラッシャーディスインフェクター (写真 2A-2)

4 化学的消毒法

熱が使用できない場合に消毒薬を利用する。すなわち適当な熱消毒の設備がない場合や、生体および環境と非耐熱性の医療用具などが対象となる。

消毒効果に影響する因子として、消毒対象物に付着する有機物、消毒薬の濃度、温度、接触時間、対象物の物理的かつ構造的特性、pH（水素イオン濃度）などがある。

消毒薬には、それぞれ多くの特性があり、よく理解して正しい用法を守らなくてはならない。その特性を以下に列記する（表 2A-1 参照）。

- ①微生物に対する抗菌スペクトルがあり、すべての微生物に有効なものはない。効果の及ばない微生物が必ず存在する。
- ②消毒薬が殺菌効果を示すには微生物との適切な接触時間が必要であり、必ずしも速効的ではない。殺菌のための時間は微生物の抵抗性と消毒薬の種類により異なり、通常は3分以上の接触時間を要する。
- ③血液などの有機物が混入すると消毒薬の殺菌効果が減弱する。
- ④器具や環境消毒に使用する消毒薬には生体毒性があり、皮膚、呼吸器、中枢神経系などに対して障害作用を示す。
- ⑤消毒薬は化学的に不安定な物質であり、保存による効果の低下がある。
- ⑥消毒対象物に対して金属腐食作用、素材の劣化などの悪影響を及ぼすことがある。
- ⑦使用方法が複雑なものが多い。決められた希釈を行って正しい濃度で使用する。
- ⑧不快な臭気や異常な着色がある。
- ⑨廃棄により環境に対する悪影響が出る。
- ⑩消毒薬の中でも生息できる微生物がいる。

◎表 2A-1 消毒薬を扱う際の注意点

1) 保存容器	定期的な滅菌処理
2) 希釈液	滅菌精製水の使用 滅菌水精製装置の定期点検
3) 調製量	必要とする量だけ調製 新しい消毒薬の継ぎ足しを禁止する
4) 濃度調整	基準濃度を守る
5) 表示と保存	わかりやすい表示をして誤使用を防止 保存場所を定める
6) 廃棄処理	規定の廃棄方法を守る

1) 殺菌力に影響する因子

消毒薬の殺菌性能は、使用濃度と温度および接触時間により規定される。これが消毒薬の性能に関する3つの基本的要素である。

濃度が低下すれば温度を上げるか作用時間を長くすることである程度の対応は可能であるが、基本的には、適切な濃度において20℃以上の処理温度で3分間以上の接触が必要である。

(1) 濃度

濃度が高くなれば殺菌効果は強くなる。薬剤濃度がどの範囲にあれば有効性があるかについては、消毒薬の種類により異なる。

消毒薬は使用中に有機物や酸素、紫外線などの影響により濃度が低下する。したがって、消毒終了時点において有効濃度を確保するように心がける。

(2) 温度

消毒薬の作用は一種の化学反応であり、温度が高くなれば殺菌力は強くなる。消毒薬の種類によりその程度は異なるが、一般的には20℃以上で使用する。

(3) 接触時間

微生物と接触して瞬間的に殺菌できる消毒薬はない。一定の接触時間が必要である。消毒薬と接触した微生物の生残菌数は、正確な対数減少を示さない場合も多い。したがって実際の消毒に当たっては、十分余裕をもって消毒時間を設定する必要がある。

(4) その他

消毒効果に影響するその他の因子として、消毒対象物の物理的特性ならびに構造的特性があげられる。表面構造が粗の場合には、予備洗浄が十分に行えず、消毒薬との接触も不良となる。また、構造的に細管構造や先端が盲端となっている場合には、消毒薬やガスが先端まで到達できずに消毒不良を起こす¹⁶⁾。

予備洗浄が十分なされているかどうかは、その後の消毒が有効にできるかどうかの鍵を握る重要な処置である。内視鏡の洗浄を確実に行えば、付着菌数を約 10^{-4} 減少させることができる⁷⁾。

2) 消毒薬の濃度表示と希釈 (本書における濃度表示はアルコール系は vol (v/v) %, 3.5%グルタールでは w/w%, その他では w/v%とする)

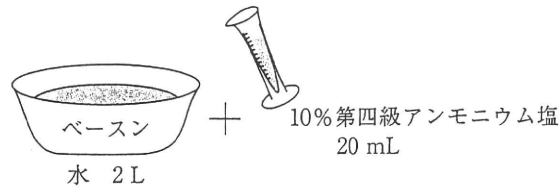
消毒薬の濃度表示は、容積に対する有効成分の重量 (w/v%) で表示される。特殊なものとしてアルコール類は vol (v/v) %, 次亜塩素酸ナトリウムなどは ppm が使われる。ppm とは parts per million の略で、百万分量単位中の絶対数である。すなわち 10% 溶液は 100,000 ppm, 1% は 10,000 ppm, 0.1% は 1,000 ppm に相当する。

ポビドンヨードの濃度には、有効ヨウ素濃度と殺菌作用に直接関与する遊離ヨウ素濃度がある。10%ポビドンヨードの原液では、有効ヨウ素濃度は 10,000 ppm (チオ硫酸ナトリウムで定量) であり、遊離ヨウ素濃度は 1 ppm である。100倍希釈した 0.1% 溶液では、有効ヨウ素は 100 ppm であるが、遊離ヨウ素は最高濃度 25 ppm となる⁸⁾。

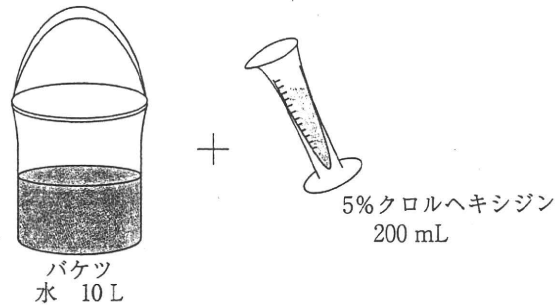
10%の原液を0.2%の使用濃度にする場合には、50倍希釈となる。たとえば、10Lの滅菌精製水中へ10%薬液200mLをメスシリンダーで計量して入れる。1Lの少量の希釈液をつくる場合には、980mLの生成水中へ10%薬液20mLを入れる(図2A-2参照)。

消毒薬の希釈は、通常は精製水を使用し、希釈後に薬剤部などにて専用的高圧蒸気滅菌装置

①10% 第四級アンモニウム塩 ⇨ 0.1% 液へ希釈



②5% クロロヘキシジン ⇨ 0.1% 液へ希釈



◎図 2A-2 消毒薬の希釈法

を用いて滅菌する。ポビドンヨードを希釈する場合には、クリーンベンチ内で注射用蒸留水もしくは滅菌水を使用し、高圧蒸気滅菌は行わない。口腔内の含嗽などに使用する場合には、希釈液として水道水などの常水を使用してもよい。

3) 希釈消毒薬の保存

希釈して使用する消毒薬は用時調製が原則であり、保存しないように心がける。

5 各種の消毒方法

消毒対象物の形状や素材、大きさ（広さ）などに応じて各種の消毒法を選択する。どの方法で消毒すべきかについては、有効性と作業者の安全を考慮して選択する。

1) 浸漬法

器具類の消毒に使用される最も一般的な方法である。適当な容器に消毒薬を入れ、完全に器具を浸漬して、器具表面に消毒薬を十分接触させて殺菌する方法である。

器具が完全に浸漬できていない場合や、分解がしていなかったり、気泡がついていたりすると消毒は不確実となる。また消毒薬の蒸発を防ぎ有毒ガス発生の危険防止のために、必ず蓋をしなければならない。

くり返し使用する場合には、その効力について留意する必要がある。

消毒効果を高めるために汚染器具の予備洗浄やブラッシングが必要である。血中ウイルスを対象とした消毒の場合にはグルタラール（グルタルアルデヒド）を使用する。

2) 清拭法

消毒薬をガーゼや雑巾もしくはモップにしみ込ませて、環境の表面などを拭き取る方法である。十分量の消毒薬を塗り付けないとすぐに乾燥してしまい、消毒不良となる。したがって、モップや雑巾は軽く絞って使う。

◎表 2A-2 作業者に対する中毒症状および毒性

1) グルタラルール	肺や気管支に局所的炎症 胸部違和感、肺うっ血、肺間質の炎症 中枢神経障害；めまい、無気力、運動失調 皮膚過敏症状；発しん、発赤
2) 次亜塩素酸ナトリウム	接触性皮膚炎 呼吸器刺激症状；咳嗽、声門浮腫、呼吸困難
3) ホルムアルデヒドガス	ガス接触部に紅斑 咽頭・肺の刺激、喘息発作 発癌性
4) 第四級アンモニウム塩	発しん、皮膚過敏症状、粘膜刺激症状
5) 両性界面活性剤	粘膜刺激症状

清拭方法は一方向に拭き取ることが重要で、部屋の床の清拭では奥のほうから出入口の方向に拭くのがよい。また、モップの清潔保持には十分な配慮が必要で、使用後には必ず洗浄と消毒をして、さらに乾燥を確実にすることが大切である。

清拭作業は手袋をはめて専用の作業衣で行う。消毒薬から出る蒸気などの有毒ガスを吸い込まないように注意して作業する。

消毒薬は第四級アンモニウム塩、両性界面活性剤もしくは消毒用エタノールを使用する。

3) 散布法

スプレー法ともいわれ、消毒薬を器具を用いて撒く方法である。散布粒径は100 μm から数mm程度の比較的大きな粒子である。清拭法では消毒不可能な割れ目や隙間のみが適応となる。

作業者に対する毒性（表 2A-2 参照）は噴霧の場合と同様であるため、安全対策のためにも、作業担当者はゴーグルやガスマスクで顔面を覆い、手袋、キャップ、四肢を完全にカバーできる作業服などで完全防備を行って作業する必要がある（写真 2E-1 参照）。

この場合に使用される消毒薬は、第四級アンモニウム塩、両性界面活性剤が中心となる。高水準の消毒薬は作業者の安全性や、周辺に流出した場合の悪影響の面から推奨できない。消毒用エタノールは発火して燃焼や爆発の危険があるため使用してはならない。

環境への散布法は不確実な消毒法であり、基本的消毒法ではない。

4) 灌流法

細長い内腔を有している用具の消毒法である。チューブ類、カテーテル類、麻酔の蛇管、内視鏡、透析装置、レスピレーターの回路などが適応となる。

内腔をブラッシングできるものはあらかじめブラッシングを施行しておくこと、洗浄・消毒効果が高まる。特に内視鏡洗浄では、各チャンネルのブラッシングが必須である。チューブやカテーテルなどの内腔の洗浄は、チューブ洗浄器で水道水を圧入するか、特殊ポンプを使用して間歇的に注入する方法がある。いずれも血液などで汚染した洗浄液が周辺に飛散しないように注意が必要である。

洗浄が十分できた後に消毒薬を内腔に灌流する。この場合の注意点は、

- ①内腔に空気が残らないようにする

- ②盲端をつくらない
- ③新鮮な消毒薬を使用する
- ④消毒薬と接触する時間を長く設定する

などである。

灌流消毒後の処置として、消毒薬を完全に除去するために十分な洗浄が必要であり、内視鏡では消毒用エタノールを吸引した後、乾燥させると細菌の増殖を抑制するのに有効である。乾燥には真空ポンプなどの圧縮空気が効果的であるが、吸引または送気操作をくり返し行うことで代用できる⁹⁾。

チューブ類の乾燥には超高性能 (high efficiency particulate air : HEPA) フィルターを使用した温風乾燥器が有効である。内腔を湿ったままにしておくと、そこに微生物が繁殖しやすいので乾燥は重要である。

II / 医療現場における消毒・滅菌

病院などの医療施設内では、環境や医療用具および生体などの消毒において、期待される消毒水準と患者に適用される器材の感染の危険度に応じて、消毒薬およびその使用方法を選択すると同時に病原微生物には、それぞれ特異的な感染経路があり、経路別にみた有効な処置を施さなくてはならない。

1 感染経路別の対応

1) 空気感染対策と消毒

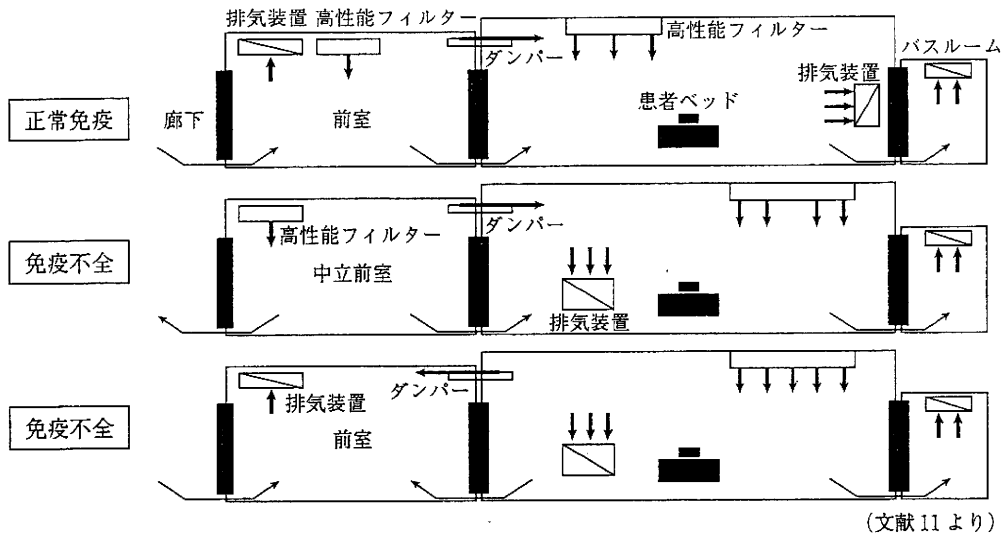
空気感染とは、病原微生物を含む直径 $5\ \mu\text{m}$ 以下の飛沫核が長時間空中を浮遊して、空気の流れにより離れた場所まで飛散して感染を起こすことをいう。結核菌、麻しんウイルス、水痘ウイルスがこれに相当する。これらの微生物は、ヒトからヒトへの感染のみならず、環境からヒトへの空気感染も考慮しなくてはならない。

空気中の微生物を殺菌する目的で、消毒薬を噴霧してはならない。部屋の空気の清浄化は、空調の HEPA フィルターを使用して1時間に6～12回の換気を行う¹⁰⁾。このフィルターは粒径 $0.3\ \mu\text{m}$ の粒子を99.97%以上捕集する能力があり、リケッチア、クラミジア、細菌、真菌、原虫は捕集できる。密閉した室内の空気を居住区域に排気する場合には HEPA フィルターを介して大気中に放出する。室内圧は周辺室より陰圧を維持する (図 2A-3 参照)。

窓を開けることができれば、開放して外気を導入し、室内の空気を入れ換えると空中浮遊微生物量を減少させることができる。放出した室内の空気が他の窓や吸い込み口から再び他の部屋に入らないように注意する。大気中に放出された微生物は希釈されれば感染を起こす危険性はなくなる。このように、外気の導入は空気の清浄化において有効な方法である。

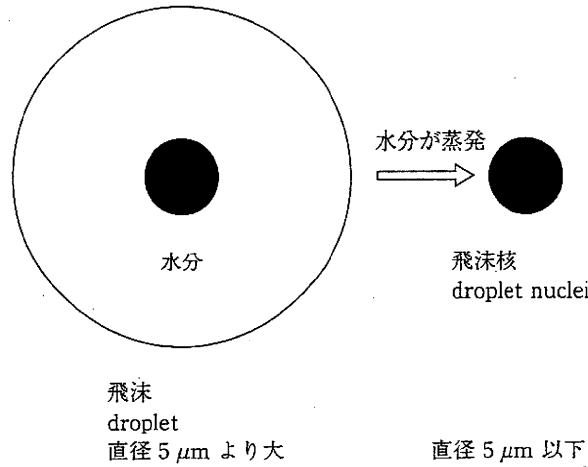
2) 飛沫感染対策と消毒

飛沫感染とは、直径 $5\ \mu\text{m}$ より大きい飛沫粒子で、おおむね $1\ \text{m}$ の範囲で感染するものをいう (図 2A-4 参照)。



上図は空気感染性疾患の患者が入室した時の空気の流れ。
 中図，下図は空気感染性疾患を合併した免疫不全患者が入室した場合の空気の流れ。

◎図 2A-3 空気感染対策と病室内空気の流れ



飛沫は空中に浮遊し続けることはないので、特別な空調や換気が必要としない。一方、飛沫核は空気の流れによって広く撒き散らされ、遠く離れて感染を起こす。つまり飛沫感染を空気感染と混同してはならない。

* 向野賢治：病院における隔離予防策のための CDC 最新ガイドライン。インフェクションコントロール別冊，小林寛伊監訳，メディカ出版，大阪，1996；33-37。

◎図 2A-4 飛沫と飛沫核

飛沫感染を防止するために特殊な空調や換気は不要である。保菌者周辺の床ならびにベッドやテーブルなど、菌が付着している可能性のあるところは、一般細菌では両性界面活性剤による清拭消毒を行う。インフルエンザウイルス、アデノウイルスなどのウイルスを対象とする場合には、次亜塩素酸ナトリウムかアルコール（消毒用エタノール，70%イソプロパノール；以下アルコール）で清拭消毒する。

消毒薬の散布や噴霧はしない。

3) 接触感染対策と消毒

保菌者が接触した物品や排泄物，吐物などに含まれる感染症原因菌が付着していると思われる領域の消毒は，手袋を着用して目に見える汚れを紙タオルなどで拭き取った後，両性界面活性剤，第四級アンモニウム塩もしくはアルコールによる清拭消毒を行う。

ウイルスが対象となる場合には、次亜塩素酸ナトリウムもしくはグルタラールを選択する。環境は次亜塩素酸ナトリウムによる清拭消毒を行い、器具などはグルタラールによる清拭または浸漬消毒が中心となる。いずれの場合も十分な換気を行い、ガスを吸入しないように注意する。

2 消毒における留意点

それぞれの微生物に特有の感染経路を有効に断ち切ることが大切である。しかし、消毒薬の過剰な使用や間違った適用は、作業者の危険のみならず、周辺住民への悪影響および環境生物の生態系の破壊など、エコロジーの面からも好ましくない。また、消毒や清掃作業において対象疾患に感染しないように注意しなければならない。

1) 作業者の保護

洗浄・消毒作業に伴う作業者の感染防止のために保護衣、手袋、ゴーグル(保護メガネ)、シューカバーなどを装着して作業に当たる。

空気感染および飛沫感染を起こすような下記の疾患の場合には、レスピラトリープロテクションとしての保護マスクが必須である。

- ①一類感染症
- ②二類感染症のうちジフテリア
- ③四類感染症のうち鳥インフルエンザ (H5N1 を除く)、サル痘
- ④五類感染症のうちインフルエンザ (鳥インフルエンザ及び新型インフルエンザ等感染症を除く)、風しん、百日咳、マイコプラズマ肺炎、麻しん、水痘など

SARS、痘そう、麻しん、水痘、結核ではタイプ N95 微粒子用マスクが必要となる (p.169 参照)。

消毒薬の生体毒性を軽減させるために、必要以上に高濃度で使用してはならない。また、次亜塩素酸ナトリウムを広範囲面積に適応しないようにする。風や気流を考慮して、不必要な拡散を防止する。

2) 消毒作業上の留意点

消毒対象物が局限している場合には、スプレー様式で散布するのではなく、直接水をかけるように物体およびその周辺に撒く。

この場合に使用される消毒薬は、0.2%両性界面活性剤もしくは0.2%第四級アンモニウム塩が安全である。ウイルスを対象として処理しなければならない時は、500～5000 ppm 次亜塩素酸ナトリウムなどが適用となる。

汚染した物体の表面が乾燥したり、飛び散ったりしないように、あらかじめ布や紙および不織布ガーゼで覆って、その上から消毒薬を使用するとよい。消毒薬をしみ込ませたガーゼなどで拭き取る方法も推奨される。

3 消毒水準からみた消毒薬の選択

E.H. Spaulding⁴⁾は、消毒薬による処理可能な微生物の分類から、消毒薬を大きく3つに分

類した (表 2A-3 参照)。

- ①高水準消毒薬
- ②中水準消毒薬
- ③低水準消毒薬

この分類法は簡潔明瞭であり、消毒水準からみた消毒薬の選択を合理的かつ論理的に説明できる^{1,3,12-14)} (表 2A-4 参照)。

高水準の消毒薬は接触時間を長くすれば真菌および芽胞など、あらゆる微生物を殺滅できるため化学滅菌剤 (chemical sterilants) とも呼ばれている。短時間の接触では、大量の芽胞の場合を除いて、すべての微生物を殺滅できる。

中水準消毒薬は、結核菌その他の細菌、ほとんどのウイルスや真菌を不活性化もしくは死滅させることができる。この中には殺芽胞性を有する消毒薬も存在する。

低水準消毒薬は、ほとんどの細菌や真菌と一部のウイルスには有効であるが、結核菌や芽胞には無効であり、このグループの消毒薬には耐性のある微生物も数多く存在している (表 2A-5, 6 参照)。

患者に使用する医療器材を、それが使用される部位に対する感染の危険度に応じて、カテゴリーに分類して考える方法がある (表 2A-7 参照)。

◎表 2A-3 殺菌性能の段階的評価法

菌種 評価	細菌			真菌 ^{*1}	ウイルス ^{*2}	
	栄養型	結核菌	芽胞		脂質を含まない 小型サイズ	脂質を含む 中型サイズ
高水準消毒薬	+	+	± ^{*3}	+	+	+
中水準消毒薬	+	+	± ^{*4}	+	±	+
低水準消毒薬	+	-	-	±	-	+

*1 ※状真菌を含まない。

*2 肝炎ウイルスを除く。

*3 消毒薬と長時間接触した時のみ有効。

*4 殺芽胞効果を示すものがある。

+ : 有効, - : 無効, ± : 菌種により無効の場合がある

(文献 4 より一部改変)

◎表 2A-4 CDC ガイドラインによる滅菌および消毒の分類

sterilization (滅菌)	芽胞を含むすべての微生物を殺滅
high-level disinfection (高水準消毒)	大量の芽胞の場合を除いて、すべての微生物を殺滅
intermediate disinfection (中水準消毒)	芽胞以外のすべての微生物を殺滅するが、なかには殺芽胞性を示すものがある
low-level disinfection (低水準消毒)	結核菌などの抵抗性を有する菌および消毒薬に耐性を有する一部の菌以外の微生物を殺滅

(文献 13 より改変)

◎表 2A-5 微生物別にみた消毒薬の殺菌効力

区分	消毒薬	一般細菌	緑膿菌	結核菌	真菌*1	芽胞	B型肝炎ウイルス
高水準	グルタラール	○	○	○	○	○	○
	過酢酸	○	○	○	○	○	○
	フタラール	○	○	○	○	○*2	○
中水準	次亜塩素酸ナトリウム	○	○	○	○	○	○
	アルコール	○	○	○	○	×	○
	ポビドンヨード	○	○	○	○	×	○
	クレゾール石けん*3	○	○	○	△	×	×
低水準	第四級アンモニウム塩	○	○	×	△	×	×
	クロルヘキシジン	○	○	×	△	×	×
	両性界面活性剤	○	○	△	△	×	×

*1 糸状真菌を含まない。

*2 バチルス属 (*Bacillus* spp.) の芽胞を除いて有効。

*3 クレゾールには排水規制がある。

○：有効，△：効果が得られにくい，高濃度の場合や時間をかければ有効となる場合がある，×：無効

◎表 2A-6 使用目的別にみた消毒薬の選択

区分	消毒薬	環境	金属器具	非金属器具	手指皮膚	粘膜	排泄物による汚染
高水準	グルタラール	×	○	○	×	×	△
	過酢酸	×	○	○	×	×	△
	フタラール	×	○	○	×	×	△
中水準	次亜塩素酸ナトリウム	○	×	○	×	×	○*2
	アルコール	○	○	○	○	×	×
	ポビドンヨード	×	×	×	○	○	×
	クレゾール石けん	△*1	×	×	×	×	○
低水準	第四級アンモニウム塩	○	○	○	○	○	△
	クロルヘキシジン	○	○	○	○	×	×
	両性界面活性剤	○	○	○	○	○	△

*1 主に糞便消毒に用いられる。広い環境に散布はしない。

*2 CDC Update: Management of patients with suspected viral hemorrhagic fever-United States. *MMWR* 1995; 44: 475-479.

○：使用可能，△：注意して使用，×：使用不可

1) クリティカル器具 (表 2A-8 参照)

無菌の体内に埋め込むか血液と長期間接触するもので、滅菌を必要とする。消毒薬での対応は困難であるが、どうしても滅菌できないものに対しては化学滅菌剤にて長時間処理をする。予備洗浄を確実にを行い、接触時間と温度、pH などの条件を厳しく守った場合にのみ使用可能となる。

対象物：手術器械，眼内レンズ，心臓カテーテルなど

消毒薬：グルタラール，過酢酸，フタラール（諸外国では 6% 安定化過酸化水素などもある）

2) セミクリティカル器具 (表 2A-8 参照)

粘膜および創のある皮膚と接触する医療器具をいう。本来は使用前に滅菌処理すべきもので

表 2A-7 滅菌法および消毒法

対 象	滅 菌 法		消 毒 法		
	クリティカル器具		高水準消毒	中水準消毒	低水準消毒
	手順	曝露条件	手順(20℃以上での曝露時間 12～30分間) ^{2,3}	手順(曝露時間 1分間以上) ⁹	手順(曝露時間 1分間以上) ⁹
平滑で硬い表面 ^{1,4}	A	MR	D	K	K
	B	MR	E	L ⁵	L
	C	MR	F	M	M
	D	20～25℃で 10 時間	H	N	N
	F	6 時間	I ⁶		O
	G	50～56℃で 12 分間	J		
	H	3～8 時間			
ゴムチューブ, カテーテル類 ^{3,4}	A	MR	D		
	B	MR	E		
	C	MR	F		
	D	20～25℃で 10 時間	H		
	F	6 時間	I ⁶		
	G	50～56℃で 12 分間	J		
	H	3～8 時間			
ポリエチレン チューブ, カテーテル類 ^{3,4,7}	A	MR	D		
	B	MR	E		
	C	MR	F		
	D	20～25℃で 10 時間	H		
	F	6 時間	J		
	G	50～56℃で 12 分間			
	H	3～8 時間			
レンズを有する 器具, 器械 ⁴	A	MR	D		
	B	MR	E		
	C	MR	F		
	D	20～25℃で 10 時間	H		
	F	6 時間	J		
	G	50～56℃で 12 分間			
	H	3～8 時間			
体温計 (口腔, 直腸) ⁸ , ヒンジを有する 器具, 器械 ⁴	A	MR	D		K ⁸
	B	MR	E		
	C	MR	F		
	D	20～25℃で 10 時間	H		
	F	6 時間	I ⁶		
	G	50～56℃で 12 分間	J		
	H	3～8 時間			

(文献 15 より改変)

医療現場における消毒薬の選択と使用は流動的であり、本ガイドライン作成時には市場に存在しない消毒薬が市販されることもある。新たな消毒薬が販売された際には、消毒薬や滅菌工程を選定する権限を持つ責任者/委員会はFDAおよびEPAの認可を受けた製品の表示内容や科学的知見に基づく情報を参考とすべきである。

A：高圧蒸気滅菌、乾熱滅菌などの加熱滅菌（製造業者の勧告を参照すること。高圧蒸気滅菌の処理時間は3～30分間）。

B：エチレンオキシドガス滅菌（製造業者の勧告を参照すること。一般的には、滅菌処理に1～6時間、その後50～60℃で8～12時間のエアレーションが追加される）。

C：過酸化水素ガスプラズマ滅菌（管腔器材の内径や長さの制限について製造業者の勧告を参照すること。全工程時間は45～72分間）。

- D：グルタール系（＞2%グルタール。さらに希釈して使用する際には注意すること）；1.12%グルタールおよび1.93%フェノール／フェノール酸。あるグルタール製剤は35℃・5分間で高水準消毒を達成できる。
- E：0.55%フタール。
- F：7.5%過酸化水素（銅、亜鉛、真鍮を腐食する）。
- G：過酢酸。濃度は変化しやすいが、0.2%以上は芽胞殺滅効果がある。過酢酸浸漬システムの処理温度は50～56℃である。
- H：7.35%過酸化水素／0.23%過酢酸混合；1%過酸化水素と0.08%過酢酸（銅製器材を腐食する）。
- I：洗浄液での洗浄を伴う70℃・30分間の熱水消毒。
- J：次亜塩素酸、650～675 ppm以上の活性遊離塩素を含む電解生理食塩液を用いて使用現場で調製された単回使用の塩素（銅製器材を腐食する）。
- K：エタノールまたはイソプロパノール（70～90%）。
- L：次亜塩素酸ナトリウム（有効塩素濃度100 ppm以上である）。
- M：フェノール系（使用時の希釈率については製品ラベルを参照すること）。
- N：ヨウ素系（使用時の希釈率については製品ラベルを参照すること）。
- O：第四級アンモニウム塩（使用時の希釈率については製品ラベルを参照すること）。
- MR：製造業者の指示に従う。
- 1 ハイドロセラピーに関する議論を参照。
 - 2 消毒薬の曝露時間が長くなるほど、全ての微生物が死滅する可能性が高くなる。使用方法に従うこと。多くの器材、特に細い内腔や有機物や微生物が取り除かれにくい場所を有する器材については、10分間の曝露時間では足りない。2%グルタールについて、*M. tuberculosis* や *Mycobacterium* sp. を十分に殺滅するには20℃で最低20分間の曝露時間が必要となる。他の高水準消毒薬には、高い温度での結核菌へのより高い効果が確認されており、より短い曝露時間となる。（0.55%フタール20℃で12分間、2.5%グルタール35℃で5分間、内視鏡自動処理装置において0.55%フタール25℃で5分間）。
 - 3 チューブを浸漬する際に内部に空気が残留し、消毒薬や滅菌剤に曝露されない場所が発生しないように、チューブ内部全体に消毒薬や滅菌剤を行き渡らせる。
 - 4 この手順が適切な場合においても、材質適合性については検証すること。
 - 5 高度な微生物汚染が発生した場合において1,000 ppmの塩素系消毒薬が該当すると考えられる。ただし、当該消毒薬は材質表面を腐食・変質させることがある。
 - 6 呼吸器回路や麻酔器具をウォッシュャー・デイスインフェクター（WD）で処理することは高水準消毒の代替法として見なすことができる。ただし、いくつかのWDについては評価結果から性能が疑問視されている。
 - 7 適用可能な場合においても、温度安定性については検証すること。
 - 8 取り扱いや処理のいずれの場合においても、口腔体温計と直腸体温計は混合しないこと。
 - 9 EPA登録済みの製品については、使用方法の表示内容は法令で定められている。使用者が表示内容と異なる方法で使用した場合、そのことで生じる健康被害の責任は使用者が負うことになるであろうし、FIFRAに基づいた対応を取らなければならない。

◎表 2A-8 機器・環境の処理法

リスク分類	対象	例	処理法
クリティカル	無菌の組織や血管系に挿入するもの	手術用器械・インプラント器材・針	滅菌 高水準消毒薬に長時間接触
セミクリティカル	粘膜または創のある皮膚と接触するもの	人工呼吸器回路・麻酔関連器材・内視鏡	高水準消毒
		体温計（口腔）	中または低水準消毒
ノンクリティカル	医療機器表面	モニター類	あらかじめドレープでカバー 清拭清掃
	皮膚に接触する介護用具	血圧計のカフ・聴診器	低水準消毒 アルコール清拭
	ほとんど手が触れない	水平面（床）	定期清掃、汚染時清掃 退院時清掃
		垂直面（壁・カーテン）	汚染時清掃 汚染時洗浄
頻回に手が触れる	ドアノブ・ベッド柵・床頭台のテーブル	1日1回以上の定期清掃または定期消毒	

（文献13より改変）

あるが、非耐熱性であったり処理に時間をかけられないような医療器具（内視鏡など）では、高水準の消毒薬による処理が行われている現状である。正常粘膜は芽胞による感染には抵抗性を示すが、結核菌やウイルスは粘膜感染する。

対象物：呼吸器系に接触する用具、麻酔用具、眼圧計、凍結手術用器具など

消毒薬：グルタラル、過酢酸、フタラル、塩素系消毒薬（諸外国では安定化過酸化水素などもある）

消毒薬による処理後のすすぎには、水道水ではなく滅菌精製水を使用すべきである。すなわち水道水にはクリプトスポリジウム、非定型抗酸菌、レジオネラなどが存在している可能性があるからである^{13,16-21)}。滅菌精製水がない場合には、水道水ですすいだ後アルコールですすぎ、その後強制乾燥する^{11,17,19,22)}。内視鏡のように細かい構造の製品では、保管前の十分な乾燥が細菌の増殖を抑えるうえで重要である^{9,23)}。

創のある皮膚に使用する体温計などは、中水準の消毒薬による処理が必要である。消毒薬としては、塩素系消毒薬、アルコール、ヨードホルムなどが該当する。これらの消毒薬は結核菌、栄養型細菌、ほとんどのウイルスと真菌を殺菌もしくは不活性化する。

3) ノンクリティカル器具（表 2A-8 参照）

創のない正常な皮膚と接触するもので、粘膜とは接触しない器材をいう。

対象物：聴診器、便器、血圧測定用カフ、松葉杖、ベッド柵、リネン類、ベッドサイドテーブルなど

消毒薬：低水準の消毒薬もしくは水拭き

これらのノンクリティカルな医療用器材により病原微生物が伝播される可能性は低い²⁴⁾。

4 手指消毒法

空気感染や飛沫感染する危険性よりも、手指を介した接触感染の機会のほうがはるかに高い。感染対策の基本は「手洗い」といっても過言ではなく、手指には容易に病原菌が付着し、次々と伝播されて感染を引き起こす。適切で頻回の手洗いは、病原菌の伝播を予防する最も重要な手技となる。

1) 皮膚の細菌

(1) 皮膚深部に常時生息する皮膚常在菌 (resident skin flora)

病原性の低い菌が主体で、主として表皮ブドウ球菌や *Propionibacterium acnes* であるが、次第に増殖して徐々に皮膚表面に現れ、皮膚通過菌の一部を形成する。消毒薬の使用によりその数は減らせるが、完全に取り除くことはできない。

(2) 皮膚表面に付着している皮膚通過菌 (transient skin flora) (写真 2A-3 参照)

外部から皮膚に付着した菌で、大腸菌などのグラム陰性桿菌や黄色ブドウ球菌など、さまざまな病原微生物や枯草菌が含まれる。

2) 病院での手指消毒

手指消毒は、皮膚表面の皮膚通過菌の除去には有効であるが、皮膚常在菌を除去することは

不可能であり、皮膚を無菌化することはできない。

手洗いのコンプライアンス、すなわち必要な時にどの程度の手洗いが行われているかを客観的に検討する研究が進んでおり、衛生的手洗いについては次のような実践的な見直しが行われている。

従来では流水と石けんによる手洗いをを行うことをまず考え、それが不可能な場合に速乾性擦式消毒薬を選択するようになっていたが、流水と石けんによる手洗いを有効とする文献の多くは30～60秒間をかけた場合の評価に基づくものであり、現実的には医療従事者の日常的な手洗いは平均7～10秒間程度となっている。したがって、このような短時間の手洗いの効果は科学的根拠に乏しいとされることとなった。一方、アルコールは確実に菌を減少させることができ、特別な設備も不要で、ベッドサイドや外来患者の診察中でも容易に使用できる。病棟では流水による手洗い設備が不足しアクセスも不十分なことが多い。さらに、アルコール製剤には手荒れ防止効果を持つエモリエント剤も含まれているものが多く、手荒れの問題も改善されてきている。したがって、診療中においては速乾性擦式消毒薬を使用することが最も好ましいと勧告されるようになってきた。

目に見える手指汚染がある場合には流水と石けんを使用するが、日常的な手指衛生にはアルコールを主体とした速乾性擦式消毒薬がスタンダードと考えられるようになってきた。

①流水と非抗菌性石けん（液体石けん）による手洗い

目に見える汚染および蛋白性物質による汚染がある場合には、最初に温湯で手を濡らし、3～5 mLの製剤を用いて少なくとも15秒間洗う。その後すすいで使い捨てタオルで拭く。使用したタオルで蛇口を閉める。

②流水と抗菌性石けん（スクラブ剤）による手洗い

体液、分泌物、粘膜などに触れた後、目に見える汚染のある場合やアルコール製剤に過敏な場合、3～5 mLの製剤を用いて少なくとも15秒間洗う。その後、使い捨てタオルを用いて手を拭き、そのタオルで蛇口を閉める。

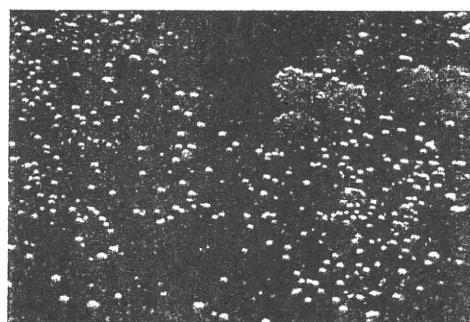
③速乾性擦式消毒薬による手指消毒

このような手指消毒が推奨される場合とは、患者の健常な皮膚に接触した後、体液、分泌物、粘膜、非健常皮膚への接触や創処置の後に目に見える汚染がない場合、患者ケア中に身体の汚染部位から清潔部位へ移る場合、患者の近傍の環境設備（ベッド枠）に触れた後、易感染患者（好中球減少、免疫抑制など）のケアをする前、侵襲的な医療器具（血管カテーテル・導尿カテーテル）を挿入する前などである。

アルコールは蒸発しやすく持続効果は望めないが、クロルヘキシジンや第四級アンモニウム



手掌付着菌（接触培地法による）。



手掌付着菌（左）の拡大像。

◎写真 2A-3 皮膚に付着している皮膚通過菌

塩などは皮膚に吸着されやすく持続効果を示す^{25,26)}。

また、常に手指消毒をしていると、手指の菌数が減少してくる。これは累積効果といわれ、皮膚の基準菌数 (base line value) は約 1/10 になる。

(1) 清潔度からみた手洗いの分類

① 日常的手洗い (social handwashing)

食事の前や日常的な行動に伴った手洗い法で、石けんと流水を使用して汚れや有機物および皮膚通過菌を除去する。

② 衛生的手洗い (hygienic handwashing)

医療行為の前や、手指が細菌により汚染されたと思われる時に行う手洗い法で、石けんと流水により行うが、汚染がはなはだしい時など必要に応じて消毒薬を使用する。通常は 10 ~ 20 秒間手洗いし、ペーパータオルで拭き取る (写真 2A-4 参照)。

目に見える汚れや有機物で汚染されていない時は、アルコール製剤を使用しても消毒は可能であるが、アルコール製剤には洗浄作用がないため、明らかな汚染がある場合にはあらかじめ除去しておく (図 2A-5 参照)。

③ 手術時手洗い (surgical handwashing)

手指に付着する皮膚通過菌を極力除去し、皮膚常在菌をも減少させることを目的として行われる。手術中に手袋が破損しても皮膚常在菌による術野汚染を防止するための手洗いである。

最近では、手荒れのリスクを減らす目的でブラシを使用しない方法も提案されているが、米国外科学会 (American College of Surgeons ; ACS) は、指先部分のみのブラッシングを併用した最低 120 秒間の手洗い法を推奨している²⁷⁾。

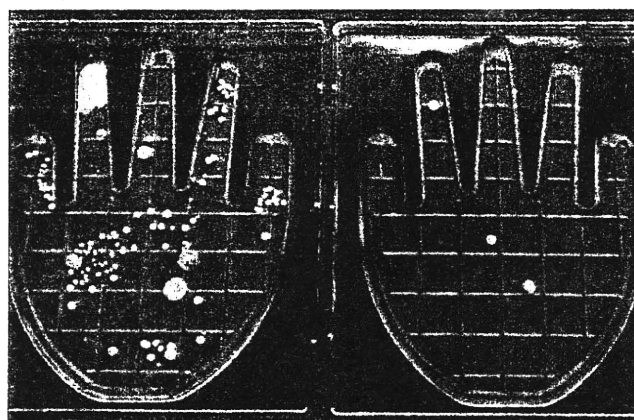
(2) 手洗い法による分類

① 清拭法 (swab method)

綿球やガーゼに消毒薬を十分しみ込ませたもので拭き取る方法である。アルコールが使われ、使用毎に新しいものに取り替える。また、消毒薬をたっぷり塗布して、皮膚に消毒薬が一定時間接触している状況をつくらなくてはならない。

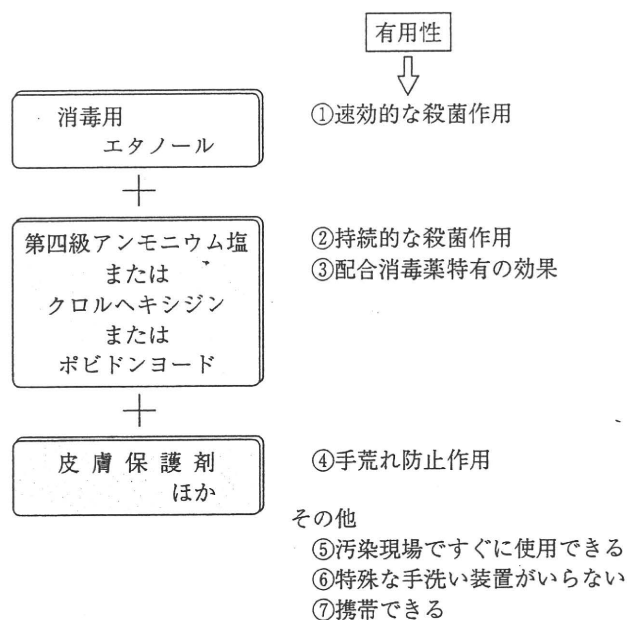
② スクラブ法 (scrub method)

洗浄剤を配合した手洗い用消毒薬をよく泡立ててこすった後、滅菌水で洗い流す方法である。洗浄と消毒とが同時に行え、滅菌ブラシを使用するとさらに効果的であるが、手洗い用の特別



左：手洗い前の付着菌。 右：擦式法による手洗い後の付着菌。

◎写真 2A-4 衛生的手洗いにおける除菌効果



◎図 2A-5 速乾性擦式アルコール製剤とは

な設備が必要であり、定まった場所以外では行えない（図 2A-6 参照）。

使用する消毒薬は、クロルヘキシジンもしくはポビドンヨードを主成分とした手洗い専用の消毒薬である。

③擦式法（rubbing method）

消毒用エタノールに消毒薬を配合した速乾性アルコール製剤約 3 mL を手掌にとり、水を使用せずに乾燥するまで擦り込んで消毒する方法である。配合消毒薬としてクロルヘキシジン、第四級アンモニウム塩、ポビドンヨードがある。

この製剤はエタノールによる速効的な殺菌効果と、配合消毒薬による持続効果が期待できる。さらに皮膚に対する使用感を高めるため、手荒れ防止効果のある各種の皮膚保護剤（エモリエント剤など）も配合してある。

持ち運びが容易であり、手指の汚れが顕著でなければ、手を汚染した現場で使用でき、特別な手洗い装置も不要なので感染防止のために有用な方法である（図 2A-5 参照）。

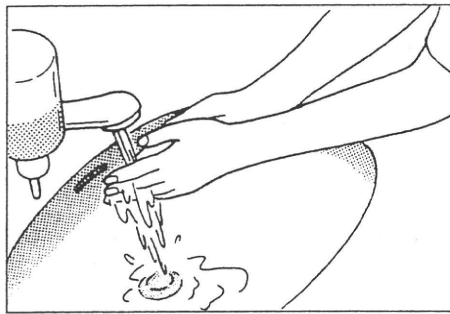
（3）手術時の手洗い（surgical handwashing）

手術前の手洗いは消毒薬とブラシを使用するため手荒れを起こしやすい（写真 2A-5）。手荒れのある皮膚には多数の細菌が小膿瘍を形成しており、感染防止の面からも好ましくない。そのため各種の手洗い法が考案されている。

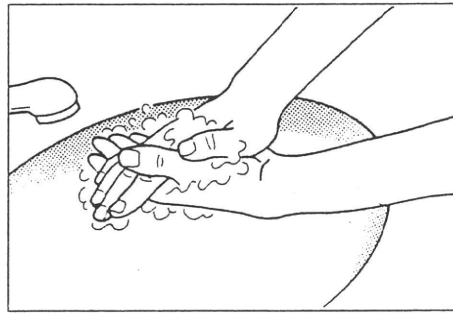
- イ ディスポーザブルブラシを使用した 6 分間 1 ブラシ法
- ロ ディスポーザブルブラシを使用した 3 分間 1 ブラシ法
- ハ 指先のみでブラシを使用した 3 分間法
- ニ ブラシを使用しない 3 分間揉み洗い法
- ホ 持続殺菌効果のある速乾性擦式アルコール製剤のみによる手指消毒法

このように短時間の手洗い法でも、従来からの 10 分間法と同程度にまで手の付着細菌数を減少させることができる^{28,29)}。また、短時間手洗い法では、最後に速乾性アルコール製剤を使用することが推奨されている。

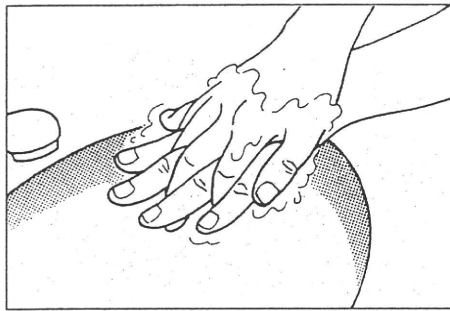
このように新しい手技が可能になった背景には、消毒薬と洗浄剤の進歩によるところが大き



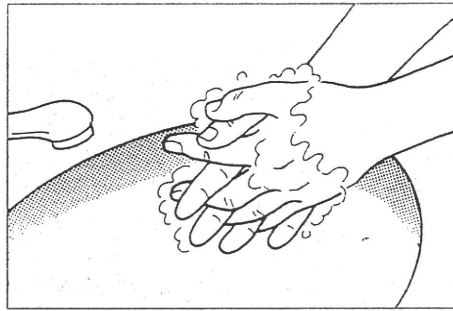
①石けん、消毒薬をつける前に手全体を濡らす



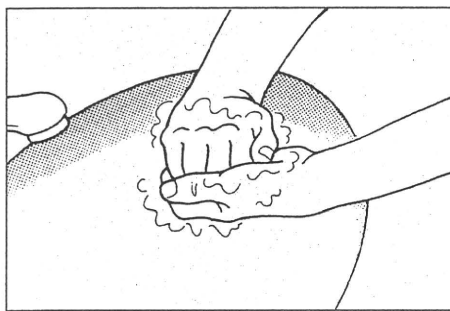
②手の平でよくこする



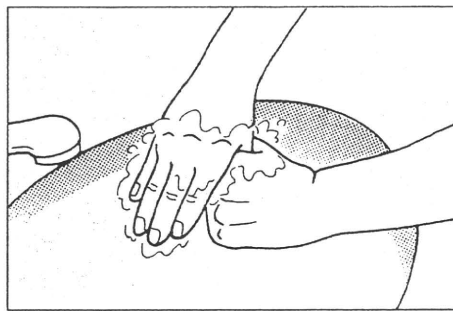
③右の手の平で左の甲を包むように洗う
反対も同様に



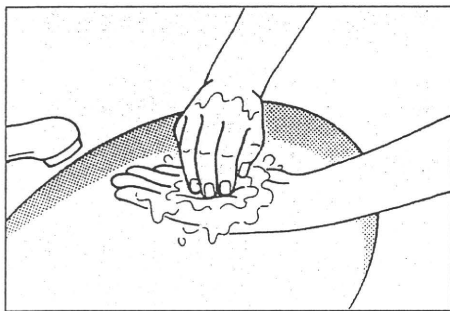
④特に指の間をよくこする



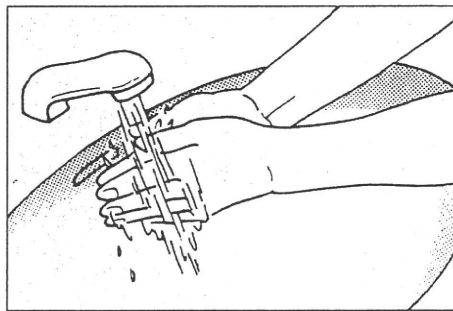
⑤指までよく洗う



⑥第1指の周囲をよくこする



⑦指先、爪をこする



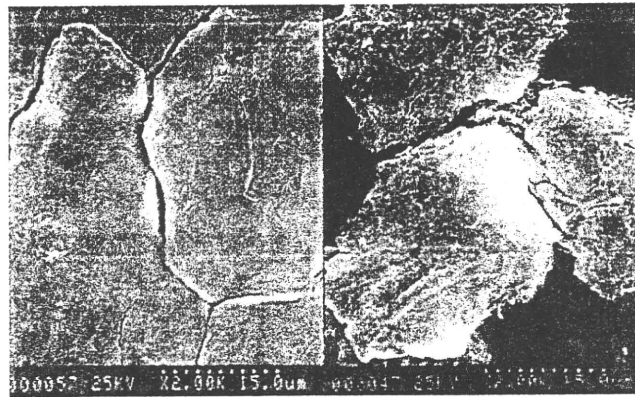
⑧ていねいにすすぎ、手拭き後よく乾燥させる

◎図 2A-6 効果的な手洗い法

い。今後は、過度のブラッシングの功罪を考え、皮膚の損傷を最小限にして、しかも洗浄殺菌効果の高い有効な手洗い法を導入していかななくてはならない。

手術時の手洗いに試用される消毒薬は、スペクトルの広い、速効的で効果の持続するものがよい^{30,31)}。通常はポビドンヨードとクロルヘキシジンである³²⁾。

7.5%ポビドンヨードまたは4%クロルヘキシジンをアルコール配合クロルヘキシジン(60%または70%イソプロパノール中の0.5%クロルヘキシジン)と比較すると、アルコール配合のクロルヘキシジンのほうが抗菌活性の残留が大きいことがわかった^{31,33)}。



左：正常な角層.

右：手荒れの強い角層.

◎写真 2A-5 手荒れの様子

5 注射薬の衛生管理

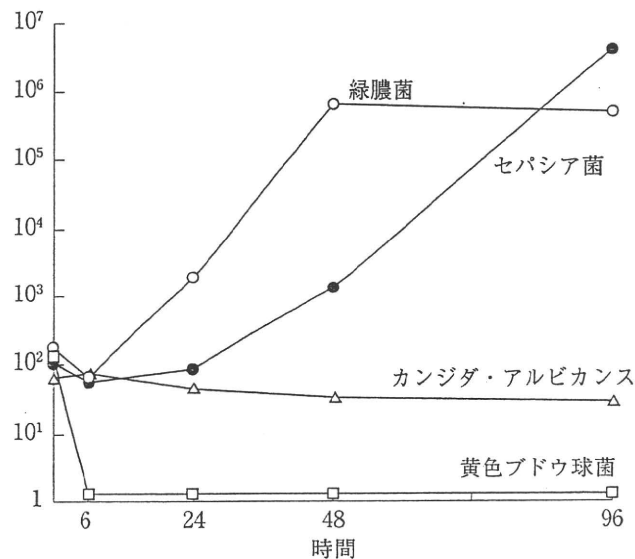
注射薬の微生物汚染に起因する重大な医療事故が少なくない。そこで、注射薬の微生物汚染防止のポイントについて述べる。

1) ポイント1

輸液中で細菌は増殖し得るとの認識が必要である

5%ブドウ糖液、生理食塩液およびリンゲル液などの微生物にとっては一見栄養分に乏しい輸液であっても、緑膿菌やセパシア菌 (*Burkholderia cepacia*) などのグラム陰性桿菌は増殖可能である³⁴⁻³⁹⁾。図 2A-7 には生理食塩液での各種微生物の動態を示したが、緑膿菌やセパシア菌などのグラム陰性桿菌は緩徐な増殖を示している。したがって、輸液中で細菌は増殖し得るとの認識が必要である。

なお、表 2A-9 に、輸液中での微生物の増殖の可否をまとめた。



◎図 2A-7 生理食塩液での微生物の動態 (30°C)