

# BEST PRACTICE FOR INFECTION CONTROL

Hand Hygiene



## 医療現場における手指衛生のためのCDCガイドライン

Guideline for Hand Hygiene in Health-care Settings  
Centers for Disease Control and Prevention



Vol.1  
MARCH 2003

Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices  
Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force

付録 Recommendations and Reports MMWR October 25, 2002/51(RR16):1-44 Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settingsの原文掲載

# 監訳にあたり

待ちこがれていたCDCの手の衛生のガイドラインの改訂版が2002年10月25日ようやく公開されました (<http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5116.pdf>)。原文ですら45頁にわたる詳細な解説が加えられています。引用文献は432件にのぼり、科学的根拠に基づくガイドラインの策定の基本が伺えます。一方で歴史的背景や解説文の長大さに比較して、勧告の項目はかなり絞り込まれています。

今回の改訂で際だっているのは、勧告に関しては現場でより効果的に運用可能な項目に限定している点ではないでしょうか？ 理屈は分かっているけど現場運用不可能な項目は理想に過ぎず、かえって混乱するとの反省から、アルコールベースの手指消毒薬の汎用を推奨しています。

この際の注意点が幾つか分かれて記載されていますが、①消毒用アルコールは十分な消毒効果の期待できる濃度で使用する、②エモリエントや保湿剤の配合された商品であることが望ましい（この際、繰り返し使用しているとべた付き感が生ずるので、その際には流水手洗いを併用する）、③消毒用アルコール以外の消毒薬を配合すると効果の持続が期待されるが、その際には配合した消毒薬によるアレルギーや手荒れに注意する、④目に見える汚れが生じた際には直ちに流水手洗いをを行う、⑤処置毎・患者毎に手指消毒を履行する、などです。勧告の各項目は至極あたりまえのことですが、本ガイドラインに勇気づけられより実践的な手指衛生を保ち適正な医療が提供できることを願ってやみません。

監訳者の判断で次頁に略号の一覧表を、また勧告文の行頭には原文にないチェック欄を設定致しました。チェック欄は各施設での手指衛生に関する現状の確認にご活用戴き、今後の各施設での見直しにお役立て戴ければ幸いです。

横浜市立大学医学部附属病院臨床検査部講師  
満田 年宏

## 本ガイドラインで使用されるおもな略号

略 号	和 名	略 号	和 名
APIC	感染管理疫学専門家協会	IV	静脈注射
AIDS	後天性免疫不全症候群	MRSA	メチシリン耐性黄色ブドウ球菌
CDC	米国疫病管理予防センター	OSHA	米国職業安全衛生管理局
CFU	コロニー形成単位	OTC	市販薬
CI	信頼区間	PCMX	クロロキシレノール
EDTA	エチレンジアミン四酢酸	RR	相対リスク
EN1500	欧州規格1500：化学消毒薬と手指消毒薬；衛生的手指洗浄試験と必要条件	RSV	RSウイルス
FDA	米国食品医薬品衛生局	SHEA	米国医療疫学学会
HCW	医療従事者	TEWL	経表皮的水分喪失
HICPAC	医療感染管理諮問委員会	TFM	(FDAの発行する) 医療用手指消毒薬製品暫定的最終基準
ICU	集中治療室	TSB	トリプチケースソイ液体培地
IDSA	米国感染症学会	VRE	バンコマイシン耐性腸球菌

# 目 次

概 要	2
<b>第Ⅰ部 手指衛生の科学的データについて</b>	3
歴史的側面	4
皮膚常在菌叢	5
正常な皮膚の生理学	6
用語の定義	7
手の上の病原体が伝播する証拠	9
手を媒介とする伝播モデル	10
手指の衛生と医療に関連した 病原体の伝播の関係	11
手指衛生製品の効能評価 のために使用した方法	13
従来方法	13
従来方法の欠点	14
手指衛生用製品について	16
普通（非抗菌）石鹸	16
アルコール	16
クロルヘキシジン	21
クロロキシレノール	22
ヘキサクロロフィン	23
ヨードとヨードホルム	23
第4級アンモニウム化合物	24
トリクロサン	24
他の薬剤	25
芽胞形成性細菌に対する 手指消毒薬の活性	26
細菌の手指消毒薬に対する 感受性の低下	27
手術時手指消毒	28
普通石鹸、抗菌石鹸／界面活性剤、 アルコールの相対的効能	29

手指衛生手段を原因とする 刺激性接触皮膚炎	30
刺激性接触皮膚炎の頻度と病態生理学	30
手指衛生製品による アレルギー性接触皮膚炎	30
手指消毒薬の副作用を減少させる ために提案されている方法	31
手指衛生製品選択の際に考慮すべき要素	32
医療従事者の手指衛生の実践	34
医療従事者の推奨手指衛生法の遵守	34
手指衛生促進のターゲット	37
行動理論から学んだ教訓	39
手指衛生改善促進のための方法	40
よりよい手指衛生の促進の効能と影響	42
手指衛生に関するその他のポリシー	44
爪とつけ爪	44
手袋着用のポリシー	44
装飾品	45
手指消毒研究の課題	46
<b>第Ⅱ部 勧 告</b>	47
カテゴリー	48
勧 告	49
<b>第Ⅲ部 実践の指標</b>	53
手指衛生改善関連ホームページ	54
付録：別表	54
引用文献	55
<b>原 文</b>	65

# 医療現場における 手指衛生のためのガイドライン

医療感染管理諮問委員会と  
医療感染管理諮問委員会／医療疫学学会／  
感染管理疫学専門家協会／感染症学会合同の  
手の衛生に関する作業部会による勧告

## Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings

Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices  
Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA  
Hand Hygiene Task Force

Prepared by

John M. Boyce, M.D.

*Hospital of Saint Raphael, New Haven, Connecticut*

Didier Pittet, M.D.

*University of Geneva, Geneva, Switzerland*

ジョン・M・ボイス<sup>1</sup>

(医学博士)

ディディア・ピテット<sup>2</sup>

(医学博士)

1. コネチカット州ニューヘイブン、セント・ラファエル病院

2. スイス、ジュネーブ、ジュネーブ大学

## 概 要

### Summary

この「医療現場における手指衛生のためのガイドライン」は、医療現場における手洗いと手指消毒についてのデータを評価し、加えて、手指衛生法の改善を促進し、医療の現場において患者や医療スタッフへの病原微生物の伝播を減少させるための具体的勧告を行う。本報告では、1985年のCDCガイドライン（Garner JS, Favero MS. 手洗いと病院環境管理のためのCDCガイドライン、1985年、*Infect Control* 1986；7：231-43）と1995年APICガイドライン（Larson EL、APICガイドライン委員会、医療現場における手洗いと手指消毒のためのAPICガイドライン、*Am J Infect Control* 1995；23：251-69）が出された後に発表された研究結果を調査し、医療従事者の手指衛生方法や推奨される手洗い方法が医療スタッフにより遵守されているか、また、遵守にマイナスの影響を与える要因についてレビューした。アルコールベースの手指衛生製品の人体における効果と、その使用による皮膚炎発生率が低いことについての新たな研究についてもレビューした。最近の研究により、手の衛生を保つことに関するプロモーションプログラムの総合的な価値と手指衛生を保つ必要のある現場でのアルコールベースの擦り込み式手指衛生製品の潜在的な役割について明らかとなっている。関連事項（手術時手指消毒、ローションやクリーム、つけ爪の使用など）に関する勧告も記載した。

# 第 I 部 手指衛生の科学的データについて

**Part I. Review of the Scientific Data Regarding Hand Hygiene**

## 歴史的側面

### Historical Perspective

石鹼と水による手洗いが、手や身体の衛生手段として何世代にもわたり、考えられてきた (1)。手指消毒薬を使って手の洗浄を行うという考え方は、おそらく19世紀初頭に出現したと思われる。1822年にはすでに、フランスの薬剤師がさらし粉やソーダを含む溶液は、死体からの異臭を消す効果があり、こうした溶液を環境消毒薬また生体消毒薬として使用できることを証明している (2)。この薬剤師はまた、1825年に発表した論文に、伝染病患者を担当する医師やその他のスタッフが、塩素化合物溶液に手を浸すことの有用性について述べている (2)。

Ignaz Semmelweisは1846年にウィーンの総合病院第一クリニックの医学生や医師の介添えにより分娩した産婦の死亡率が、第二クリニックで産婆の介添えによる産婦よりも一貫して高いことに着目した (3)。同医師は、解剖室から産科へと動く医師には、産科クリニックに入る前に石鹼と水で手洗いをしたにもかかわらず手に異臭が残っていることに注目し、多くの産婦の産褥熱<sup>\*1</sup>の原因は、これら医学生や医師の手を通じて、解剖室から産科へと伝播された「死体粒子」であると仮定した。Semmelweisはすでに知られていた塩素化合物の消臭作用を根拠にして、1847年5月付けで、クリニックにおいて患者と交わった医学生と医師は塩素溶液で手の洗浄を行うように訴えた。これにより第一クリニックの産婦の死亡率は劇的に減少し、その後死亡率は何年にもわたって低いまま推移した。このSemmelweisによる介入は、患者間で手指消毒薬を使ってしっかりと手指を消毒することが、単なる石鹼と水による手洗いよりもより効果的に医療関連の伝染病の伝播を減少させることを示す最初の証拠となっている。

1843年には、Oliver Wendell Holmesが独自に、産褥熱は医療従事者の手により拡大されると結論した (1)。Holmesはこの拡大を抑えるための手段を論文化

したが、彼の勧告は当時産科の実践にはあまり影響を与えなかった。しかし、SemmelweisとHolmesのこうした独創性に富んだ研究の結果、手洗いは、医療施設における病原体の伝播を防止するための最も重要な手段のひとつとして徐々に受け入れられるようになった。

1961年には、米国公衆衛生局が、医療従事者用の手洗いの方法について解説したトレーニングフィルムを作成した (4)。当時、医療従事者は患者との接触の前後に1〜2分間石鹼と水で手洗いをを行うよう勧告されており、手指消毒薬で手をすすぐことは、手洗いよりも効果が劣ると信じられていた。手指消毒薬の使用は緊急の場合や手洗い用の流し台（シンクのこた）のない所でのみ推奨されていた。

1975年と1985年にCDCより、病院における手洗い方法に関する正式なガイドラインが発表された (5, 6)。このガイドラインでは、患者と接触するほとんどの場合はその接触の前後に抗菌薬の入っていない石鹼で手を洗い、侵襲的手技を施したり、ハイリスク患者のケアを行う前後には抗菌薬入りの石鹼で手を洗うことを推奨していた。また、流水を用いない手指消毒薬（アルコールベースの溶液など）の使用は、流し台のない所でのみ推奨されていた。

1988年と1995年には、感染管理疫学専門家協会（Association for Professionals in Infection Control / APIC）から、手洗いと手指消毒に関するガイドラインが発表された (7, 8)。推奨される手洗い方法は、CDCのガイドラインに似たものであった。1995年にはAPICのガイドラインは、アルコールベースの手指衛生製品についてより詳細な記述を追加し、以前のガイドラインで推奨した範囲よりも広い臨床の場での使用を支持した。1995年と1996年には、医療感染管理諮問委員会（Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee/HICPAC）が、多剤耐性病原菌

#### 【監訳者注】

<sup>\*1</sup> 産褥熱：分娩時および産褥期に、産道の創傷に生じた細菌性の性器内感染症。臨床的には産褥10日目までに2日間以上に渡って38℃以上の発熱を示した場合、産褥熱としている。産褥時に合併した腎盂腎炎や腸管感染症などは含まない。レンサ球菌およびブドウ球菌、グラム陰性桿菌などが起炎菌となる。

(バンコマイシン耐性腸球菌 [VRE] やメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 [MRSA] など) の患者の病室を出る前に、抗菌石鹸や無水手指消毒薬により手の消毒を行うことを推奨している (9, 10)。これらのガイドラインは、ルーチンの患者ケアを含み、その他の臨床現場における手洗いと手指消毒についても勧告を行った。APICとHICPACのガイドラインは大半の病院で採用されているが、医療従事者の実際の推奨手洗い方法の遵守は低いままであった (11, 12)。

この分野での最近の動向が刺激となって、手指衛生に関する科学的データの調査と、医療施設における手指衛生方法を改善するための新しいガイドラインの作成が行われた。この文献調査とそれに付随する勧告は、HICPAC、米国医療疫学学会 (Society for Healthcare Epidemiology of America/SHEA)、APIC、米国感染症学会 (Infectious Diseases Society of America/IDSA) の代表からなる手指衛生に関する作業部会により行われた。

## 皮膚常在菌叢

### Normal Bacterial Skin Flora

手指消毒へのさまざまなアプローチの目的を理解するためには、皮膚常在菌の知識は不可欠である。通常人間の皮膚には細菌が定着している。身体の場所によって、好気性菌の総検出数は異なる (頭皮  $1 \times 10^6$  CFU (コロニー形成単位) /cm<sup>2</sup>、腋窩  $5 \times 10^5$  CFU/cm<sup>2</sup>、腹部  $4 \times 10^4$  CFU/cm<sup>2</sup>、前腕  $1 \times 10^4$  CFU/cm<sup>2</sup>) (13)。医療スタッフの手の検出総細菌数には、 $3.9 \times 10^4$  から  $4 \times 10^6$  までの幅がある (14-17)。1938年、手から採取される細菌は、通過型と常在型の2つのカテゴリーに分けられた (14)。皮膚の表面層に定着する通過菌は、ルーチンの手洗いによって除去しやすいものである。こうした菌は、患者との直接の接触や、患者の近くにある汚染された環境面との接

触により、医療従事者に伝播する。通過菌は医療に関連した感染に最も多く関与する微生物である。皮膚のより深い層に付着している常在菌叢は、通過菌に比べて除去するのは容易ではない。加えて、常在菌叢 (コアグラエゼ陰性ブドウ球菌、類ジフテリア\*<sup>2</sup>など) は、医療に関連した感染に関与することは少ない。医療従事者の手には病原性細菌 (黄色ブドウ球菌など)、グラム陰性桿菌、酵母様真菌\*<sup>3</sup>などが絶えまなく定着していると考えられている。個人個人で通過菌、常在菌叢の数は相当ばらつきがあるが、一人一人を見ると、その数はだいたい一定していることが研究者により報告されている (14, 18)。

#### 【監訳者注】

\*<sup>2</sup> 類ジフテリア (diphtheroid)：動物からよく分離されるジフテリア菌と同じ、コリネバクテリウム属菌の偽ジフテリア菌、ゼローシス菌などを指し、ジフテリア菌とは鑑別を要する。

\*<sup>3</sup> 酵母様真菌：病原性真菌は形態学上カンジダ属菌のような分芽 (budding) によって増殖する酵母様真菌と、先端部の伸展・側枝の形成によって増殖するアスペルギルス属菌のような糸状菌がある。酵母様真菌の代表的な菌はカンジダ アルビカンス (*Candida albicans*) である。

# 正常な皮膚の生理学

## Physiology of Normal Skin

皮膚の主な機能は、水分の損失を減少させること、および磨耗的作用や微生物からの保護、さらに環境に対し透過性のあるバリアとして働くことである。皮膚の基本的構成は、最も外側から内側の層への順で、まず表面層（角質層、約10～20  $\mu\text{m}$ の厚みを持つ）、表皮層（厚さ約50～100  $\mu\text{m}$ ）、真皮層（厚さ約1～2mm）、皮下組織（厚さ約1～2mm）と続く。経皮的吸収に対するバリアは、皮膚の構成のなかで最も薄い角質層内にある。角質層には角質細胞が含まれており、これは平らで多面体形をした無核細胞で、表皮層にある最終的に分化されるケラチン生成細胞（ケラチノサイト）の残骸である。角質細胞は主に、交差結合したタンパクや、共有結合した脂質で安定化した細胞包膜に囲まれた不溶性のケラチン束からなる。角質層の角質細胞を互いに結合するのは、極性構造（角質デスモソームなど）であり、これが角質層の結合に関与している。

角質層の細胞間域は、主にケラチノサイトの最終的分化の際の層状体の細胞外分泌により産生された脂質からなる。細胞間脂質は皮膚バリアとして作用するために必要であり、唯一の連続的な領域を形成する。角質層のすぐ下にあるのは表皮層であり、角質層の合成を担う10～20層の角質化上皮細胞の層からなる。この層には、皮膚の色素沈着に関与するメラニン細胞、抗体生成や免疫反応に関して重要なランゲルハンス細胞<sup>\*4</sup>、正確な役割がまだ完全には解明されていない感覚受容におけるメルケル細胞<sup>\*5</sup>をも含んでいる。ケラチノサイトが最終的分化の過程に入ると、平板化し角質細胞の特徴である大きさとなる（すなわち、直径が10～12  $\mu\text{m}$ から20～30  $\mu\text{m}$ に変化し、容積が10～20倍に増加する）。表皮層に血管網は含まれておらず、ケラチノサイトは、間質液を通じた受動的拡散により下層から栄養を得ている。

皮膚はダイナミックな構造物である。バリア機能は下層の表皮の死、変質、圧縮からのみ得られるものでは

ない。角化と落屑のプロセスが密接に結びついており、角質層の合成は損失と同じ速さで行われている。皮膚のバリア形成は、恒常的な維持制御のもとにあることが、多くのデータにより確認されている（皮膚剥離や溶媒により除去され、バリアをなくした場合の表皮の応答反応により説明される）。状況的証拠では、ケラチノサイトの増殖速度が、皮膚バリアの完全性に直接影響していることが示されている。増殖速度が全般に上がると、1) 栄養（必須脂肪酸など）の摂取 2) タンパクと脂質の合成 3) 皮膚バリア機能に必要な前駆分子の処理に使える時間が減少する。表皮増殖の増加速度が慢性的であるが量的に小さな場合にも、皮膚バリアの機能の変化につながるかどうかは未だ明らかではない。したがって、刺激物によるバリア機能の低下のどの程度が、表皮細胞増殖によるものかもわかっていない。

角質層の形成に関して現在わかっていることは、皮膚バリアへの損傷に対する表皮細胞の反応の研究に基づいている。皮膚バリアを損傷する実験的操作には、1) 皮膚脂質を無極性溶剤で抽出する 2) 接着テープを用いて角質層を物理的に剥離する 3) 化学的に誘発した刺激を与える、などの方法がある。こうした実験的操作のどれを用いても、経表皮的水分喪失（TEWL）として判定される皮膚バリア機能の低下につながる。最もよく研究されている実験形態は、マウスの皮膚をアセトンで処理する方法である。この実験によると、TEWLがすぐにかつ顕著に増加し、皮膚バリア機能が低下する。アセトンによる処理は皮膚からグリセロリピッドとステロールを選択的に除去するが、このことは、それ自体では十分とはいえないまでも、こうした脂質がバリア機能に必要なことを示唆している。界面活性剤は、細胞間脂質域においてアセトンのような作用をする。正常なバリア機能には、2段階を経て戻る。バリア機能の50%～60%は通常6時間以内に回復するが、完全な正常機能の回復には5～6日を要する。

### 【監訳者注】

<sup>\*4</sup> ランゲルハンス細胞（Langerhans cells）：樹状の突起とバーベック顆粒を有する。免疫（間葉）系細胞で抗原呈示能を持つ。

<sup>\*5</sup> メルケル細胞（Merkel cells）：メルケル細胞は皮膚（表皮）と口腔粘膜に分布する非角化性上皮細胞で、機械刺激に対する感覚受容器に関与すると考えられている。

# 用語の定義

## Definition of Terms

**アルコールベースの擦り込み式手指消毒薬 (alcohol-based hand rub)**：手指についた微生物の数を減らすために、手指に塗布するために作られたアルコールを含む製品。米国では、こうした製品には通常60%～95%のエタノールまたはイソプロパノールが含まれている。

**抗菌石鹸 (antimicrobial soap)**：抗菌薬を含む石鹸（界面活性剤）。

**手指消毒薬 (antiseptic agent)**：微生物数を減らすために皮膚に塗布する抗菌物質。例えば、アルコール、クロルヘキシジン、塩素、ヘキサクロロフィン、ヨード、クロロキシレノール（PCMX）、第4級アンモニウム化合物、トリクロサンなどである。

**消毒薬を用いた手洗い (antiseptic handwash)**：手指消毒薬を含む石鹸やその他の界面活性剤と水で手を洗うこと。

**擦り込み式手指消毒 (antiseptic hand rub)**：微生物数を減らすために、手の全ての表面に手指消毒薬を塗布すること。

**蓄積効果 (cumulative effect)**：試験材料を繰り返し塗布した後に回収される微生物の数が累進的に減少すること。

**手指の汚染除去 (decontaminate hands)**：擦り込み式手指消毒薬や消毒薬を用いて手洗いを行うことにより、手についた細菌数を減らすこと。

**界面活性剤 (detergent)**：洗剤（サーファクタント）は、洗浄作用を持つ化合物である。親水性の部分と脂肪親和性の部分からなり、陰イオン系、陽イオン系、両性系、非イオン系の4グループに分類することができる。医療の現場で手洗いや消毒薬を用いた手洗いに使用される製品にはいろいろなタイプの製品があるが、このガイドラインでは、こうした界面活性剤を指して「石鹸」という言葉を使用している。

**手指消毒 (hand antisepsis)**：消毒薬を用いた手洗いまたは擦り込み式手指消毒の項を参照。

**手指衛生 (hand hygiene)**：手洗い、消毒薬を用いた手洗い、擦り込み式手指消毒、手術時手指消毒のいずれかを指して使われる一般的な表現。

**手洗い (handwashing)**：普通（非抗菌性）の石鹸と水による手洗い。

**持続効果 (persistent activity)**：持続効果とは、製品の塗布後に微生物の増殖や生存を防止または抑制する長期的な抗菌効果として定義している。この効果は、塗布後数分後または数時間後に塗布部位のサンプリングを行い、初期値（消毒前の値）と比較して、細菌に対する抗菌効果があることによって証明される。この特性は、「残留効果」とよばれることもある。手洗いに細菌を相当数減少させるのであれば、実質的および非実質的な活性成分のいずれでも持続活性を持つことが可能である。

**普通石鹸 (plain soap)**：普通石鹸とは、抗菌薬を含まない界面活性剤、あるいは保存剤（防腐剤）としてのみ有効な少量の抗菌薬を含む洗剤をいう。

**実質性 (substantivity)**：実質性とは、角質層に付着し（すすぎや乾燥の後にも皮膚上に残り）、皮膚上に残留する細菌の生育を抑制する効果を持つ、一定の活性成分の属性をいう。

**手術時手指消毒 (surgical hand antisepsis)**：手についている通過菌を除去し、常在菌叢を減少させるために手術スタッフが術前に行う消毒薬を用いた手洗いや擦り込み式手指消毒。

**目に見えて汚染された手 (visibly soiled hands)**：目に見える汚れや、タンパク性物質、血液、その他体液（糞便や尿など）によって目に見えて汚染された手。

**流水を必要としない手指消毒薬 (waterless antiseptic agent)**：別途に水を必要としない手指消毒薬。塗布の後、乾燥するまで手を擦りあわせる。

**米国食品医薬品衛生局 (FDA) の製品カテゴリー**：1994 年FDA発行の医療用手指消毒薬製品暫定的最終基準（Tentative Final Monograph for Health-Care Antiseptic Drug Products, 以下TFMと略す）は、製品を3つのカテゴリーに分類し以下のように定義している（19）。

- ・**患者の術前皮膚消毒薬 (patient preoperative skin preparation)**：損傷のない皮膚上の微生物数を大幅に減少させ、速効性があり、広域スペクトラム<sup>\*6</sup>

で、持続性のある生体消毒薬を含む製品。

- **消毒薬を用いた手洗い製品または医療従事者用手洗い製品**（*antiseptic handwash or HCW handwash*）：頻繁に使用することを意図した生体消毒薬入りの製品。損傷のない皮膚上の微生物数を十分な洗浄、すすぎ、乾燥の後、初期値にまで減

少させる。広域スペクトラムであり、速効性があり、できれば、持続性を持つ。

- **手術時手指消毒薬**（*surgical hand scrub*）：損傷のない皮膚上の微生物数を大幅に減少させる生体消毒薬入りの製品。広域スペクトラムで、速効性、持続性がある。

---

【監訳者注】

\*6 広域スペクトラム：スペクトラムは抗菌薬や消毒薬が有する殺菌（静菌）あるいは、消毒効果の適応の幅の広さを現す際に使用される用語である。「広域」は幅広い微生物に対応していることを示し、逆に「狭域」は少ない（狭い）範囲の微生物にしか効果を示さない場合に使用される。

# 手の上の病原体が伝播する証拠

## Evidence of Transmission of Pathogens on Hands

一人の患者から別の患者へと、医療従事者の手を介して医療関連の病原体が伝播するには、下記のような経過がある。

- ・患者の皮膚上の微生物や、患者の身邊に存在する物に落ちた微生物が、医療従事者の手により伝播する。
- ・これらの微生物は、医療従事者の手において、少なくとも数分生存する。
- ・次に、医療従事者の行う手洗いや手指消毒が不十分であったり、もしくは、まったく欠落していたりする。あるいは、手指衛生に使用した製品が不適正なものである。
- ・最後に、医療従事者の汚染された手が、別の患者と直接接触するか、患者が直接接触をするような物と接触する。

医療関連の病原体は、患者の感染創や分泌物のでている創からのみならず、正常で損傷のない皮膚の定着形成しやすい部分からも検出される（20-31）。会陰部や鼠径部が通常最も多く定着している部位であるが、腋窩、胴、腕（手を含む）もしばしば定着をみることがある（23, 25, 26, 28, 30-32）。患者の、損傷のない皮膚部分に存在する微生物（黄色ブドウ球菌、プロテウス ミラビリス [*Proteus mirabilis*]、クレブシエラ属菌、アシネトバクター属菌など）の数は、100～10<sup>6</sup>/cm<sup>2</sup>の幅がある（25, 29, 31, 33）。糖尿病患者、慢性腎不全で透析を受けている患者、慢性皮膚炎の患者は、損傷のない皮膚でも黄色ブドウ球菌が定着している可能性が高い（34-41）。正常な皮膚からは、微生物を含む皮膚の扁平上皮細胞が毎日およそ10<sup>6</sup>個剥がれ落ち（42）、患者のガウン、ベッドリネン、ベッドサイドの家具、その他患者の身の回りの物は、患者の菌により簡単に汚染される（30, 43-46）。こうした汚染はとくにブドウ球菌属菌や腸球菌属菌によることが多く、これらの菌は乾燥に対し耐性である。

患者の菌がスタッフの手に付着することになる患者

ケア行為の種類についてデータは限られたものしかない（26, 45-51）。これまで、最も手の汚染となる患者ケア行為を可能性が高い順に分類しようとする試みがなされてきた（52）。しかし、こうした分類の試みは、発生した細菌汚染の程度を数量化することにより確認されてはいない。看護師は、一見「清潔」と思われる行為（患者を持ち上げる、脈をとる、血圧測定、口内温度の測定、患者の手、肩、股部分を触るなど）で、手に100～1,000CFUのクレブシエラ属菌の汚染を受ける可能性がある（48）。同様に、別の研究では、プロテウス ミラビリスが高濃度に定着（25）している患者の股部分に触った看護師の手を培養したところ、看護師の手のグローブジュース<sup>\*7</sup>のサンプルより10～600CFU/mLのプロテウス ミラビリスが検出されたと報告している。最近では、患者に直接接触する創傷部位、IVカテーテル、気道などのケア、および患者分泌物の取り扱いによる医療従事者の手の汚染について研究した事例がある（51）。寒天平板培地に指を押し付けて細菌の培養を行うと、指先から回収された細菌数は、0から300CFUの幅があった。この研究のデータは、患者に直接接触するケアと気道ケアが、スタッフの指先汚染を惹起する可能性が最も高いことを示していた。分離菌の15%はグラム陰性桿菌であり、11%が黄色ブドウ球菌であった。患者ケアに要した時間と、医療従事者の手の細菌汚染強度は強く関連していた。

医療従事者は、「清潔手技」を行ったり、入院患者の損傷のない皮膚部分を触ったりすることによっても、グラム陰性桿菌、黄色ブドウ球菌、腸球菌、あるいはクロストリディウム ディフィシル（*Clostridium difficile*）などにより手を汚染する可能性がある（26, 45, 46, 53）。さらに、呼吸器合胞体ウイルス（respiratory syncytial virus：以下RSウイルス）に感染している乳児のケア担当スタッフも、一定の行為（乳児にミルクなどを与える、おむつを換える、乳児と遊ぶなど）でRSウイルスを得ている（49）。乳児の分泌物で

### 【監訳者注】

\*7 グローブジュース：消毒薬の消毒効果の評価法の一つ。対象消毒薬で手を消毒した後、滅菌手袋（グローブ）を装着し手袋内にサンプリング液と中和液を入れる。手袋の外側から十分手をマッサージした後、中の溶液（ジュース＝絞り汁）を取り出し、細菌の定量培養を行う。

汚染された表面とのみ接触のあったスタッフも、手にRSウイルスがつき、これを自分の口や結膜の粘膜に接触することにより、RSウイルスによる汚染を受ける可能性がある。その他の研究でも、医療従事者は病室内の物に触れただけで手（または手袋）を汚染する可能性があることが報告されている（46, 53-56）。いずれの研究においても、病院スタッフの手の汚染が易感染患者に病原体を伝播させたかどうかを判定させる報告は見られなかった。

他にも、医療行為に関連した病原体による医療従事者の潜在的な手の汚染は報告されているが、前述した患者との接触の分類と関連づけていない（15, 17, 57-62）。たとえば、医療従事者の間で手袋の着用が一般的になる以前は、隔離病棟で働く看護師は15%が手に中央値で $1 \times 10^4$  CFUの黄色ブドウ球菌を（61）、また、総合病院で働く看護師の、29%が手に黄色ブドウ球菌

の付着をしており（中央値：3,800 CFU）、さらに、皮膚科病院に勤務する看護師では78%が手に黄色ブドウ球菌の付着をみた（中央値： $14.3 \times 10^6$  CFU）。同様に、看護師の17%~30%に手にグラム陰性桿菌が付着していた（中央値：3,400~38,000 CFU）。ある研究では、ICUスタッフの21%の手から黄色ブドウ球菌が検出され、また、医師の21%と看護師の5%は手に1,000 CFUを超える黄色ブドウ球菌を保菌していた（59）。一方、別の研究では、脳外科病棟に勤務するスタッフの手には、黄色ブドウ球菌が平均3 CFU、グラム陰性桿菌が平均11 CFU付着しており、上述より低いことを確認している（16）。継続的に医療従事者の手を培養することによって、医療従事者の100%が少なくとも一度はグラム陰性桿菌を保菌しており、また、64%が少なくとも一度は黄色ブドウ球菌を保菌していたことが判明した。

## 手を媒介とする伝播モデル

### Models of Hand Transmission

さまざまな実験モデルで感染性微生物の伝播について何人かが研究している。ある研究では、看護師に対してグラム陰性桿菌が極めて多く定着する患者股部に（あたかも大腿動脈の脈拍をとるかの如く）15秒間触れるよう実験が組まれた（25）。看護師は次に普通石鹸と水、あるいはアルコールリンスで手の洗浄を行った。手の洗浄を行った後、指を使って導尿カテーテルの一片に触れ、当該カテーテル片の培養が行われた。この研究では、患者の湿り気はあるが損傷のない皮膚部分に触れると、普通石鹸と水で手洗いを行っても、最終的にカテーテル片への伝播となるのに十分な微生物が看護師の手に移動することがわかった。

手の接触を媒介とした、人工的に汚染された「提供

者（以下ドナー）」の布から、清潔な「被提供者（以下レシピエント）」の布への微生物の伝播も研究されている。この研究結果は、接触時にドナーの布か手が濡れている場合には、移動する微生物数が多いことを示している（63）。全体としては、汚染されたドナーの布からの微生物の0.06%のみが、手の接触を媒介としてレシピエントの布に移っている。汚染布から清潔布に手を媒介として移ったスタフィロコッカス サプロフィティクス（*Staphylococcus saprophyticus*）、緑膿菌、セラチア属菌の数は、大腸菌のそれよりも多かった（64）。また、濡れた手からさまざまな表面に移動する微生物数（ $>10^4$ ）は、完全に乾いた手からの移動の数よりも多かった（65）。

# 手指の衛生と医療に関連した病原体の伝播の関係

## Relation of Hand Hygiene and Acquisition of Health-Care-Associated Pathogens

手指の消毒は、医療関連の感染発生率を減少させる（66, 67）。歴史的な試験としては、1847年にウィーン総合病院の第一産科クリニックで分娩した産婦の死亡率が、病院スタッフが手指消毒薬で手の洗浄を行ったときの方が、普通石鹸と水で洗っていたときよりもずっと低いことを示した報告がある（3）。

1960年代になって、国立公衆衛生研究所と公衆衛生局長官事務局の後援する前向き対照臨床試験による研究<sup>\*8</sup>では、黄色ブドウ球菌の定着のある乳児を扱った後にもかかわらず、手を洗わない看護師によってケアされた乳児は、ヘキサクロロフィンを使用して手の洗浄を行った看護師にケアされた乳児に比べ、より頻繁に、また、より速い速度で黄色ブドウ球菌が伝播されたことが示された（68）。この試験は、患者との接触間に手指消毒薬で手を洗うことは、手を洗わない場合と比較すると、医療関連病原体の伝播を減少させることを証明した。

普通石鹸と水による手洗いと、なんらかの形での手指消毒とについて、医療に関連した感染に及ぼす効果の比較研究がなされたが（69, 70）、消毒薬を用いた手洗いが行われた場合の方が、医療に関連した感染率は低かった（69）。別の研究では、あるICUにおける消毒薬を用いた手洗いはより低い医療に関連した感染率と関係づけられたが、他の部署では関連づけられなかった（70）。

医療に関連した感染の率は、クロルヘキシジンを含む界面活性剤による「消毒薬を用いた手洗い」が行われた後の方が、普通石鹸による手洗いや、アルコール

ベースの手指消毒薬の使用の場合よりも低かった（71）。しかし、両方の方法が併用されている部署では、アルコール手指消毒薬が使われた量は非常に少なく、また、ポリシーの遵守はクロルヘキシジンが使えるときの方が高かった。そのため、いずれの要因（すなわち、手洗いの方法か、遵守の違いか）が感染率を低くする要因であったかを判定することは困難であった。また別の研究では、医療関連のMRSAの伝播も、衛生的手洗い用の抗菌石鹸が変更されたことにより減少したと評価している（72, 73）。

病院スタッフの手洗い頻度の高まりが、患者間でのクレブシエラ属菌の伝播の減少と結び付けられている（48）。しかし、こうした研究は、スタッフの手洗いレベルを数値で示すことはしていない。最近の研究では、病院スタッフの手指消毒の頻度が上がったときに、さまざまな医療関連の病原体の伝播が減少したと報告している（74）。この研究も、またもうひとつの研究（75）も、推奨される手指衛生の手段の改善につれて、医療関連の感染の罹患率が減少したことを報告している。

アウトブレイク<sup>\*9</sup>調査により、感染と人手不足や過密状態との関連が示唆されている。この関連づけは、一貫して手指衛生をきちんと行っていないことと連動していた。中心静脈カテーテル関連の血流感染に関するリスクファクターのアウトブレイク調査（76）で、交絡因子<sup>\*10</sup>の調整を行った後、患者対看護師の割合が血流感染の独立したリスクファクターとして残り、限界閾値を下回るほどの看護スタッフの削減が、十分な

### 【監訳者注】

\*8 前向き対照臨床試験による研究：研究のデザインには、全て事前に条件を設定した上で検討を開始する「前向き研究（prospective study）」と事後に残された状況を調査して研究に役立てる「後ろ向き研究（retrospective study）」とがある。研究の質的価値は前向き研究が優れている。研究にあたり倫理面の配慮が欠かせない。この際、研究の妥当性を証明するために、陽性ならびに陰性あるいは基準となる比較対照を適切に置くことが重要である。

\*9 アウトブレイク：病院感染の発生率が閾値（2標準偏差値やあるパーセンタイル値）より高くなったり、フィッシャーの確立テストなどにより優位に高い場合「アウトブレイク（outbreak）」あるいは「エビデミック（epidemic）」という。

\*10 交絡因子：ある危険因子の曝露と転帰結果の関連を考える際に、その危険因子に付随し表には現れていないその他の危険因子が直接転帰に関連し、観察している因子は直接的には関連していない場合を「交絡（confounding）」と言う。例えば、ある食物と大腸癌の関係を調べる時、実際には付随する他の因子が直接に癌の発生と関係するような場合である。このように曝露と転帰に係わる因子を「交絡因子（confounderまたはconfounding factor）」と定義している。

カテーテルケアをできなくしたため、そのアウトブレイクに寄与した可能性がある。看護師の人手不足は、基本的感染管理手段（手指衛生など）への注意が散漫になり、それによってICUにおけるMRSAの伝播拡大を促進することになる（77）。新生児ICUにおけるエンテロバクター クロアーカ（*Enterobacter cloacae*）のアウトブレイク（78）の場合、その日の入院乳児数が当該新生児ICUの最大収容人数を超えており、この結果各患者にあてがわれるスペースが現在の推奨レベルを下回っていた。平行して、勤務中スタッフ数も、仕事量から必要とされる人数を大きく下回っており、

このためにも基本的感染管理手段への注意が散漫となった。仕事量がピークに達している時点での手指衛生の遵守率は25%にすぎず、これが人手不足が解消し過密状態が解決された後には70%にまで上昇した。サーベイランスにより、この期間の入院は、医療に関連した感染の4倍のリスクを伴っていたことが報告されている。この研究は、仕事量と感染の関係を示したのみならず、微生物の拡大の中間的原因——すなわち手指衛生ポリシーの遵守の非徹底——をも浮き彫りにしている。

# 手指衛生製品の効能評価のために使用した方法

## Methods Used to Evaluate the Efficacy of Hand-Hygiene Products

### 従来方法

手洗い、消毒薬を用いた手洗い、手術時手指消毒プロトコルの *in vivo*<sup>\*11</sup>における効能を調査するために、さまざまな方法が使われている。さまざまな研究間の相違には、1) 試験剤の使用の前に細菌によりわざと手を汚染したか 2) 指や手を汚染するために用いた方法 3) 手指衛生製品の手への塗布量 4) 製品の皮膚との接触時間 5) 試験溶液の使用の後に皮膚から細菌を回収するのに使用した方法 6) 製品の効能の表現方法（皮膚から回収した細菌の減少度合いをパーセント表示するか、皮膚から放出された細菌の減少量を対数表示するか）、などがある。こうした相違はあるにせよ、研究の大半は、通過菌を除去するための製品に焦点をあてているものと、常在菌叢を除去するための製品に焦点をあてているものとの2つのカテゴリーに分けることができる。通過菌を医療従事者の手から除去するための製品に関する研究の大半は、普通石鹸、抗菌石鹸、または、無水手指消毒薬を使用する前に、試験ボランティアの皮膚に試験微生物を規定量接種して汚染させている。これに対し、手術時手指消毒用に試験された製品は、試験ボランティアの手を人工的に汚染することなく、常在菌叢を除去する製品能力を試験している。

米国では、医療従事者用の消毒薬を用いた手洗い製品は、FDAの大衆医薬品部門で規制されている。医療従事者向けの手洗い製品と手術時手指消毒薬の *in vitro*<sup>\*11</sup>試験と *in vivo*試験に関する要件が、FDAの医療用手指消毒薬製品暫定的最終基準（Tentative Final Monograph for Healthcare Antiseptic Drug Products, TFM）に概説されている（19）。医療従事者向け手洗い製品としての使用が意図される製品は、標準化された方法で評価される（19）。試験は試験対象製品（試験製品）の使用説明に従い行われる。初期値の細菌のサンプリング前と、試験製品による手洗いの前に毎回、

セラチア マルセッセンス（*Serratia marcescens*）の標準懸濁液5mLを手塗布し、手表面全体に対して擦りあわせる。次に、試験製品を所定量手に塗布し、手全体と前腕1/3に広げる。水道水を少量加え、所定の時間泡をたてて手と前腕1/3の表面全体を洗浄する。次に、手と前腕を40℃の水道水で30秒間すすぎを行う。1回目、3回目、7回目、10回目の手洗いの後、サンプリング用のゴム手袋またはポリエチレンバッグを左右の手にはめ、各手袋に75mLのサンプリング溶液を加える。手袋は手首のところで留められている。手表面全体を1分間マッサージし、吸引により検体を採取し定量的培養を行う。通常サンプリング溶液に抗菌薬の中和剤は加えないが、サンプリング液の希釈により抗菌薬の中和効果が得られない場合は、試験製品用の中和剤がサンプリング溶液に加えられる。無水製品についても、同様の手順が用いられる。TFMの効能基準は、初回使用の後5分以内にそれぞれの手の指標微生物が2-log<sub>10</sub>減少すること、10回目の後5分以内にそれぞれの手の指標微生物が3-log<sub>10</sub>減少することとなっている（19）。

手術時手指消毒薬として意図された製品も、標準化された方法により評価される（19）。試験ボランティアはネイルスティックで爪の下をきれいにし、爪を切る。すべての装飾品を手と腕からはずす。手と前腕2/3を水道水（38～42℃）で30秒間すすぎ、さらに30秒間非抗菌石鹸で洗って、また、30秒間水道水ですすぐ。そこで、初期値の微生物数を測定する。次に、メーカーの使用説明に従い試験製品を使用し、手術前手指消毒を行う。製品についての使用説明がない場合には、手と前腕を5分間洗浄してすすぐという行為を2回行う。初期値からの細菌減少の割合を、5日間で11回手指洗浄を行って判定する。手のサンプリングを1日目、2日目、5日目には、最初の手指消毒から1分後、3時間後、6時間後に行う。洗浄の後、試験ボランティアに手袋をはめさせて、サンプリング溶液75mLを一

#### 【監訳者注】

\*11 *in vivo*, *in vitro*：一般的に科学論文では人体や動物実験による生体内で実験を行う場合の状況を「*in vivo*」、試験管内での実験を「*in vitro*」と表現する。

方の手袋に入れ、手表面全体を1分間マッサージする。吸引により検体を採取し、定量的培養を行う。もう一方の手袋は6時間つけたままにし、同じ方法で検体を採取する。TFMでは、製品塗布1分以内にそれぞれの手についている細菌数を1  $\log_{10}$  減少させること、6時間以内にそれぞれの手の細菌細胞数が初期値を大きく上回らないことを要求している。また、製品は初期値と比較して、2日目の終わりまでに、製品塗布1分後に各手の微生物数を2- $\log_{10}$  減少させ、5日目の終わりまでに、製品塗布後1分以内に各手の微生物数を3- $\log_{10}$  減少させなければならないとしている（19）。

ヨーロッパで手指衛生製品の効能評価を行うために最も広く採用されているのは、欧州規格1500-1997（EN 1500<sup>\*12</sup> - 化学消毒薬と手指消毒薬。衛生的手指洗浄試験と必要条件）である（79）。この規格では、試験ボランティアが12～15人と、大腸菌K12の液体培養におよそ18～24時間が必要となる。軟石鹼<sup>\*13</sup>で手を洗い、乾燥させ、培養液に手を中手骨の中間まで5秒間浸す。培養液から手を抜いて、過剰な液体を振払い、空中で3分間乾燥させる。次に各手の指先を中和剤の入っていないトリプチケースソイ液体培地（TSB）10mL中で別々に60秒間揉んで、回収された液体中の細菌数を初期値として測定する。手を液体培地から抜き取り、設定された方法通り擦り込み式手指消毒製品3mLで30秒間消毒する。総消毒時間が60秒をこえないようにして、同じ動作を繰り返す。両手を流水で5秒間すすぎ、水を振り切る。各手の指先を、中和剤を加えたTSB 10mL中で別々に揉む。この培養液は最終値を得るのに使用する。採取液体培地の $\log_{10}$ 系列の希釈液を作成し、培養を行う。3時間以内に、同じボランティアを使って、基準消毒薬（60% 2-プロパノール [イソプロパノール]）と試験製品を試験する。36℃で培養し、24時間後、48時間後にコロニー数を測定し、左右の手の平均コロニー数を評価に使用する。対数低減率を計算し、初期値および最終値と比較する。試験製品が合格するためには、この低減率は基準となるアルコールベースの製品よりも優れているか、同等

でなくてはならない。違いがある場合には、試験結果をウィルコクソン検定<sup>\*14</sup>により統計学的に分析する。基準のアルコールベースの製品（約4  $\log_{10}$ の低減）に比べ、対数低減率が相当低い場合には、その製品は規格を満たさないものとみなされる。

効能に対する規格が異なるため、アルコールベース製品の受け入れ基準であるFDAのTFMの基準と欧州EN 1500の基準は異なっている（1, 19, 79）。TFMの効能基準を満たすアルコールベースの手指消毒薬が、必ずしもEN 1500の効能基準を満たすとは限らない（80）。また、医療施設において病原体の伝播を最小限に抑制するために、手に付着した細菌やその他の微生物をどの程度減少させる必要があるのかは、科学研究によって明確にされていない（1, 8）。手の細菌数を1  $\log_{10}$ （90%）減少させる必要があるのか、2  $\log_{10}$ （99%）か、3  $\log_{10}$ （99.9%）か、あるいは4  $\log_{10}$ （99.99%）減らさなければならないのかは未だわかっていない。病原体に対する手指消毒薬の効能を測定するために他にもいくつかの方法が使用されている（81-83）。

## 従来方法の欠点

医療従事者による使用を目的とされた手指衛生製品に適用されている評価方法は、大半の研究で観察されたように、実際の病院スタッフの平均手洗い時間は15秒を切るにもかかわらず、試験ボランティアには普通石鹼あるいは抗菌石鹼を使って30秒あるいは1分間手を洗うことを要求している（52, 84-89）。15秒の手洗いや衛生的手洗いプロトコルを用いた試験は限られている（90-94）。したがって、医療従事者が実際に行う条件の下での普通石鹼や抗菌石鹼の効能に関するデータはほとんどないといってよい。同様に、医療従事者に手指消毒薬として使用される無水消毒薬の評価方法も、アルコール3mLを30秒間手に擦り付け、同じ時間だけこの動作を繰り返すことを要求しているが、この種のプロトコルもやはり医療従事者の実際の使用パターンを反映していない。さらに、製品評価に参加

### 【監訳者注】

\*12 EN 1500：1998年にはヨーロッパの殺菌・消毒薬統一規格（以下、欧州標準試験法と略）に関しての指針が刊行された。EN 1500：1997 Chemical disinfectants and antiseptics-Hygienic handrub-Test method and requirements（phase 2/step 2）はこのうちの衛生的手指擦式剤に関する European Standard（欧州標準試験法）の Phase 2/step 2にあたる試験方法である。試験方法について記載した書物はヨーロッパ標準委員会（European Committee for Normalization, CEN: <http://www.cenorm.be/default.htm>）加盟各国の標準に関するホームページや日本規格協会を通じて入手することができる。

\*13 軟石鹼：油脂と水酸化ナトリウムを混ぜて加熱して作る普通の石鹼は、固形または粉状になる。水酸化ナトリウムの代わりに水酸化カリウムを使って作られる石鹼は、液体や粘状になる。これを「カリウム石鹼」略してカリ石鹼と呼び、一般的には「軟石鹼」と呼ばれる。液体の石鹼シャンプーや、台所用液体石鹼は、このカリ石鹼である。

\*14 ウィルコクソン検定：ノンパラメトリック検定の1つ。対応のある2変数の組について、代表値に差があるか検定する統計手法。このウィルコクソンの符号順位検定では、2変数のとる値の差が定義でき、かつ、差の順位付けができなければならない。

する通常の試験ボランティアは、医療従事者の代理であって、その手の細菌プロフィールは医療の現場で働くスタッフの手のそれを反映していない可能性がある。現場の医療従事者の間で、標準化されたプロトコ

ールによりさらなる研究を行い、微生物学的な定着、細菌の移動と交差伝播に関する現実像を捉えるべきである（51）。

# 手指衛生用製品について

## Review of Preparations Used for Hand Hygiene

### 普通（非抗菌）石鹸

石鹸はエステル化された脂肪酸と水酸化ナトリウムまたは水酸化カリウムを含む界面活性剤ベースの製品であり、固形、薄膜状、紙状、液状で販売されている。その洗浄力は界面活性によるもので、あか、汚れ、また多岐にわたる有機物質を手から取り除く。普通石鹸には、あったとしてもごくわずかの抗菌作用しかない。しかし、普通石鹸による手洗いで、ゆるく付着している通過菌を取り除くことはできる。たとえば、普通石鹸と水で15秒間手洗いをすると、 $0.6 \sim 1.1 \log_{10}$  皮膚上の細菌数を減少させるし、また、30秒手洗いをすると、 $1.8 \sim 2.8 \log_{10}$  減少させる<sup>(1)</sup>。しかし、普通石鹸による手洗いで病院スタッフの手から病原体を取り除くことができなかったとの報告もいくつかあった<sup>(25, 45)</sup>。普通石鹸による手洗いは、皮膚上の細菌数を増加させることもある<sup>(92, 95-97)</sup>。石鹸へのエモリエント<sup>\*15</sup>の添加は炎症を引き起こす傾向を減少させるが、非抗菌石鹸は、皮膚炎症や乾燥にかなり関連している可能性も指摘されている<sup>(92, 96, 98)</sup>。また、ときには普通石鹸は汚染され、そのためにスタッフの手にグラム陰性桿菌が定着する場合もある<sup>(99)</sup>。

### アルコール

大半のアルコールベースの手指消毒薬には、イソプロパノール、エタノール、n-プロパノールのいずれか、あるいはそのうちの2つが組み合わされて含まれている。n-プロパノールは長年にわたりヨーロッパ諸地域でアルコールベースの手指消毒薬に使用されているが、米国では医療従事者用手洗い製品や外科時手指消毒薬の有効成分としてTFMに掲載されてはいない。アルコールの研究の大半は、さまざまな濃度でのアルコールを個別に評価している。また、研究のなかには、2種類のアルコールの組み合わせや、ヘキサクロロフ

イン、第4級アンモニウム化合物、ポビドンヨード、トリクロサン、グルコン酸クロルヘキシジンなどを限定量加えたアルコール溶液に焦点をあてたものもある<sup>(61, 93, 100-119)</sup>。

アルコールの抗菌作用は、タンパク質を変性させる力によるといえる<sup>(120)</sup>。60%～95%のアルコールを含むアルコール溶液が最も有効であり、水がないところではタンパク質は容易に変性しないため<sup>(120)</sup>、これよりも高い濃度のものは効力が劣る<sup>(120-122)</sup>。溶液のアルコール含有量は、温度やその他の変数により左右されない重量パーセント（w/w）として表現される場合もあれば、温度、比重、反応濃度により影響を受け得る容積パーセント（vol/vol）として表現される場合もある<sup>(123)</sup>。たとえば、重量パーセントで70%のアルコールは、15℃で調合された場合には容積パーセントでは76.8%、25℃で調合された場合には容積パーセントでは80.5%である<sup>(123)</sup>。手指消毒薬のアルコール濃度は、容積パーセントで表示されているものが多い<sup>(19)</sup>。

アルコールは、多剤耐性病原菌（MRSA、VREなど）、結核菌、種々の真菌を含め、増殖期のグラム陽性、グラム陰性菌に対して試験管内で優秀な殺菌作用を示している<sup>(120-122, 124-129)</sup>。エンベロープを持った（脂肪親和性）ウイルス<sup>\*16</sup>（単純ヘルペスウイルス、ヒト免疫不全ウイルス [HIV]、インフルエンザウイルス、RSウイルス、ワクシニアウイルスなど）は、*in vitro*の試験ではアルコールに対し感受性を示している<sup>(120, 130, 131)</sup>（表1）。B型肝炎ウイルスはエンベロープを持ったウイルスであり、60%～70%アルコールに対する感受性がやや落ちるものの殺菌される。C型肝炎ウイルスも、この濃度のアルコールで殺菌される可能性が高い<sup>(132)</sup>。消毒作用を試験するためのブタ組織保菌モデルでは、70%エタノールと70%イソプロパノールが、グルコン酸クロルヘキシジン4%

\*15 エモリエント（emollient）：柔軟化粧水、皮膚軟化薬

\*16 エンベロープを持った（脂肪親和性）ウイルス、持たない（非脂肪親和性）ウイルス：ウイルスはエンベロープと呼ばれる脂溶性の外膜を持つ「脂肪親和性ウイルス」とこれを持たない「非脂肪親和性ウイルス」がある。エンベロープの有無は消毒薬の抵抗性に大きく影響し、エンベロープを持つウイルスのほうが、消毒薬に対する感受性は良好である。

表1 生体消毒薬のエンベロープを持ったウイルスに対する殺ウイルス活性

文献番号	試験方法	ウイルス	消毒剤	結 果
(379)	懸濁	HIV	19% EA	LR=5分で2.0
(380)	懸濁	HIV	50% EA 35% IPA	LR>3.5 LR>3.7
(381)	懸濁	HIV	70% EA	LR=1分で7.0
(382)	懸濁	HIV	70% EA	LR=30秒で3.2B 5.5
(383)	懸濁	HIV	70% IPA/0.5% CHG 4% CHG	LR=15秒で6.0 LR=15秒で6.0
(384)	懸濁	HIV	クロロキシレノール 塩化ベンザルコニウム	1分で不活性化 1分で不活性化
(385)	懸濁	HIV	ポビドンヨード クロルヘキシジン	不活性化 不活性化
(386)	懸濁	HIV	界面活性剤/0.5% PCMX	30秒で不活性化
(387)	懸濁／乾燥血漿 チンパンジー試験	HBV	70% IPA	LR=10分で6.0
(388)	懸濁／乾燥血漿 チンパンジー試験	HBV	80% EA	LR=2分で7.0
(389)	懸濁	HSV	95% EA 75% EA 95% IPA 70% EA+0.5% CHG	LR>1分で5.0 LR>5.0 LR>5.0 LR>5.0
(130)	懸濁	RSV	35% IPA 4% CHG	LR>1分で4.3 LR>3.3
(141)	懸濁	インフルエンザ ワクシニア	95% EA 95% EA	30分で検知不可 30分で検知不可
(141)	手試験	インフルエンザ ワクシニア	95% EA 95% EA	LR>2.5 LR>2.5

注：HIV＝ヒト免疫不全ウイルス、EA＝エタノール、LR＝Log<sub>10</sub>低減、IPA＝イソプロパノール、CHG＝グルコン酸クロルヘキシジン、HBV＝B型肝炎ウイルス、RSV＝RSウイルス、HSV＝単純ヘルペスウイルス、HAV＝A型肝炎ウイルス、PCMX＝クロロキシレノール

含有抗菌石鹼よりも、より有効にエンベロープを持ったバクテリオファージの力価を下げる事がわかった(133)。こうした微生物に対する有効性にもかかわらず、アルコールは細菌の芽胞、原虫オーススト、また、ある種のエンベロープを持たない（非脂肪親和性）ウイルス<sup>\*16</sup>に対する活性が低い。

数多くの研究で、アルコールの生体抗菌作用が報告されている。アルコールは、手の細菌数を有効に減少させる（14, 121, 125, 134）。通常、人工的に汚染された手からの試験菌の剥落の対数低減率は、塗布後30秒で平均3.5 log<sub>10</sub>であり、塗布後1分で4.0～5.0 log<sub>10</sub>である（1）。1994年に、FDAのTFMは60%～95%濃度のエタノールをカテゴリーⅠ物質（一般に消毒薬を用いた手洗いや医療従事者向け手洗い製品として安全で有効なもの）として分類している（19）。また、TFMは70%～91.3%濃度のイソプロパノールをカテゴリーⅢE（有効とするにはデータが不十分）としているが、ヨーロッパでは後に、60%イソプロパノールは、アルコールベースの手指消毒薬の比較基準規格として採用

されている（79）。アルコールは皮膚に塗布した場合に即効の殺菌作用があるが、あまり持続的（すなわち残留的）活性はない。しかし、皮膚上での細菌の再増殖はアルコールベースの手指消毒薬の使用の後はゆっくりである。これはおそらく、アルコールが皮膚上の細菌のいくつかに対して持つ亜致死作用のためと思われる（135, 136）。クロルヘキシジン、第4級アンモニウム化合物、オクテニジン、あるいはトリクロサンをアルコールベースの溶液に添加することで、持続性のある抗菌活性を得ることができる（1）。

アルコールベースの手指消毒薬にみられる濃度でアルコールを使用すると、いくつかのエンベロープを持たないウイルスに対しても生体上で抗菌作用がある（表2）。たとえば、70%イソプロパノールと70%エタノールは、薬用石鹼や非薬用石鹼よりも、手掌上の口タウイルスの力価をより有効に低下させる（137, 138）。同じ試験方法によるより最近の研究では、60%エタノールを含む市販製品を評価しており、エンベロープを持たないウイルス（口タウイルス、アデノ

表2 生体消毒薬のエンベロープを持たないウイルスに対する殺ウイルス活性

文献番号	試験方法	ウイルス	消毒剤	結 果
(390)	懸濁	ロタウイルス	4% CHG 10% ポビドンヨード 70% IPA/0.1% HCP	LR <1分間で3.0 LR >3.0 LR >3.0
(141)	手試験 指試験	アデノウイルス ポリオウイルス コックサッキー アデノウイルス ポリオウイルス コックサッキー	95% EA 95% EA 95% EA 95% EA 95% EA 95% EA	LR >1.4 LR = 0.2-1.0 LR = 1.1-1.3 LR >2.3 LR = 0.7-2.5 LR = 2.9
(389)	懸濁	エコーウイルス	95% EA 75% EA 95% IPA 70% IPA+0.5% CHG	LR >1分間で3.0 LR ≤ 1.0 LR = 0 LR = 0
(140)	手掌	HAV	70% EA 62% EA 発泡剤 普通石鹸 4% CHG 0.3% トリクロサン	87.4% 低減 89.3% 低減 78.0% 低減 89.6% 低減 92.0% 低減
(105)	指先	ウシ ロタウイルス	n-プロパノール+IPA 70% IPA 70% EA 2% トリクロサン 水 (対照) 7.5% ポビドンヨード 普通石鹸 4% CHG	LR = 30秒間で3.8 LR = 3.1 LR = 2.9 LR = 2.1 LR = 1.3 LR = 1.3 LR = 1.2 LR = 0.5
(137)	手掌	ヒト ロタウイルス	70% IPA 普通石鹸	10秒間で98.9% 低減 77.1%
(138)	手掌	ヒト ロタウイルス	70% IPA 2% CHG 普通石鹸	10秒間で99.6% 低減 80.3% 72.5%
(81)	手掌	ロタウイルス ライノウイルス アデノウイルス	60% EA ゲル 60% EA ゲル 60% EA ゲル	LR >10秒間で3.0 LR >3.0 LR >3.0
(139)	手掌	ポリオウイルス	70% EA 70% IPA	LR = 10秒間で1.6 LR = 0.8
(200)	指先	ポリオウイルス	普通石鹸 80% EA	LR = 2.1 LR = 0.4

注：EA＝エタノール、LR＝Log<sub>10</sub>低減、IPA＝イソプロパノール、HCP＝ヘキサクロロフィン石鹸/界面活性剤、CHG＝グルコン酸クロルヘキシジン、HSV＝単純ヘルペスウイルス、HAV＝A型肝炎ウイルス

ウイルス、ライノウイルス)の感染性力価を3 logs以上減少させることを明らかにしている(81)。A型肝炎ウイルスやエンテロウイルス(ポリオウイルスなど)の他のエンベロープを持たないウイルスでは、確実に非活性化させるには70%～80%のアルコール濃度が必要な場合がある(82, 139)。しかし、70%エタノールもエモリエントを含んだ62%エタノールのフォーム剤製品も、非薬用石鹸に比較すると、手全体また指先のA型肝炎ウイルスの力価をより大きく減少させ、また、いずれも4%グルコン酸クロルヘキシジンを含む抗菌石鹸と同等の手の上のウイルス数減少効果を示した(140)。この同じ研究で、70%エタノールと62%エタノールのフォーム剤製品は、ポリオウイルスに対して

も、非抗菌石鹸や4%グルコン酸クロルヘキシジン含有石鹸よりも優れた殺菌効果を示した(140)。しかし、アルコールの濃度、手とアルコールとの接触時間、ウイルスの変種によっては、A型肝炎やその他の脂肪親和性のないウイルスに対してはアルコールは効果がない場合がある。エンベロープを持たないウイルスの不活性化は、温度、消毒薬対ウイルスの容量比、タンパク負荷により影響される(141)。エタノールはイソプロパノールよりも、ウイルスに対する活性が優れている。また、アルコールベースの製品と抗菌石鹸についてさらに*in vitro*試験および*in vivo*試験を行うことにより、医療の現場で直接の接触によるウイルスの伝播をくい止めるために必要な最低限度の殺ウイルス活

表3 普通石鹸／抗菌石鹸とアルコールベース手指消毒剤の手に付着した細菌数低減効果の比較研究

文献番号	年	皮膚の汚染方法	アッセイ法	時間 (秒)	相対的効能
(143)	1965	自然な手の細菌叢	指先寒天平板培養	60	普通石鹸<HCP<50% EA 発泡剤
(119)	1975	自然な手の細菌叢	手擦バイヨン培養	—	普通石鹸<95% EA
(106)	1978	人工的汚染	指先バイヨン培養	30	普通石鹸<4% CHG<P-I<70% EA=alc. CHG
(144)	1978	人工的汚染	指先バイヨン培養	30	普通石鹸<4% CHG<70% EA
(107)	1979	自然な手の細菌叢	手擦バイヨン培養	120	普通石鹸<0.5%aq. CHG<70% EA<4% CHG<alc. CHG
(145)	1980	人工的汚染	指先バイヨン培養	60-120	4% CHG<P-I<60% IPA
(53)	1980	人工的汚染	指先バイヨン培養	15	普通石鹸<3% HCP<P-I<4% CHG<70% EA
(108)	1982	人工的汚染	グローブジュース試験	15	P-I<alc. CHG
(109)	1983	人工的汚染	指先バイヨン培養	120	0.3-2%トリクロサン=60% IPA=alc. CHG<alc. トリクロサン
(146)	1984	人工的汚染	指先寒天平板培養	60	フェノール系<4% CHG<P-I<EA<IPA<n-P
(147)	1985	自然な手の細菌叢	指先寒天平板培養	60	普通石鹸<70% EA<95% EA
(110)	1986	人工的汚染	指先バイヨン培養	60	フェノール系=P-I<alc. CHG<n-P
(93)	1986	自然な手の細菌叢	滅菌バイヨンバッグ法	15	普通石鹸<IPA<4% CHG=IPA-E=alc. CHG
(61)	1988	人工的汚染	指先バイヨン培養	30	普通石鹸<トリクロサン<P-I<IPA<alc. CHG<n-P
(25)	1991	患者との接触	グローブジュース試験	15	普通石鹸<IPA-E
(148)	1991	自然な手の細菌叢	寒天平板／画像解析	30	普通石鹸<1%トリクロサン<P-I<4% CHG<IPA
(111)	1992	人工的汚染	指先寒天平板培養	60	普通石鹸<IPA<EA<alc. CHG
(149)	1992	人工的汚染	指先バイヨン培養	60	普通石鹸<60% n-P
(112)	1994	自然な手の細菌叢	寒天平板／画像解析	30	普通石鹸<alc. CHG
(150)	1999	自然な手の細菌叢	寒天平板培養	N.S.	普通石鹸<市販のアルコール剤
(151)	1999	人工的汚染	グローブジュース試験	20	普通石鹸<0.6% PCMX<65% EA
(152)	1999	人工的汚染	指先バイヨン培養	30	4% CHG<普通石鹸<P-I<70% EA

注：自然な手の細菌叢＝バクテリアによる人工的な手の汚染処理を行わない、alc.CHG＝アルコール系グルコン酸クロルヘキシジン、aq.CHG＝CHG水溶液、4%CHG＝グルコン酸クロルヘキシジン洗剤、EA＝エタノール、HCP＝ヘキサクロロフィン石鹸／洗剤、IPA＝イソプロパノール、IPA-E＝イソプロパノール＋エモリエント、n-P＝n-プロパノール、PCMX＝クロロキシレノール洗剤、P-I＝ポビドンヨード洗剤、N.S.＝記載なし

性レベルが確立されるであろう。

アルコールは、手が目に見えて汚れているときや、タンパク性物質で汚染されている場合には適切ではないが、比較的少量のタンパク性物質（血液など）が付着している場合には、エタノールやイソプロパノールは、通常石鹸や抗菌石鹸よりも手の上の細菌数を減少させることがある（142）。

アルコールは、医療関連の病原体の移動を防ぐことができる（25, 63, 64）。ある研究では、アルコールベースの手指消毒薬の擦り込みにより手指消毒を行った後、定着している患者の皮膚から看護師の手を介してカテーテル片へグラム陰性桿菌の伝播が認められたのは実験の17%においてのみであった（25）。これに対し、普通石鹸と水による手洗いの後には、実験の92%で微生物の移動が認められた。この実験モデルは、医療従事者の手の汚染が激しいときには、アルコールベースの手指消毒薬の擦り込みによる手指消毒の方が、普通石鹸と水による手洗いよりも効果的に病原体の伝播を防止することができることを示している。

医療従事者の標準的手洗いや手指消毒に関し、アルコールベースの製品は石鹸や抗菌石鹸よりも効果的である（表3）（25, 53, 61, 93, 106-112, 119, 143-152）。

アルコールベースの溶液と抗菌石鹸や界面活性剤との比較を行った試験では、2つの例外を除き、ヘキサクロロフィン、ポビドンヨード、4%クロルヘキシジン、または、トリクロサンを含む石鹸や界面活性剤での手洗いよりも、アルコールの方がより多く手に付着している細菌数を減少させた。抗菌耐性のある微生物を対象とした研究では、石鹸と水による手洗いよりもアルコールベースの製品の方がより効果的に、医療従事者の手より回収した多剤耐性病原体の数を減少させている（153-155）。

手術スタッフが術前に手を洗淨する際にも、アルコールは有効である（1, 101, 104, 113-119, 135, 143, 147, 156-159）（表4、表5）。複数の研究で、製品を使用した後すぐと、1～3時間後に、手の上の細菌数が測定されているが、この1～3時間後の測定は、術中に手の上での細菌の再増殖が抑制されたかどうかをみるためのものである。すべての研究において、アルコールベースの製品の方が普通石鹸による手洗いよりも効果が優れており、また、実験の大半で、抗菌石鹸や界面活性剤よりも、手の上の細菌数を多く減らしている（101, 104, 113-119, 135, 143, 147, 157-159）。さらに、アルコールベースの製品の大半が、ポビドンヨードや

表4 普通石鹸／抗菌石鹸とアルコール含有製品の手術前手指消毒に使用した直後の手から回収される細菌数低減における相対的効能比較研究

文献番号	年	アッセイ方法	相対的効能
(143)	1965	指先寒天平板培養	HCP<50% EA 発泡剤+QAC
(157)	1969	指先寒天平板培養	HCP<P-I<50% EA 発泡剤+QAC
(101)	1973	指先寒天平板培養	HCP 石鹸<EA 発泡剤+0.23% HCP
(135)	1974	ブイヨン培養	普通石鹸<0.5% CHG<4% CHG<alc. CHG
(119)	1975	手ブイヨン試験	普通石鹸<0.5% CHG<4% CHG<alc. CHG
(118)	1976	グローブジュース試験	0.5% CHG<4% CHG<alc. CHG
(114)	1977	グローブジュース試験	P-I<CHG<alc. CHG
(117)	1978	指先寒天平板培養	P-I=46% EA+0.23% HCP
(113)	1979	手ブイヨン培養	普通石鹸<P-I<alc. CHG<alc. P-I
(116)	1979	グローブジュース試験	70% IPA=alc. CHG
(147)	1985	指先寒天平板培養	普通石鹸<70%-90% EA
(115)	1990	変型グローブジュース試験	普通石鹸<トリクロサン<CHG<P-I<alc. CHG
(104)	1991	グローブジュース試験	普通石鹸<2%トリクロサン<P-I<70% IPA
(158)	1998	指先ブイヨン培養	70% IPA<90% IPA = 60% n-P
(159)	1998	グローブジュース試験	P-I<CHG<70% EA

注：QAC＝第4級アンモニウム化合物、alc. CHG＝アルコール系グルコン酸クロルヘキシジン、CHG＝グルコン酸クロルヘキシジン洗剤、EA＝エタノール、HCP＝ヘキサクロロフィン洗剤、IPA＝イソプロパノール、P-I＝ポビドンヨード洗剤

表5 手術時手指消毒薬の清潔な手からの皮膚常在菌の放出の低減における効能

研究	薬 剤	濃度* <sup>1</sup> (%)	時間 (分)	平均対数低減率	
				直 後	持続 (3時間後)
1	n-プロパノール	60	5	2.9 <sup>*2</sup>	1.6 <sup>*2</sup>
2			5	2.7 <sup>*2</sup>	NA
3			5	2.5 <sup>*2</sup>	1.8 <sup>*2</sup>
4			5	2.3 <sup>*2</sup>	1.6 <sup>*2</sup>
5			3	2.9 <sup>*3</sup>	NA
4	イソプロパノール	90	3	2.0 <sup>*2</sup>	1.0 <sup>*2</sup>
4			1	1.1 <sup>*2</sup>	0.5 <sup>*2</sup>
6			3	2.4 <sup>*3</sup>	1.4 <sup>*3</sup>
6			80	2.3 <sup>*3</sup>	1.2 <sup>*3</sup>
7			70	2.4 <sup>*2</sup>	2.1 <sup>*2</sup>
4			5	2.1 <sup>*2</sup>	1.0 <sup>*2</sup>
6			3	2.0 <sup>*3</sup>	0.7 <sup>*3</sup>
5			3	1.7 <sup>C</sup>	NA
4			3	1.5 <sup>*2</sup>	0.8 <sup>*2</sup>
8			2	1.2	0.8
4	イソプロパノール＋クロルヘキシジン (w/v)	60	1	0.7 <sup>*2</sup>	0.2
9			1	0.8	NA
10			5	1.7	1.0
7			5	2.5 <sup>*2</sup>	2.7 <sup>*2</sup>
8			2	1.0	1.5
11			2	2.1	NA
5			3	2.4 <sup>*3</sup>	NA
12			2	1.5	NA
8			2	1.0	0.6
13			2	1.7	NA
14	エタノール	95	5	2.0	1.5 <sup>*4</sup>
8			2	0.7	1.4
8			2	0.4	1.2
8			2	0.7	1.4
8	エタノール＋クロルヘキシジン (w/v)	77+0.5	5	2.0	1.5 <sup>*4</sup>
14			5	2.0	1.5 <sup>*4</sup>
8			2	0.7	1.4
8			2	0.4	1.2
8	グルコン酸クロルヘキシジン (水溶液w/v)	0.5	2	0.4	1.2
15			2	0.4	1.2
15			2	0.4	1.2
15			2	0.4	1.2
15	ポビドンヨード (水溶液w/v)	1.0	5	1.9 <sup>*2</sup>	0.8 <sup>*2</sup>
16			5	1.9	NA
16	過酢酸(w/v)	0.5	5	1.9	NA
16			5	1.9	NA

注：NA＝未知

出典：Rotter M. Hand washing and hand disinfection [Chapter 87]. In: Mayhall CG, ed. Hospital epidemiology and infection control. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. 表5はLippincott Williams & Wilkinsの著作権対象物であり、その許可とManfred Rotter, M.D., Professor of Hygiene and Microbiology, Klinisches Institute für Hygiene der Universität Wien, Germanyの許可を得てここに掲載する。

\*1 別途の記載がなければ容量 (%)。

\*2 Deutsche Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie (DGHM)-German Society of Hygiene and Microbiology法により試験。

\*3 欧州規格prENにより試験。

\*4 4時間後。

クロルヘキシジンよりも有効であった。

アルコールベースの手指衛生製品の効能は、使用されているアルコールの種類、アルコール濃度、接触時間、アルコールの使用容量、また、アルコールの塗布に際して手が濡れていたかどうかなど、いくつかの要因により影響を受ける。少量（0.2～0.5mL）のアルコールを手につけた場合、普通石鹸と水による手洗いよりも優れた効果は得られない（63, 64）。ある研究では、アルコール1mLは、3mLよりもかなり効力に劣る旨が報告されている（91）。手に塗布する理想的容量はわかっておらず、製品形態によって異なる可能性がある。しかし、10～15秒間擦りあわせた後、手が乾いた感じであれば、塗布量が不十分であったといえるであろう。アルコールを含浸させた小さな拭き取り布<sup>\*17</sup>には含まれるアルコール量が限られているので、その有効性は石鹸と水のそれと変わらない（63, 160, 161）。

病院での使用を目的としているアルコールベースの擦り込み式手指消毒薬は、粘度の低い液状、ゲル状、フォーム状で販売されている。いろいろな製品形態の比較効能については、あまりデータはない。ある実地試験では、医療従事者の手の細菌数減少に、エタノールのゲル製品の方が匹敵するエタノール溶液よりも多少有効であったことが示されているが（162）、より最近の研究では、液状製品の方が試験したゲル製品よりも手の上の細菌数を減少させた旨を報告している（80）。医療関連病原体の伝播の減少におけるアルコールベースの液状製品とゲル製品の相対的効能の判定については、今後さらなる研究を待つことになる。

手指消毒にアルコールベースの製品を頻繁に使用すると、エモリエント、保湿剤、あるいはその他のスキンコンディショニング剤が添加されていなければ、皮膚の乾燥の原因となり得る。アルコールの乾燥効果は、グリセロールやその他のスキンコンディショニング剤を1%～3%添加することにより減少または消失させられる（90, 93, 100, 101, 106, 135, 143, 163, 164）。しかも、いくつかの最近の前向き研究では、エモリエント含有のアルコールベースの液状製品やゲル製品は、試験した石鹸や抗菌性の界面活性剤よりも皮膚の炎症や乾燥を引き起こすことがかなり少なかった（96, 98, 165, 166）。臨床の現場で行われたこうした研究では、さまざまな主観的方法と客観的方法を用いて皮膚の炎症や乾燥を評価している。形態の異なる製品が同様の

結果を生むかどうかについての判定は、今後さらなる研究を待つことになるだろう。

広く受け入れられているエモリエントを含むアルコールベースの手指消毒薬でさえ、皮膚の損傷部（切り傷やすり傷など）に対しては一時的にしみる場合がある。香料の強いアルコールベースの手指消毒薬は、気道アレルギーのある医療従事者にはよく受け入れられない可能性がある。しかし、アルコールやある種のアルコール手指消毒薬の添加剤に対する過敏症によるアレルギー性接触皮膚炎や接触性蕁麻疹症候群が生じることは稀である（167, 168）。

アルコールは可燃性である。アルコールベースの手指消毒薬の発火点は、アルコールの種類や濃度にもよるが、21℃から24℃の範囲である（169）。そのため、アルコールベースの手指消毒薬は、全米火災予防機構の勧告に従い、高温や火の元から離れた場所に保管すべきである。ヨーロッパでは長年アルコールベースの手指消毒薬が広く使われてきているが、こうした製品を原因とする火災発生率は低い（169）。米国では、最近珍しい事象が連続して起こった結果発生した突然発火が報告されている。この事故では、一人の医療従事者が手にアルコールゲルを付け、すぐにポリエステル製の隔離ガウンを脱ぎ、アルコールが蒸発する前に金属ドアに触れた（170）。ポリエチレンガウンを脱いだときにかなりの静電気が発生し、この医療従事者が金属ドアに触れたときに耳に聞こえる程の静電スパークを発生させ、手に塗布されてまだ蒸発していなかったアルコールに引火したのである（170）。この事故は、アルコールベースの製品を塗布した後、アルコールがすべて蒸発するまで手を擦りあわせる必要があることを示唆するものである。

アルコールは揮発性のため、容器は蒸発を最小限に食い止めるようなデザインになっているべきである。アルコールベースの溶液の汚染が報告されることは稀であるが、ある報告では、バチルス セレウス（*Bacillus cereus*）の芽胞によりエチルアルコールが汚染し、そのため疑似感染の集団発生があったことを記述している（171）。

## クロルヘキシジン

陽イオン性ビスビグアナイドであるグルコン酸クロルヘキシジンは、1950年代の初めにイギリスで開発され、1970年代になって米国に導入された（8, 172）。

### 【監訳者注】

\*17 含浸させた小さな拭き取り布：わが国では、不織布ガーゼや綿ガーゼに消毒薬を含浸させた状態の衛生材料、あるいはウエットティッシュ形状のディスク製品も販売されている。

クロルヘキシジン塩の水溶性はわずかであるが、ジグルコン酸型は水溶性である。クロルヘキシジンの抗菌活性はおそらく、細胞膜へ付着しこれを破壊して、細胞質の沈澱を引き起こすことによる (1, 8)。クロルヘキシジンの即時的な抗菌作用はアルコールよりも緩慢であるが、グラム陽性菌に対し優れた作用を持ち、また、グラム陰性菌や真菌に対しては、その作用は多少劣るものの効果はある。結核菌に対する活性は非常に小さい (1, 8, 172)。クロルヘキシジンには殺芽胞力はなく (1, 172)、エンベロープを持ったウイルス (単純ヘルペスウイルス、HIV、サイトメガロウイルス、インフルエンザ、RSウイルスなど) に対しては *in vitro* 中では活性を示すが、エンベロープを持たないウイルス (ロタウイルス、アデノウイルス、エンテロウイルスなど) に対しての作用はかなり劣る (130, 131, 173)。クロルヘキシジンの抗菌活性は、血液などの有機物質の存在によってもあまり影響されない。その理由はクロルヘキシジンは陽イオン性分子であるので、その作用はナチュラルソープ、さまざまな無機陰イオン、非イオン性界面活性剤、陰イオン性乳化剤を含むハンドクリームにより減弱する (8, 172, 174)。グルコン酸クロルヘキシジンは、数多くの手指衛生製品に使用されている。0.5%または0.75%のクロルヘキシジンを含む水溶液製剤や界面活性剤は、普通石鹸よりも有効性に優れているが、4%グルコン酸クロルヘキシジンを含む手指消毒界面活性剤よりは劣る (135, 175)。2%のグルコン酸クロルヘキシジンを含む製品は、4%含有製品よりもわずかにその効力が劣る (176)。

クロルヘキシジンには、かなりの残留活性がある (106, 114-116, 118, 135, 146, 175)。低濃度 (0.5%~1.0%) のクロルヘキシジンをアルコールベースの製剤に添加すると、アルコール単独の場合よりも優れた残留活性が得られる (116, 135)。指示通りに使用したならば、クロルヘキシジンは安全面でもよい記録を持っている (172)。皮膚からのクロルヘキシジンの吸収は、あるとしてもごくわずかである。クロルヘキシジン濃度が1%以上の製品を使用するときには、結膜炎や重度の角膜損傷の原因となるため、目に入らないように気をつけなければいけない。また、聴覚神経障害のため、内耳や中耳の手術には使用できない。脳組織や髄膜との直接の接触も避けるべきである。皮膚炎症の頻度は、濃度に依存し、クロルヘキシジンを4%含む製品は消毒薬を用いた手洗いに頻繁に使用すると皮膚炎を引き起こす可能性がより高い (177)。グルコン酸クロルヘキシジンに対するアレルギー反応

は一般的ではない (118, 172)。病院感染のアウトブレイクが、ときに汚染されたクロルヘキシジン溶液が原因で発生している (178-181)。

## クロロキシレノール

クロロキシレノールはパラクロロメタキシレノール (PCMX) としても知られているが、化粧品やその他の製品の保存剤 (防腐剤) として、また、抗菌石鹸の有効成分として使用されてきたハロゲン置換フェノール系化合物である。1920年代にヨーロッパで開発され、1950年代以降は米国でも使用されてきた (182)。

PCMXの抗菌作用は、おそらく細菌の酵素の不活性化と細胞壁の変性によるものと推測される (1)。*In vitro* でグラム陽性菌に対し優れた作用を示し、グラム陰性菌、抗酸菌、ある種のウイルスに対しては中程度の作用がある (1, 7, 182)。緑膿菌に対する活性は落ちるが、エチレン-ジアミンテトラ酢酸 (EDTA) を加えると、シュードモナス属菌やその他の病原体に対する活性が増強する。

この25年で、医療従事者の使用を目的としたPCMX含有製品の効能に焦点をあてた論文は少なく、研究の結果も相反する場合がある。たとえば、腹部の皮膚に生体消毒薬を塗布した研究において、試験対象となった薬剤のなかでPCMXの即時活性と持続活性が最も弱いものであった (183)。しかし、0.6% PCMX、2%グルコン酸クロルヘキシジン、0.3%トリクロサンを用いて30秒間手洗いをを行った際には、PCMXの即時活性は他の2剤と同様であった。5日間連続で毎日18回使用された場合には、PCMXの累積活性はグルコン酸クロルヘキシジンよりも低かった (184)。手術時手指消毒薬として使用された場合、3% PCMXは4%グルコン酸クロルヘキシジンに匹敵する即時活性、残留活性があるという報告があった (185) 一方、また別の2つの研究では、PCMXの即時活性も残留活性も、クロルヘキシジンにもポビドンヨードにも劣るという結果がでている (176, 186)。こうした発表済みの研究の相違は、評価された製品に含まれるPCMXの濃度がさまざまであることや、EDTAの有無など、試験対象製剤の他の側面によるとも考えられる (7, 182)。PCMXはグルコン酸クロルヘキシジンやヨードホルホルほどの速効性はなく、残留活性はグルコン酸クロルヘキシジンにみられるほどのものではない (7, 182)。1994年に、FDAのTFMはPCMXを暫定的にカテゴリーIII SE (安全かつ有効であるとするにはデータが不十分) の有効成分として分類した (19)。FDAによるPCMXの評価は継続している。

PCMXの抗菌作用は、有機物の存在によってもあまり影響されないが、非イオン性界面活性剤によっては中和される。PCMXは皮膚を通じて吸収されるが（7, 182）、許容範囲であり、その使用によるアレルギー反応はあまり見られない。PCMXは0.3%～3.75%の濃度で市販されている。PCMX含有製品の使用中汚染が報告されている（187）。

## ヘキサクロロフィン

ヘキサクロロフィン<sup>18</sup>は2つのフェノール系基と3つの塩素部分を持つビスフェノール化合物である。1950年代と1960年代の初めに、3%ヘキサクロロフィンを含む乳化剤が衛生手洗い用や手術時手指消毒として、また、病院新生児室のルーチンの沐浴用に広く使用されていた。ヘキサクロロフィンの抗菌作用は、微生物の必須酵素システムを不活性化させる能力によるものである。ヘキサクロロフィンは静菌作用があり、黄色ブドウ球菌に対して優れた作用があるが、グラム陰性菌、真菌、抗酸菌に対しては比較的活性が低い（7）。

衛生的手洗いや手術時手指消毒としてのヘキサクロロフィンの研究では、一度の手洗いの後に中程度の効能が認められたにすぎなかった（53, 143, 188）。ヘキサクロロフィンには使用後数時間残留活性があり、複数回使用すると、手の細菌数を徐々に減少させる（すなわち、累積効果がある）（1, 101, 188, 189）。3%ヘキサクロロフィン製剤を繰り返し使うと、ヘキサクロロフィンが皮膚から吸収される。ヘキサクロロフィンで沐浴される乳児や、3%ヘキサクロロフィンを毎日手洗い用に使用しているスタッフは、ヘキサクロロフィンの血中濃度が0.1～0.6ppmである（190）。1970年初頭に、ヘキサクロロフィンで沐浴された乳児に神経毒性（空胞変性）の症例が発生した（191）。その結果、1972年にFDAは、乳児の沐浴にはヘキサクロロフィンをルーチンで使用するべきではない旨の警告を発した。しかし、新生児室での乳児の沐浴にヘキサクロロフィンのルーチン使用が停止された後、医療関連の黄色ブドウ球菌感染が病院新生児室でかなり増加したことが指摘されている（192, 193）。いくつかのケースでは、乳児のヘキサクロロフィン沐浴を再開したところ、感染の頻度が減少した。しかし、現在のガイドラインでは、今でも潜在的神経毒性作用のため、新生児の沐浴でのヘキサクロロフィンのルーチンの使用は行わないよう勧告している（194）。FDAのTFMで

は、ヘキサクロロフィンは消毒薬を用いた手洗い用としては一般に安全性と有効性が認められていない（19）。ヘキサクロロフィンは、熱傷や易感染で、デリケートな皮膚面積の大きい患者の沐浴には使用するべきではない。3%ヘキサクロロフィンを含む石鹸は、処方剤としてのみ入手可能である（7）。

## ヨードとヨードホール

ヨードは、1800年代以降生体消毒薬としての有効性が認められているが、炎症や皮膚の変色の原因となることが多いため、生体消毒薬の有効成分としては、多くの場合にヨードホール<sup>19</sup>に取って代わられている。

ヨードの分子は、微生物の細胞壁に急速に浸透し、アミノ酸や不飽和脂肪酸との複合体を形成することにより細胞を不活性化し、その結果タンパク合成を阻害し細胞膜を変性させる（195）。ヨードホールは、元素ヨウ素、ヨード、またはトリヨード、および高分子量のポリマー担体（錯化剤<sup>\*18</sup>）からなる。含まれるヨード分子量（いわゆる「フリーの」ヨード）により、ヨードホールの抗菌活性レベルが決まる。「効果の期待できる」ヨードとは、チオ硫酸ナトリウムで滴定することができるヨードをいう（196）。典型的な10%のポビドンヨード製品には、1%の使用可能なヨードが含まれており、遊離ヨード濃度1ppmを呈する（196）。ヨードを様々なポリマーと組み合わせることで、ヨードの溶解性が上がり、ヨードの持続放出を促進し、皮膚の炎症を減少させる。ヨードホールに最もよく組み入れられるポリマーは、ポリビニルピロリドン（ポビドン）とエトキシ化非イオン界面活性剤（ポロキサマー）である（195, 196）。ヨードホールの抗菌活性も、pH、温度、接触時間、使用可能ヨードの濃度、含まれる有機化合物／無機化合物の量と種類（アルコールや界面活性剤など）により影響を受ける。

ヨードとヨードホールは、グラム陽性菌、グラム陰性菌、芽胞を形成するある種の細菌（クロストリジウム属菌やバチルス属菌など）に対し殺菌活性があり、抗酸菌、ウイルス、真菌に対しても効果がある（8, 195, 197-200）。しかし、手指消毒薬で使用される濃度では、ヨードホールは普通殺芽胞力はない（201）。ヨードホールは*in vivo*での研究により、スタッフの手から回収した微生物数を減少することが証明されている（113, 145, 148, 152, 155）。5%～10%濃度のポビドンヨードは、FDAのTFMでは暫定的にカテゴリー I

### 【監訳者注】

\*18 錯化剤 complexing agent：金属イオンと結合して錯イオン complex ion（金属イオンに分子や陰イオンが配位結合して生じたイオン）を形成させるための添加剤。

(消毒薬を用いた手洗い、医療従事者による手洗い用剤として安全かつ有効)として分類されている(19)。皮膚から洗い流された後にヨードホールが示す持続抗菌作用については、明確ではない。ある研究では、持続活性が6時間認められたが(176)、その他のいくつかの研究では、わずか30～60分の持続活性しか報告されていない(61, 117, 202)。手洗いの後、手袋を1～4時間着用した後に細菌数を測定した研究では、ヨードホールの持続活性は優れたものではなかった(1, 104, 115, 189, 203-208)。ヨードホールの*in vivo*での抗菌作用は、有機物質(血液や唾液など)が存在する場合に大きく減弱する(8)。

手指衛生に用いられるヨードホール製品の大半のポビドンヨード濃度は、7.5%～10%である。これよりも濃度の低い製品でも、希釈により遊離ヨードの濃度が上がるため、よい抗菌活性を持っている(209)。しかし、遊離ヨードの量が上がると、皮膚炎症の程度も上がる(209)。ヨードホールはヨードに比べると皮膚炎症やアレルギー反応を引き起こすことが少ないが、一般に手指衛生に使用される他の手指消毒薬よりも刺激性の高い接触皮膚炎の原因となる(92)。ヨードホール消毒薬は、粗雑な製造過程によりグラム陰性桿菌で汚染され、感染のアウトブレイクや偽性アウトブレイク(pseudo-outbreak)\*<sup>19</sup>の原因となったことが何度かある(196)。

## 第4級アンモニウム化合物

第4級アンモニウム化合物は、構造や複雑性の異なる4つのアルキル基に直接結合した窒素原子からなる(210)。この化合物には多くの種類があるが、アルキル塩化ベンザルコニウムが生体消毒薬として最も広く使用されている。生体消毒薬として使用されている他の化合物としては、塩化ベンゼトニウム、セトリミド、塩化セチルピリジウムがある(1)。これら化合物の抗菌活性は、1900年代初頭に初めて研究され、1935年には第4級アンモニウム化合物は外科医の術前の手指消毒用として使用されている(210)。これら化合物の抗菌活性は、おそらく細胞膜への吸着と、それに引き続き起こる低分子量の細胞質の流出によるものと推測される(210)。

第4級アンモニウム化合物は、元来、細菌と真菌に

対して静菌的作用であるが、高濃度ではある種の微生物に対して殺菌作用を示す(1)。グラム陰性菌よりもグラム陽性菌に対して、高い有効性があり、抗酸菌と真菌に対しての活性は比較的弱く、脂肪親和性のウイルスに対してはより強い活性がある。第4級アンモニウム化合物の抗菌活性は、有機物質の存在によりマイナスの影響を受け、陰イオン性界面活性剤とは互換性がない(1, 210)。1994年に、FDAのTFMは、塩化ベンザルコニウムと塩化ベンゼトニウムをカテゴリーⅢSE(消毒薬を用いた手洗い製品としての使用に関し安全かつ有効とするデータが不十分)として暫定分類している(19)。FDAは、これら化合物のさらなる評価を現在も進行中である。

第4級アンモニウム化合物は、皮膚に対して使用許容濃度範囲内で消毒効果を示すが、グラム陰性菌に対して活性が弱いため、塩化ベンザルコニウムはグラム陰性菌による汚染を受けやすい。グラム陰性桿菌で汚染された第4級アンモニウム化合物を原因とする感染や偽性感染(pseudoinfection)のアウトブレイクがいくつか報告されている(211-213)。そのため、米国では、この15～20年の間、第4級アンモニウム化合物は手指消毒用には使用されていない。しかし、塩化ベンザルコニウムや塩化ベンゼトニウムを含む新しい手洗い製品が、医療従事者用として最近発売されている。外科ICUスタッフを対象とした最近の研究は、第4級アンモニウム化合物を含む抗菌の拭き取り布による手の洗浄は、普通石鹸と水で手洗いを行うのと同じ程度に有効であるとしている。ただ、このいずれも、アルコールベースの手指消毒薬による汚染除去よりも有効性は劣った(214)。ある検査室での研究では、第4級アンモニウム化合物を含むアルコールベースの手指消毒薬は、ボランティアの手の上の微生物数の減少に対し効能があったことを報告している(215)。新しい製品が医療の現場で有効かどうかを判定するには、さらに研究調査する必要がある。

## トリクロサン

トリクロサン(化学名: 2, 4, 4'-トリクロロ-2'-ヒドロキシ-ジフェニルエーテル)は、非イオン性の無色の物質で、1960年代に開発された。トリクロサンは医療従事者用や一般用の石鹸、また、その他の消費

### 【監訳者注】

\*19 偽性アウトブレイク(pseudo-outbreak): 「pseudo-outbreak」の「pseudo」は、本来起こっていない感染実態をあたかも検査結果が起こっていくかと誤解するような場合に使用される用語である。偽性感染(pseudoinfection)は個々の事例を偽性アウトブレイクは集団としてみた場合の表現である。たとえば消毒薬が事前に汚染されていれば、検査材料採取部位を消毒したつもりが逆に汚染菌を付着させた状態で培養検査材料を採取することになる。患者事態は全く感染発症していないにも関わらず検査結果が培養陽性となり、偽性感染～偽性アウトブレイクと誤認識されることとなる。

者用製品に使われており、0.2%～2%の濃度で抗菌作用がある。トリクロサンは細菌の細胞に浸透し、細胞膜とRNA、脂肪酸、タンパク質の合成に影響を与える(216)。最近の研究で、トリクロサンの抗菌活性は、エノイル-アシル運搬タンパク還元酵素の活性部位に結着することによることが報告されている(217, 218)。

トリクロサンは広範囲の抗菌作用はあるが、静菌的傾向がある(1)。最小発育阻止濃度(minimum inhibitory concentration, MIC)は、0.1～10mg/mLであるが、最低殺菌濃度は25～500 mg/mLである。トリクロサンのグラム陽性菌(MRSAを含む)に対する活性は、とくに緑膿菌などのグラム陰性菌に対する活性よりも優れている(1, 216)。抗酸菌やカンジダ属菌に対してはそこそこの活性はあるが、糸状真菌類に対してはあまり活性がない。トリクロサン(0.1%)は、1分間衛生的手洗いをを行った後、手の上の細菌数を2.8 log<sub>10</sub>減少させる(1)。研究によっては、クロルヘキシジン、ヨードホルム、アルコールベースの製品よりもトリクロサンを使用した後の対数低減の方が低くなっている(1, 61, 149, 184, 219)。1994年にはFDAのTFMは1.0%濃度以下のトリクロサンを、カテゴリーIII SE(消毒薬を用いた手洗い製品としての使用に関し、安全かつ有効とするデータが不十分)として暫定分類している(19)。FDAは、さらなる評価を進行中である。トリクロサンはクロルヘキシジンと同様に皮膚上で持続活性を持つ。ハンドケア製品における活性は、pH、界面活性剤の存在、エモリエント、保湿剤により、また、その製品のイオン性質によって影響を受ける(1, 216)。トリクロサンの活性は有機物によってはあまり影響されないが、製品によっては、製品中の界面活性剤により形成されるミセル構造に吸収されて活性が抑制される場合がある。トリクロサン濃度2%未満の製品の大半は皮膚に対して使用許容濃度範囲内で消毒効果があり、アレルギー反応を起こすこと

は稀である。病院スタッフにトリクロサン含有製品を手指消毒用に供給したところ、MRSA感染が減少したとの報告がある(72, 73)。グラム陰性桿菌に対する活性が弱いと、ときに汚染が報告されている(220)。

## 他の薬剤

Semmelweisにより、産褥熱による産婦の死亡率が次亜塩素酸による手洗いをすることにより減らせることが示されてから、およそ150年の後、次亜塩素酸水溶液で30秒間手を擦りあわせることの効能が再び研究された(221)。別の研究者たちによって、次亜塩素酸水溶液の効果は蒸留水と変わりはないとされたが、4%(重量パーセント)の次亜塩素酸溶液で、手がツルツルとすべるようになるまで(約5分)擦りあわせるというSemmelweisの方法が、再度調査された(222)。さらに、最近の研究は、この方法は60%イソプロパノールを1分間擦り込みするよりも、30倍有効であったと報告した。しかし、次亜塩素酸溶液は繰り返し使用されると皮膚の炎症を起こすことが多く、臭いも強いと、手指衛生に用いられることは稀である。FDAは医療現場での手指消毒用に、その他の薬剤も評価中である(19)。しかし、こうした薬剤の効能は、医療従事者による使用を目的とされる手洗い成分として用いるには、まだ十分な評価は済んでいない。さらに評価を続ける必要があるであろう。従来使用されている手指消毒薬(低濃度のヨードホルムなど)をいろいろな濃度で含む製品や、消毒力のある新しい化合物を含む製品が、医療従事者用として発売される可能性は高い。たとえば、銀を含有するポリマーをエタノール担体(Surfacine®)に添加すると、動物や人間の皮膚上で持続性のある抗菌作用を持つ製品ができる(223)。In vitroで優れた作用を示す新しい化合物は、in vivo試験により、医療従事者の手についた通過菌や常在菌叢を減らす能力があるかどうかを判定しなければならない。

# 芽胞形成性細菌に対する手指消毒薬の活性

## Activity of Antiseptic Agents Against Spore-Forming Bacteria

クロストリジウム ディフィシルによる医療関連の下痢の蔓延と、最近米国で発生した郵便物として届けられた炭疽菌による感染は、芽胞形成性細菌に対する手指消毒薬の活性に関して不安を煽った。消毒薬を用いた手洗い製品や手指消毒薬として用いられている上記の薬剤（アルコール、クロルヘキシジン、ヘキサクロロフィン、ヨードホール、PCMX、トリクロサンなど）のいずれも、クロストリジウム属菌やバチルス属菌に対して確実な殺芽胞力はない（120, 172, 224, 225）。非抗菌／抗菌石鹼と水で手を洗うことは、汚染された手から、物理的に芽胞を取り除くのに役立つ

であろう。医療従事者は、クロストリジウム ディフィシルによる下痢患者のケアを行う際には、手袋を着用するようにすべきである（226）。手袋をはずした後は、非抗菌／抗菌石鹼と水で手を洗うか、アルコールベースの手指消毒薬で消毒を行うべきである。クロストリジウム ディフィシルによる感染のアウトブレイクでは、手袋をはずしてから非抗菌／抗菌石鹼と水で手を洗うのが賢明である。炭疽菌に汚染された物への曝露を受けた、あるいは曝露が疑われる医療従事者は、非抗菌／抗菌石鹼と水で手を洗うようにすべきである。

# 細菌の手指消毒薬に対する感受性の低下

## Reduced Susceptibility of Bacteria to Antiseptics

手指消毒薬に対する細菌の低感受性は、菌種の本質的な特性である場合と、獲得した形質である場合とがある（227）。特定の生体消毒薬（クロルヘキシジン、第4級アンモニウム化合物、トリクロサンなど）に対して、後天的に感受性が低下した（*in vitro*で確立された最小発育阻止濃度〔MIC〕によって定義）と思われる菌株に関する報告がいくつかある（227-230）。しかし、医療従事者が実際に使用する手指消毒薬濃度は、生体消毒薬に対する感受性が低下した菌株のMICをかなり上回るため、*in vitro*試験の結果が臨床に与える影響は疑わしい。たとえば、MRSAには、メチシリンに感受性のある菌株よりもクロルヘキシジンと第4級アンモニウム化合物に対するMICが数倍高い菌株があり、また、黄色ブドウ球菌には、トリクロサンに対してMICが高くなっている菌株がある（227, 228）。し

かし、こうした菌株は、医療従事者が実際に使用している手指消毒薬の濃度によって、簡単に抑制可能であった（227, 228）。トリクロサン耐性の細菌性酵素の報告は、トリクロサンへの耐性は他の生体消毒薬への耐性よりも簡単に発生するのではないかという疑問を投げかけた（218）。また、MexAB-OprM排出機構（efflux system）<sup>\*20</sup>を含むシュードモナス属菌をトリクロサンに接触させると、フルオロキノロンを含む複数の抗菌薬に耐性を持つ突然変異株が選別される可能性がある（230）。生体消毒薬への感受性の低下が疫学的重要性を持つかどうか、また、生体消毒薬への耐性が抗菌薬耐性菌株の蔓延に何らかの影響を与えるのかについての判断は、今後の研究を待たねばならない（227）。

### 【監訳者注】

\*20 MexAB-OprM排出機構（efflux system）：近年、細菌の抗菌薬や消毒薬に対する自然耐性機構として緑膿菌などに見られる薬剤排出機構（薬剤排出ポンプ、異物排出システムなどとも呼ばれる）が注目を集めている。緑膿菌ではMexAB-OprM, MexCD-OprJ, and MexXY/OprMをはじめとする10種類以上の排出システムが既に知られている。

# 手術時手指消毒

## Surgical Hand Antisepsis

Listerが1800年代の終わりに手技前に外科医の手に石炭酸を塗布することを薦めてから、術前に手と前腕を生体消毒薬で洗浄することは慣習的に広く行われることとなった(231)。非抗菌石鹸ではなく、手指消毒薬により術前手指消毒を行った場合に、手術部位感染が大幅に減少する旨を示す無作為コントロール試験は行われていないが、この方法を支持する強力な論理的根拠がいくつか他の形で提供されている。外科医の手についている細菌は、術中に術野に入ると創感染の原因となり得る(232)。手洗いが非抗菌石鹸で行われた場合には、細菌は手術用手袋のなかで急速に増殖するが、手指消毒薬により術前手指消毒を行った場合には、細菌の増殖スピードはより緩慢となる(14, 233)。手術スタッフの手の常在菌叢を、術中を通じて減らしておくことができれば、術中に手袋に穴があいたり裂けたりした場合でも、細菌が術野に放出されるリスクを減らすことができる(1, 156, 169)。従来、日常的に手術時手指消毒薬を使用していた外科医が、非抗菌製品を使用しはじめたことにより、手術部位感染のアウトブレイクが生じた1事例が報告されている(234)。

手術時手指消毒目的の消毒薬の効果は、1) 手指消毒のすぐ後 2) 手術用手袋を6時間着用した後(持続効果) 3) 5日にわたり複数回擦り込みした後(累積効果)の手からの細菌放出を減少させる力に基づいて評価される。即時効果と持続効果が、製品の効能を判定する上で最も重要であると考えられている。米国のガイドラインは、手術時手指消毒薬は、損傷のない皮膚上の微生物を大きく減少させ、刺激性の低い抗菌薬を含有し、広域スペクトラムの作用を有し、速効性があり持続性があるべきであるとしている(19, 235)。

60%～95%アルコールのみ、第4級アンモニウム化

合物、ヘキサクロロフィン、または、グルコン酸クロロヘキシジン少量が添加されている50%～95%のアルコールを含む製品は、他の手指消毒薬よりも、擦り込み直後に皮膚上の細菌数をより有効に減少させることが示されている(表4)。次に活性が高い手指消毒薬は(高い順に)、グルコン酸クロロヘキシジン、ヨードホール、トリクロサン、そして普通石鹸である(104, 119, 186, 188, 203, 204, 206, 208, 236)。手術時手指消毒薬としてのPCMXの研究では矛盾した結果がでているので、この化合物の効能が他の手指消毒薬と比較し、有効性を確立するためにはさらに詳しい研究が必要である(176, 185, 186)。

アルコールには持続的抗菌作用があるとは考えられていないが、アルコールで手術時手指消毒を行った後の細菌増殖はスピードが遅いようであり、1～3時間手袋を着用した後に手の上の細菌数が初期値を超えることは稀である(1)。しかし、最近の研究は、61%エタノールのみを含有する製品では、消毒後6時間後に十分な持続活性を保っていないことを明らかにしている(237)。0.5%または1%のグルコン酸クロロヘキシジンは、研究によっては、グルコン酸クロロヘキシジン含有界面活性剤と同など、または、それを上回る持続活性があることが示されている(1, 118, 135, 237)。

界面活性剤ベースの手術時手指消毒薬の持続抗菌活性は、2%または4%のグルコン酸クロロヘキシジンを含むものが最も高く、ヘキサクロロフィン、トリクロサン、ヨードホールがこれに続く(1, 102, 113-115, 159, 189, 203, 204, 206-208, 236)。ヘキサクロロフィンは繰り返し使用すると血中に吸収されるため、手術時手指消毒薬として使用されることはあまりない。

手術スタッフはこれまでずっと術前に10分間の手指

### 【原文注】

\* 最近行われた無作為臨床試験で、4%ポビドンヨードか4%消毒薬入り抗菌石鹸で従来の5分間手術時手指消毒を行った手術スタッフと、普通石鹸で1分間手洗いを行い、0.2%メセトロンウムエチルサルフェイトを含むアルコールベースの液状手指消毒薬で5分間手指擦り込みを行った手術スタッフにより手術の行われた患者の手術部位感染のモニタリングが行われたところ、両患者群の手術部位感染の発生率は実質同じであった(出典: Parienti JJ, Thibon P, Heller R, et al. For Members of the Antiseptie Chirurgicale des Mains Study Group. アルコール水溶液による手指への擦り込み式消毒と従来の手術時手指消毒における30日間手術部位感染発生率の比較: 無作為同等待性研究、JAMA 2002; 288: 722-7)。

消毒を行うことが義務付けられてきたが、それが原因で皮膚の損傷にいたることが多い。いくつかの研究で、5分間の手指消毒で10分間の消毒と同じだけ細菌数を減少させることが示されている（117, 238, 239）。また、2～3分の手指消毒で、受け入れられるレベルにまで細菌数を減らす結果を示した研究もある（156, 205, 207, 240, 241）。

消毒薬入り界面活性剤でまず洗い、次にアルコールを含む製品を擦り込みするという2段階の手術時手指消毒が有効であることを示す研究がある。たとえば、4%グルコン酸クロルヘキシジンカポビドンヨードでおよそ1～2分洗浄し、次にアルコールベースの製品の擦り込みをするのと、5分間消毒薬入り界面活性剤で洗浄するのとは同等の効果が得られている（114, 242）。

手術時手指消毒のプロトコールは、スタッフがブラシを使って洗浄を行うことを要求しているが、この方法は皮膚を傷つけ、手からさらに多くの細菌が剥落す

る可能性がある（95, 243）。ディスポーザブルのスポンジや、スポンジとブラシの併用により、ブラシ使用時と同等の効果で細菌数を減らすことができている（244-246）。しかし、いくつかの研究では、とくにアルコールベースの製品を使用する場合には、手術スタッフの手の細菌数を受け入れられるレベルにまで減少させるために、ブラシやスポンジを使用する必要がないことが報告されている（102, 117, 159, 165, 233, 237, 247, 248）。これらの研究のいくつかは、手指消毒後すぐ、また45～60分で培養が行われており（102, 117, 233, 247, 248）、また、いくつかにおいては、手指消毒後3時間と6時間の時点で培養がされている（159, 237）。たとえば、最近のボランティアを使ったある研究は、1%グルコン酸クロルヘキシジンと61%エタノールを含有する製品をブラシを使わずに擦り込みした場合に、4%クロルヘキシジン含有界面活性剤によるスポンジ／ブラシ洗浄よりも優れた効果があったことを報告している（237）。

## 普通石鹸、抗菌石鹸／界面活性剤、 アルコールの相対的効能

### Relative Efficacy of Plain Soap, Antiseptic Soap/Detergent, and Alcohols

研究によっては細菌数減少をパーセンテージで示したり、対数低減率で示したりと研究により効能の表現方法が異なるため、普通石鹸、抗菌石鹸、アルコールベースの手指消毒薬の生体上での効能に関する研究を一律に比較することはできない。しかし、各研究で試

験された消毒薬の相対的効能を要約することで、手洗い、衛生的手洗い、擦り込み式手指消毒薬、手術時手指消毒用の種々の製品の生体上での活性の概要をつかむことができる（表2～4）。

# 手指衛生手段を原因とする刺激性接触皮膚炎

## Irritant Contact Dermatitis Resulting from Hand-Hygiene Measures

### 刺激性接触皮膚炎の頻度と病態生理学

ある研究では、看護師の25%が手の皮膚炎の症状や徴候を報告しており、看護師の85%が何らかの皮膚問題を経験したと報告している（249）。手指衛生製品、とくに石鹸やその他の界面活性剤を繰り返し頻繁に使用することが、医療従事者の慢性刺激性接触皮膚炎の主な原因となる（250）。界面活性剤が皮膚炎症を起こす潜在力はかなり幅広いが、エモリエントや保湿剤の添加により改善することができる。抗菌石鹸による炎症は、含有されている抗菌薬やその他の成分によるものである。皮膚に問題を経験した人は、よく乾燥感や燃えるような感じ、「荒れた」皮膚、紅斑、カサカサ感、ひび割れなどを訴えている。界面活性剤は、角質層のタンパク質の変性、細胞内脂質の変化（脂質部分をなくしたり、組成を変えたりする）、角質細胞の結末の減弱、角質層の保水力の減少を起こすことにより皮膚を損傷する（250, 251）。皮膚の損傷が起これば皮膚上の菌叢も変化し、ブドウ球菌やグラム陰性桿菌の定着がより頻繁に起こるようになる（17, 90）。アルコールは最も安全な生体消毒薬のひとつだが、皮膚の乾燥や炎症の原因となり得る（1, 252）。エタノールは、通常n-プロパノールやイソプロパノールより刺激性が低い（252）。

刺激性接触皮膚炎は、ヨードホルムによるものがよく報告されている（92）。刺激性接触皮膚炎の原因となるその他の生体消毒薬は（頻度順に）、クロルヘキシジン、PCMX、トリクロサン、アルコールベースの製品である。界面活性剤の繰り返し使用によって損傷した皮膚は、アルコールベースの製品による刺激により弱い（253）。市販の手指衛生製品の潜在的刺激性は経皮損失水分量の測定により判定されることが多く、メーカーから情報を入手することができる。頻繁な手洗いによる皮膚炎に関連する他の要因としては、手洗い時の温水の使用、相対的な湿度の低下（冬期によくみられる）、ハンドローションやクリームを使っていないことや、ペーパータオルの品質などがある

（254, 255）。手袋の着脱のときの剪断力やラテックスタンパクアレルギーも、医療従事者の手の皮膚炎を引き起こす要素であると考えられる。

### 手指衛生製品によるアレルギー性接触皮膚炎

皮膚に塗布される製品に対するアレルギー（接触アレルギー）が、遅延型反応（アレルギー性接触皮膚炎）として、または、前者より頻度は少ないが、即時型反応（蕁麻疹）として発症する場合がある。接触アレルギーの最も一般的な原因は香料と保存料である。乳化剤が原因となる頻度はより低い（256-259）。液体石鹸、ハンドローションやクリーム、「乳液軟膏」には、医療従事者の接触性アレルギーの原因となる成分が含まれている場合がある（257, 258）。

第4級アンモニウム化合物、ヨード／ヨードホルム、クロルヘキシジン、トリクロサン、PCMX、アルコールなどの生体消毒薬に対するアレルギー反応が報告されている（118, 167, 172, 256, 260-265）。アルコールベースの手指消毒薬のアレルギー性接触皮膚炎はあまりみられない。市販のアルコール手指消毒薬を10年以上使用しているスイスのある大規模病院でのサーベイランスでは、当該製品に対するアレルギーの報告は一例もなかった（169）。2001年の終わりに、米国で、よく使われているアルコール手指消毒薬の副作用に関し、FDAの副作用報告システムにより情報公開要請が提出されたが、こうした製品による紅斑性発疹反応が一件報告されたのみであった（John M. Boyce, M.D., Hospital of St. Raphael, New Haven, Connecticut, personal communication, 2001）。しかし、医療従事者の間でアルコールベースの手指消毒薬の使用が拡大するにつれ、こうした製品に対する真性アレルギー反応が起こることが予測される。

アルコールベースの製品に対するアレルギー反応は、アルコールへの真性アレルギー、不純物やアルデヒド代謝物に対するアレルギー、あるいは製品のその他の成分に対するアレルギーである場合がある（167）。アレルギー性接触皮膚炎や即時性接触性蕁麻疹

疹反応が、エタノールやイソプロパノールで起こる場合もある（167）。アレルギー反応は、アルコールベースの手指消毒薬の不活性成分として含有される香料、ベンジルアルコール、ステアリル／イソステアリ

ルアルコール、フェノキシエタノール、ミリスチルアルコール、プロピレングリコール、パラベン、塩化ベンザルコニウムなどの化合物により起こる場合もある（167, 256, 266-270）。

## 手指消毒薬の副作用を減少させるために 提案されている方法

### Proposed Methods for Reducing Adverse Effects of Agents

医療従事者の手指衛生による刺激性接触皮膚炎を最小限に抑えるための戦略として、炎症原因となる消毒薬（とくに非イオン性界面活性剤）への曝露を減らす、炎症の可能性が高い製品をやめて皮膚への損傷の程度が低い製品を使用する、刺激性接触皮膚炎のリスクについてスタッフを教育する、スタッフに保湿力のあるスキンケア製品やバリアクリームを供給するなどがある（96, 98, 251, 271-273）。医療従事者の手指衛生製品への曝露頻度を減らすことは困難であろうし、大半の施設ではすでに手指衛生ポリシーがよく遵守されていないことを考えると望ましいものではない。皮膚炎を抑えようとして病院側では非抗菌石鹸を供給してきたが、こうした製品も頻繁に使用すると、皮膚の損傷、乾燥、炎症が、抗菌製品よりもさらにひどく発生する場合がある（92, 96, 98）。炎症原因となる石鹸や界面活性剤へのスタッフの曝露を減らすひとつの方法として、種々のエモリエントを含むアルコールベースの手指消毒薬の使用を奨励するという方法がある。最近行われた無作為前向き研究で、エモリエント含有のアルコール手指消毒薬は、非抗菌石鹸や抗菌石鹸による手洗いよりも問題が少ないことが報告された（96, 98, 166）。アルコール手指消毒薬の使用直後に石鹸と水で手を洗うと、皮膚炎になる場合がある。したがって、アルコールベースの手指消毒薬を使ってから手を洗う必要はなく、また、奨励されてもいない旨をスタッフに理解させるべきである。

ハンドローションやクリームは、皮膚の水分を増し、

また、正常な皮膚のバリア機能を果たす皮膚脂質が変質したり、枯渇したりしている場合には、保湿や種々の脂肪や油分を補充する（251, 271）。いくつかのコントロール試験で、こうした製品を定期的を使用する（日に2回）ことで、手指衛生製品による刺激性接触皮膚炎を予防し、また、治療することができると報告されている（272, 273）。ある研究では、油分を含有するローションの頻繁かつ定期的な使用で、皮膚状態が改善され、それにより医療従事者の手洗い頻度が50%上昇したことが報告されている（273）。こうした研究報告は、定期的かつ頻繁なハンドケア製品の使用の価値について、スタッフを教育することの必要性を強調している。

最近では、手指衛生関連の刺激性接触皮膚炎の防止用として、バリアクリームが販売されているが、こうした製品は表皮の表面層に吸収され、通常の手洗いで落ちない保護層を形成するようにつくられている。しかし、最近行われた2つの無作為コントロール試験では、看護師の皮膚状態を評価したが、バリアクリームは対照クリームなどよりも優れた結果がでなかったことを報告している（272, 273）。したがって、医療従事者の刺激性接触皮膚炎の防止にバリアクリームが有効かどうかは、まだ、未解明である。

ハンドケア製品の効能や受け入れ可能性の評価に加え、製品選択委員会は、油分含有製品がゴム手袋の品質や院内で使用する手指消毒薬の効能に与えるマイナスの影響についても検討するべきである（8, 36）。

# 手指衛生製品選択の際に考慮すべき要素

## Factors To Consider When Selecting Hand-Hygiene Products

医療施設で使用する手指衛生製品の評価を行うときには、管理サイドや製品選択委員会は、種々の病原体（付録参照）に対する相対的効能やスタッフに受け入れられるかどうかなど、製品の全体的効果に影響を与える要素を考慮に入れなければならない（274, 275）。スタッフの受け入れレベルが低いと、手洗いが頻繁に行われにくいかもしれない（276）。スタッフの受け入れに影響する製品の特徴には、臭い、粘度（使った「感じ」）、色などがある（92, 277, 278）。石鹸では、泡立ちのよさも影響する。

医療従事者の手洗いの頻度は、一度の勤務時間帯中限られた回数から30回までと幅があるため、皮膚の炎症や乾燥を起こす製品傾向は、スタッフの受け入れられ方や、ひいては使用に影響を与える大きな要因となる（61, 98, 274, 275, 277, 279）。たとえば、アルコールの乾燥性に関する懸念が、米国の病院におけるアルコールベースの手指消毒薬の受け入れが低い主な原因であった（5, 143）。しかし、エモリエントを含むアルコールベースの手指消毒薬は、医療従事者にとって受け入れやすいものであることが、いくつかの研究により報告されている（90, 93, 98, 100, 101, 106, 143, 163, 164, 166）。アルコールベースの製品については、乾燥にかかる時間もユーザーの受け入れに影響を与えられとされる。

いくつかの研究によると、スタッフによる手洗いや消毒薬を用いた手洗いは、手指衛生手段が使いやすい場所にあるかどうかに影響されることを示唆している（280-283）。医療施設によっては、大部屋にひとつの流し台しかなかったり、病室のドアから遠くにあったりする場合には、退室するスタッフの手洗いの意欲を削ぎかねない。ICUでは、流し台に行く際、ベッドサイドの装置（人工呼吸器や静脈注入ポンプなど）により邪魔される場合がある。手洗いや消毒薬を用いた手洗いに使用される流し台に対し、アルコールベースの手指消毒薬のディスペンサーは配管を必要とせず、また、各患者のベッドサイドや、患者ケアを行ういろいろな場所に備えることができる。アルコールベースの手指消毒薬をポケットに入れて持ち歩くことと、ベッ

ドサイドにディスペンサーを設置することで、手指衛生プロトコルの遵守が大きく改善されている（74, 284）。石鹸とアルコール手指消毒薬の混乱を避けるために、アルコール手指消毒薬は流し台の横に置くべきではない。アルコール手指消毒薬を使った後に、石鹸と水で手を洗う必要はなく、推奨もされていない。また、その理由は皮膚炎に至る可能性があるためであることを医療従事者に知らせるべきである。しかし、繰り返しアルコール手指消毒薬を使うと、エモリエントが「ベタベタ」するような感じがするため、アルコール手指消毒薬を5～10回使った後に石鹸と水で手を洗うよう奨励するメーカーもある。

自動手洗い機が、手洗いの質や頻度の改善を促すことは証明されなかった（88, 285）。最近、技術的に進んだ自動手洗装置とモニタリングシステムが開発されたが、こうした装置の使用により、医療従事者の手指衛生の遵守が持続的に改善されることを示す研究はごくわずかしか発表されていない。自動手洗装置とモニタリングシステムのさらなる評価が待たれる。

メーカーや業者の提供するディスペンサーシステムも、手指衛生製品評価の際には考慮しなければならない。1) 詰まったり、部分的に詰まったりして、使用したときに製品を供給しない場合や、2) きちんと手の上に製品を供給しない場合には、ディスペンサーの使用は敬遠されるであろう。粘性の高いアルコールベースの手指消毒薬を使っていたある病院では、ディスペンサーの65%のみが一度のレバー操作で製品をきちんと医療従事者の手の上に供給でき、ディスペンサーのうち9%は完全に閉塞していた（286）。また、供給量は、適量でないことが多く、手の上ではなく壁にまで製品が飛ばされたこともあった。

医療施設で使われる手指衛生製品のコストに関する情報量は限られているが（165, 287）、ある地域ベースの450床の教育病院で評価されたところ、当該病院は2%クロルヘキシジン含有製品、普通石鹸、アルコール手指消毒薬に22,000ドル（1患者日につき0.72ドル）を費やしていた（287）。外来クリニックや患者ケアエリア以外の場所の手指衛生製品も含めると、石

鹼や手指消毒薬の年間予算は30,000ドルであった（1患者日につきおよそ1ドル）。使用のパターンや製品の価格が異なるため、施設ごとに手指衛生製品の年間予算は相当ばらつきがある。ある研究者（287）によると、非抗菌性の液体石鹼のコストを仮に1.0とすると、2%グルコン酸クロルヘキシジン含有界面活性剤は1.7倍、アルコールベースの手指消毒薬は1.6～2.0倍、アルコールベースのフォーム剤製品は4.5倍であった。手術時手指消毒については、最近、抗菌石鹼による場合とブラシを使わないアルコールベースの手指消毒薬による場合とが比較されているが、アルコールベースの手指消毒薬を使う場合の方が、手術時手指消毒にかかるコストと時間が少ないとされている（165）。2つのCCUで行われた試験では、アルコールベースの手指消毒薬使用のコストは、抗菌石鹼を使用した手洗いの半分であったとしている（一回の塗布につき前者が0.025ドル、後者が0.05ドル）（166）。

手指衛生製品の経費の全体像をとらえるには、医療施設としては、手指衛生製品の予算と、医療に関連した感染が起こった場合に予測される病院コストとを比較して考えるべきである。医療に関連した中程度の感染が4～5件起こっただけで、入院患者エリアで使用する手指消毒薬の年間予算に匹敵するコストがかかるかもしれない。重度の手術部位感染、下気道感染、血流感染が1件起きただけでも、手指衛生用消毒薬の年間

予算以上のコストが発生するかもしれない（287）。手指衛生推進プログラムの有益性を数量的に予測した2つの研究があるが（72, 74）、うちひとつでは、7ヵ月の間に、MRSAの発生率が減少したためにバンコマイシンの使用量が減り、およそ17,000ドルのコスト削減となっている（72）。また、別の研究では、手指衛生推進プログラムの直接費（手指消毒薬の使用の増加とポスター作成の費用）と医療従事者の時間という間接費とを比べたところ（74）、プログラム自体のコストが年間で57,000ドル未満（入院患者1人につき1.42ドル）とみられている。アルコールベースの手指消毒薬の使用増加による追加コストは、100患者日数につき平均6.07ドルであった。回避できた感染1件につき低く見積もっても2,100ドルが削減されたことになる。感染減少の25%のみが手指衛生の改善によるものとする、上記の推進プログラムはかなり費用効率の高いものであった。したがって、病院の管理サイドとしては、より効果の高い、あるいはより受け入れやすい手指衛生製品を購入して手指衛生の実践を改善することにより、病院感染の発生を回避することができ、それによって年間で数件の医療に関連した感染を防止するだけでも、改善後の手指衛生製品の費用増加分を超えるコストの削減につながることを考慮に入れる必要がある。

# 医療従事者の手指衛生の実践

## Hand-Hygiene Practices Among HCWs

いくつかの病院で行われた観察に基づく研究では、医療従事者の1回の勤務時間帯で手を洗う回数は5回から30回までの幅があった（表6）（17, 61, 90, 98, 274, 288）。看護師によっては、1回の勤務時間帯で100回以上も洗う者もいた（90）。手指衛生の病院サーベイランスによると、手洗いの機会の平均回数は、病棟によってかなり異なっている。たとえば、小児病棟の看護師であれば、患者ケア1時間あたりの手洗い衛生機会は平均で8回であるのに対し、ICUのそれは20回であった（11）。医療従事者の手洗い／衛生的手洗いにかかる時間は、観察に基づく研究では平均6.6～24.0秒であった（表7）（17, 52, 59, 84-87, 89, 249, 279）。手洗いにかける時間が限られていることに加え、手や指の全表面をきちんと洗えていないことも多かった（288）。

### 医療従事者に推奨される手指衛生法の遵守

**手指衛生の観察研究：**医療従事者による推奨される手指衛生法の遵守率は低く、平均の基準比率は5%～81%となっている（全体平均で40%）（表8）（71, 74, 86, 87, 276, 280, 281, 283, 285, 289-313）。遵守（あるいは遵守の欠落）を定義する方法や観察方法は研究ごとにまちまちであり、使用された方法や基準に関する詳細は報告されていない。ほとんどの研究は、遵守

を主要な成果の尺度としているのに対し、少数の研究のみがより広い範囲の調査の一貫として遵守を測定している。種々の介入策を行った後に遵守が改善したことをいくつかの研究が報告しているが、多くの研究では、フォローアップ期間が短く、改善された行動様式が長期的に継続したかどうかを確認していない。また、手指衛生ポリシーへの長期的遵守改善プログラムの最中に、手洗いの行動様式が持続的に改善したとする他の研究もある（74, 75）。

**遵守に影響を与える要因：**手指衛生に影響する要因には、疫学的研究で明らかにされた要因や、医療従事者が推奨される手指衛生法を行わない理由としてあげられる要因がある。手指衛生法を遵守しなくなるリスクファクターは、いくつかの観察研究や遵守改善のための介入策において客観的に確立されている（11, 12, 274, 292, 295, 314-317）。このうち、看護師ではなく医師であることや看護助手であることが、一貫して遵守していない要因となっていた（一覧1）。

医療従事者の手指衛生の実践を病院全域で調べた最も大規模な調査では（11）、推奨される手指衛生法の非遵守の予測変数<sup>\*21</sup>が特定されている。予測変数は、職種、勤務病棟、1日のうちの時間、曜日、患者ケアの種類と程度（患者ケア1時間あたりの手指衛生の機会発生回数として定義）などであった。2,834回の手

表6 医療従事者の手洗い頻度

文献番号	年	平均回数 /期間	範囲	平均回数 /時
(61)	1988	5回/8時間	N.S.	1.6-1.8回/時
(89)	1984	5-10回/勤務時間	N.S.	
(96)	2000	10回/勤務時間	N.S.	
(273)	2000	12-18回/日	2-60	
(98)	2000	13-15回/8時間	5-27	
(90)	1977	20-42回/8時間	10-100	
(391)	2000	21回/12時間	N.S.	
(272)	2000	22回/日	0-70	1.7-2.1回/時
(88)	1991			
(17)	1998			
(279)	1978			
(303)	1994			

注：N.S.=記載なし

表7 医療従事者の平均的手洗い時間

文献番号	年	平均/中央値
(392)	1997	4.7-5.3秒
(303)	1994	6.6秒
(52)	1974	8-9.3秒
(85)	1984	8.6秒
(86)	1994	9秒未満
(87)	1994	9.5秒
(88)	1991	10秒未満
(294)	1990	10秒
(89)	1984	11.6秒
(300)	1992	12.5秒
(59)	1988	15.6-24.4秒
(17)	1998	20.6秒
(279)	1978	21秒
(293)	1989	24秒

指衛生機会中、平均の遵守率は48%であった。多変量解析<sup>\*22</sup>において、非遵守率の最も低かったのは看護師であり、また、週末であった（オッズ比 [OR] : 0.6 ; 95%信頼区間 [CI] =0.4-0.8）。細菌汚染のリスクが高い手技（OR : 1.8 ; 95% CI=1.4-2.4）と、患者ケアの程度が高い（手洗い機会21~40回－OR :

1.3 ; 95% CI=1.0-1.7 ; 手洗い機会41~60回－OR : 2.1 ; 95% CI=1.5-2.9 ; 手洗い機会>60－OR : 2.1 ; 95% CI=1.3-3.5）ときには、内科病棟よりもICUの方が遵守率が低かった（OR : 2.0 ; 95% CI=1.3-3.1）。手指衛生の必要性が高くなればなるほど、遵守率は低くなっている。平均で、患者ケアの程度が1時間あた

表8 医療従事者の手洗い遵守率（1981年～2000年）

文献番号	年	部 署	前/後	遵守ベースライン	介入後遵守率	介 入 策
(280)	1981	ICU	A	16%	30%	より便利な場所にシンクを設置
(289)	1981	ICU	A	41%	—	
		ICU	A	28%	—	
(290)	1983	全病棟	A	45%	—	フィードバック 手袋着用 フィードバック、ポリシー見直し、メモ、ポスター
(281)	1986	SICU	A	51%	—	
		MICU	A	76%	—	
(276)	1986	ICU	A	63%	92%	フィードバック 手袋着用 フィードバック、ポリシー見直し、メモ、ポスター
(291)	1987	PICU	A	31%	30%	
(292)	1989	MICU	B/A	14%/28% <sup>*1</sup>	73%/81%	
		MICU	B/A	26%/23%	38%/60%	アルコール手指消毒製品の導入 教育、次にグループフィードバック
(293)	1989	NICU	A/B	75%/50%	—	
(294)	1990	ICU	A	32%	45%	
(295)	1990	ICU	A	81%	92%	サイン、フィードバック、ドクターへの口答注意 フィードバック、パンフレット配付、環境培養結果
(296)	1990	ICU	B/A	22%	30%	
(297)	1991	SICU	A	51%	—	
(298)	1991	小児外来部門	B	49%	49%	サイン、フィードバック、ドクターへの口答注意 フィードバック、パンフレット配付、環境培養結果
(299)	1991	新生児室 & NICU	B/A <sup>*2</sup>	28%	63%	
(300)	1992	NICU/その他ICU	A	29%	—	
(71)	1992	ICU	N.S.	40%	—	自動手洗機 ガウン着用の要請なし
(301)	1993	ICUs	A	40%	—	
(87)	1994	救命救急室	A	32%	—	
(86)	1994	全病棟	A	32%	—	講義、フィードバック、デモンストレーション それとわかる観察、次にフィードバック ルーチンにガウンと手袋を着用 サイン／報告の配付
(285)	1994	SICU	A	22%	38%	
(302)	1994	NICU	A	62%	60%	
(303)	1994	ICU病棟	AA	30%/29%	—	フィードバック、映画、ポスター、パンフレット
(304)	1995	ICU癌病棟	A	56%	—	
(305)	1995	ICU	N.S.	5%	63%	
(306)	1996	PICU	B/A	12%/11%	68%/65%	ポスター、フィードバック、管理支援、アルコール手指消毒薬 アルコール手指消毒薬導入 教育、フィードバック、アルコールゲル導入
(307)	1996	MICU	A	41%	58%	
(308)	1996	救命救急部	A	54%	64%	
(309)	1998	全病棟	A	30%	—	教育、注意、アルコールゲル導入
(310)	1998	小児病棟	B/A	52%/49%	74%/69%	
(311)	1999	MICU	B/A	12%/55%	—	
(74)	2000	全病棟	B/A	48%	67%	教育、注意、アルコールゲル導入
(312)	2000	MICU	A	42%	61%	
(283)	2000	MICU	B/A	10%/22%	23%/48%	
		CTICU	B/A	4%/13%	7%/14%	教育、注意、アルコールゲル導入
(313)	2000	内科病棟	A	60%	52%	

注：ICU＝集中治療室、SICU＝外科ICU、MICU＝内科ICU、PICU＝小児ICU、NICU＝新生児ICU、CTICU＝心肺ICU、N.S.＝記載なし

\*1 患者との接触前後の遵守率

\*2 物との接触後

#### 【監訳者注】

\*21 予測変数 (predictor) : 統計学用語で独立変数 (independent variable)、説明変数 (explanatory variable) ととも呼ばれる。回帰分析において、ある 1 個の変数 Y の予測値  $\hat{Y}$  が、p 個の変数  $X_i$  ( $i=1, 2, \dots, p$ ) によって  $\hat{Y}=b_0+b_1\cdot X_1+b_2\cdot X_2+\dots+b_p\cdot X_p$  という重回帰式で定義される場合、 $X_i$  を独立変数 (regressor)、Y を従属変数 (regressand) と呼ぶ。例えば実験などでいくつかの実験条件によって結果が変化するような場合、結果 (従属変数) は実験条件 (独立変数) に「従属」して決るが、実験条件は結果とは「独立」に自由に変えられるという意味を含んでいる。説明変数という呼びかたは、従属変数の変動を「説明」することから、予測変数という呼びかたは、従属変数を「予測」するための変数であることからつけられたものである。

\*22 多変量解析：観測された多数のデータをその相互関係を考慮に入れて同時に統合的に取り扱い、データの持つ情報を効率よく要約し、直観的総合的判断に有用な形にまとめるための統計学的手法。

りで手洗い機会数10回を超えると、手洗い機会10回毎に遵守率が5%（±2%）減少している。同様に、最も遵守率の低かった（36%）のが、手指衛生の必要回数が普通最も頻繁である場所であるべきはずのICUであった（1患者時間あたり平均20回）。最も遵守率の高かった（59%）のは小児病棟で、小児病棟は他のどのエリアよりも平均の患者ケア程度が低いと思われる場所である（手洗いの機会数は、1患者時間あたり平均8回）。この研究の結果は、以前のガイドラインの完全遵守を期待するのは現実的ではなく、手指衛生製品を使いやすくすることで遵守が改善されることを示している（11, 12, 318）。

手指衛生の遵守を阻む要因には、手指衛生製品によ

る皮膚の炎症、手指衛生製品が使いにくい場所にあること、患者との関係にマイナスの影響をもたらす感じ、ケアの優先（患者のニーズが手指衛生に優先する）、手袋の着用、忘失、ガイドラインを知らないこと、時間がないこと、仕事量が多いこと／人手不足、さらに、手指衛生の改善が医療に関連した感染率に確実に影響することを示す科学的情報がないことなどがあげられている（11, 274, 292, 295, 315-317）。こうした手指衛生ガイドラインの遵守を阻む要因のいくつかは、観察研究で分析または数値化されている（12, 274, 292, 295, 314-317）（一覧1）。

手指衛生製品による皮膚の炎症は、やはり適切な遵守を妨げる大きな要因となっている（319）。石鹸や

#### 一覧1 手指衛生遵守の影響要因

##### 観察された手指衛生法の非遵守のリスクファクター

- （ナースではなく）医師であること
- （ナースではなく）看護助手であること
- 男性であること
- ICU勤務
- （週末ではなく）週日勤務
- ガウン／手袋の着用
- 自動シンク
- 交差伝播のリスクの高い行為
- 患者ケア1時間につき手指衛生の機会が多い

##### 自己申告された手指衛生法非遵守のリスクファクター

- 手洗い剤が炎症や乾燥を起こす
- シンクが不便な場所にある／足りない
- 石鹸やペーパータオルがない
- 忙しすぎる／時間がない
- 人手不足／患者過密
- 患者のニーズが優先する
- 手指衛生はスタッフと患者の関係にマイナス
- 患者から感染するリスクは低い
- 手袋の着用／手袋の着用で手指衛生はしなくともよいという考え
- ガイドライン／プロトコルを知らない
- 考えていない／忘れていた
- 同僚や上司の手本がない
- 手指衛生の価値について疑問
- 推奨される方法に納得しない
- 手指衛生の向上が医療関連感染率に確実に影響することを示す科学的データがない

##### 適切な手指衛生を阻むその他のバリア

- 個人レベル／施設レベルでの手指衛生促進への積極的参加の欠如
- 手指衛生の手本の欠如
- 施設として手指衛生を優先する姿勢の欠如
- 非遵守に対する制裁措置／遵守に対する報賞の欠如
- 施設としての安全重視の雰囲気欠如

出典：Pittet D. Improving compliance with hand hygiene in hospitals. Infect Control Hosp Epidemiol 2000; 21:381-6から編載

界面活性剤は定期的に使用すると皮膚を損傷するので、医療従事者は手指衛生製品の潜在的副作用について知られる必要がある。この問題についての知識や教育の欠落が、動機付けを阻害する原因となっている。いくつかの研究では、エモリエント含有のアルコールベースの手指消毒薬（60%～90% [容量パーセント] のイソプロパノール、エタノール、n-プロパノールのいずれか）は、石鹼や界面活性剤よりも皮膚に対して刺激が少ないという結果がでている。また、試験対象となったエモリエント含有のアルコールベースの製品は、試験対象の界面活性剤と少なくとも同等の受け入れ、また、同等の効能を示した。さらに、研究では、いくつかのスキンローションは皮膚の落屑やひび割れを減らし、そのために手からの微生物の放出を減少させると考えられる（67, 272, 273）。

流し台、石鹼、薬用の界面活性剤、アルコールベースの手指消毒薬など何であれ、手指消毒手段が使いやすい場所にあることが、推奨される手指消毒の遵守を最適に達成するために不可欠である。看護師が患者のそばを離れ、流し台に行き、次の患者を見る前に手を洗って乾かすのにかかる時間のため、手洗いや手指消毒を頻繁に行うことができないでいる（11, 318）。工学的に設備設計などを変えることでも遵守を高めることは期待できるが、手指衛生の行動様式を注意深くモニタリングして、新しく発売された手洗装置にマイナスの効果がないかを確認するべきである（88）。

公表されている研究では、互いに相反する結果がでているため、手袋の着用が手指衛生ポリシーの遵守に与える影響は明確にはされていない（87, 290, 301, 320）。手袋を使用しようと、交換しように関係なく、手指の衛生管理は必要である。患者との接触の後や、同一患者の「汚染」体部と「清潔」体部の間で手袋の交換を行わないことは、推奨する手指衛生法を遵守していないこととみなされる（11）。臨床の現場で起こる条件に似せた実験条件の下で行われたある研究では（321）、患者との接触間で手袋着用のまま手を洗って同じ手袋を再使用すると、手袋をはずした後に手の上の細菌数は0～4.7logであった。したがって、このやり方は改めるべきである。手洗と消毒は、手袋をはずした後に行うべきである。

1) 手指衛生ガイドラインを知らない 2) 患者ケア中にいつ手指衛生を行うべきかわかっていない 3) 病原体の交差伝播のリスクを認識していないことが、きちんとした手指衛生の実施を阻害している。さらに、第三者の観察によると決してそうではないのに、医療従事者は自分は必要なときには手を洗っていると信じ

込んでいる場合がある（89, 92, 295, 296, 322）。

手指衛生行動の障害となっているものは、施設由来だけではなく、医療従事者の同僚間の人間関係によるものもある。したがって、手指衛生の遵守を改善するために制度を変える場合には、病院のみならず小グループの力関係も考慮に入れる必要がある。

## 手指衛生促進のターゲット

手指衛生を促進する際のターゲットは、非遵守のリスクファクターを分析した研究、報告されている遵守しない理由、医療従事者の適切な行動様式を促進するために重要とされているその他の要因から導き出される。要因によっては変更できないものもあるが（一覧1）、それ以外の要因は変更可能である。

取り組まなければならないひとつの要因は、医療従事者が手を洗淨するのにかかる時間であるが、これまでの手洗いにかかる時間は、以前のガイドラインへの完全遵守を非現実的なものとしてきたきらいがあり（11, 12, 318）、手指衛生手段へのアクセスをもっと迅速なものにできれば遵守は改善されると思われる。あるICUで行われた研究では、看護師が患者のそばを離れ、歩いて流し台に行き、手を洗い、患者ケアに戻るのに要する時間は平均で62秒であった（318）。これに対し、各患者のベッドサイドでアルコールベースの手指消毒薬を使用するのにかかる時間は4分の1である。適切な手指衛生行動を確保するには、手指衛生手段が簡単に使える場所にあることが条件であり、ほとんどの医療施設で実施可能である（323）。とくに、必要性の高い部署（ICUなど）、多忙な職場であり、時に患者数が過剰であったり、看護師不足もあったりする場所では、手を洗に行くよりは、アルコールベースの手指消毒薬を使用する可能性が高いと思われる（323）。さらに、アルコールベースの手指消毒薬の使用は、従来の普通石鹼と水や消毒薬を用いた手洗いという方法に比べ、時間が少なくすむというだけではなく（166, 318）、速効性があり（1）手の炎症を起こす率が低い（1, 67, 96, 98, 166）という点でも優れている。アルコールベースの手指消毒薬は、感染率と手指衛生遵守の持続改善とを関連付けた唯一のプログラムでも使用されている（74）。しかし、継続的な教育活動や動機付け活動を行うことなく、アルコールベースの手指消毒薬をスタッフにただ渡しただけでは、手指衛生の長期的改善は期待できないであろう（313）。手指衛生製品の使用回数を増やすということは皮膚の乾燥につながると受けとられる可能性があるため、無償でスキンケアローションを供給することが推奨され

る。

手指衛生の実際を改善するには、教育が欠かせない。教育プログラムでは、1) 医療に関連した感染や耐性微生物の伝播に対し、正しい手指衛生の実践が与える影響に関する科学的情報がない状況 2) 手指衛生ガイドラインの認識の欠落や、毎日の患者ケアのなかで手指衛生がいつ必要かを十分にわかっていない状況 3) 大半の医療従事者による手指衛生遵守率が低いことを認識していない状況 4) 手指衛生剤やスキンケア製品を使用することがいかに適切かつ有効であるかをわかっておらず、こうした製品を理解していない状況など、に取り組むべきである。

医療従事者は施設内の小集団のなかで成長していくものである。手指衛生行動の改善のターゲットとして、スタッフ各人だけではなく、各集団や病院全体レベル

で行うべきことが種々存在する (317, 323)。集団レベルの例としては、手指衛生遵守に関する教育とフィードバック、過重業務／人減らし／人手不足の防止、各業務ユニットでの主要人物からの激励や手本の提供などがある。病院レベルでなすべきこととしては、1) ガイドラインの文書化 2) 遵守の雰囲気や伝統の育成 3) 管理サイドのリーダーシップ、支援の提供、報賞／制裁の実施などがある。いろいろな種類の施設で行われたいくつかの研究では、推奨手指衛生法の遵守が病棟や医療従事者タイプによって中レベルから低レベルまでさまざまであったことを報告している。こうした結果は、スタッフの業種などにより、専用に作成された教育を行う必要があることを示唆している。(11, 289, 290, 294, 317, 323)。

# 行動理論から学んだ教訓

## Lessons Learned from Behavioral Theories

1998年に、成功率のより高い介入を行おうと、当時の有力な行動理論と医療従事者へのその応用についての検討が研究者らによって行われた（317）。研究者らは、手指衛生の実践を強化するための仮説的フレームワークを提唱し、行動介入を行う際には、個人的要因と施設的要因を考慮することが重要であることを強調した。

行動理論や二次的介入は、主に個々のスタッフを標的としていたが、持続的变化をもたらすには、この方法は十分ではないかもしれない（317, 324, 325）。手指衛生の実践を改善することをめざした介入は、行動様式決定要素のさまざまなレベルに働きかけなくてはならない（12, 317, 326）。したがって、手指衛生キャンペーンを戦略的に計画策定するには、個人的要因、環境的制約、施設の雰囲気などの相互作用を考慮にいれなければならない。病院で手指衛生を促進させるための介入には、こうしたレベルでの変数を考慮すべきである。手指衛生行動に関与する要素としては、意図、手指衛生に対する考え方、本人の信ずる社会的標準、行動制御、感染リスク、手本、知識、そして動機付けがある（317）。変化をもたらすために必要な要素には、1）現状への不満 2）別の方法があることの認知 3）個人レベル、施設レベルでの変わることが

できるという認識がある。後者の要素は教育や動機付けを暗示するものであるが、前者の2つは制度的変更を必要とする。

手指衛生遵守率が低い理由として報告されているもののなかに（一覧1）、施設や制度全体に明らかにかかわるものがある（施設として手指衛生に重要性を置いていない、管理サイドによる制裁措置がない、安全重視の雰囲気がないなど）。こうした理由はすべて多くの施設では制度の変更を必要とするものであるが、三番目の理由は経営サイドによる意志表明、目に見える安全プログラム、業務ストレスを受け入れ可能なレベルに抑制する、問題の報告に対し寛容かつ支援的に対応する、予防戦略の効果を信ずることなどが要求される（12, 317, 325, 327）。最も重要なことは、感染管理の実践を改善するには、1）基本的思考体系に疑問を投げかけ 2）集団（または個人）の行動変化を各段階で継続的に評価し 3）適切な変化のプロセスを通じて介入を行い 4）個人や集団の創造性を支援することが必要である（317）。変化のプロセスは複雑なため、一度介入を行っただけでは失敗することが多い。したがって、いろいろな形態で、いろいろな部門を巻き込んだ戦略が必要であろう（74, 75, 317, 323, 326）。

# 手指衛生改善促進のための方法

## Methods Used To Promote Improved Hand Hygiene

手指衛生の促進は150年以上にわたり、難しい問題とされてきた。院内教育、情報パンフレット、ワークショップや講義、自動ディスペンサー、手指衛生遵守率のフィードバックが、一時的改善をもたらすとされている（291, 294-296, 306, 314）。

病院での手指衛生促進のための戦略がいくつか発表されている（表9）。こうした戦略には、教育、動機付け、または、制度的変更が必要である。疫学的証拠に基づく戦略もあれば、提唱者や他の研究者の経験や最新知識の見直しに基づくものもある。戦略によっては、一定の状況のもとでは必要ないかもしれないが、別の状況のもとでは有用なものもある。とくに、アルコールベースの手指消毒薬を使っていない場合には、手指衛生製品を変更することは、仕事量が多く手指衛生の必要性の高い施設や病棟では有益であろう（11, 73, 78, 328）。しかし、手の皮膚の炎症が起こりやすい冬期に手指衛生製品の変更を行うことや、スキンケア製品（皮膚保護用のクリームやローション）の提供なしに変更することはかえってマイナスになるであろう。教育や動機付けのプログラムに、具体的要素を含めるようにすべきである（一覽2）。

手指衛生促進を成功させ得るいくつかの戦略では、制度の変更を必要としている（一覽1）。手指衛生の遵守と促進は、個人レベルと全体レベルで行わなければならない。現状打破の可能性（自らを有効に働かせる能力）についての個々人の考え方と施設としての考え方、両レベルでスタッフの積極的参加を得ること、施設としての安全重視の雰囲気を促進することは、現在考えられている感染管理専門家の役割を超えるものである。

教育の増強、個人向けの強化テクニック、適切な報賞制度、制裁措置、積極的参加の強化、組織中の多くのリーダーの積極的関与、手による微生物伝播が健康を脅かすことの強い認識、自らを有効に働かせる能力、感じられる社会的圧力（12, 317, 329, 330）、また、これらの組み合わせが医療従事者の手指衛生遵守を向上させるかどうかは、今後の調査を待たねばならない。究極的には、推奨される手指衛生法の遵守は、相互に依存する質的要素が相互作用を通じて共通の目的を達成するという患者の安全を重視する雰囲気の一貫となるべきである（331）。

こうした仮説や病院での実際の成功例に基づき、手

表9 病院において手指衛生促進を成功させるための戦略

戦 略	行動様式変化のためのツール <sup>*1</sup>	参考文献 <sup>*2</sup>
教育	E (M, S)	(74, 295, 306, 326, 393)
ルーチンの観察とフィードバック	S (E, M)	(74, 294, 306, 326, 393)
施設設備		
手指衛生をしやすくする	S	(74, 281, 326, 393)
アルコール手指消毒薬の導入	S	(74)
(少なくとも高需要の場で)	S	(74, 283, 312)
患者教育	S (M)	(283, 394)
職場での注意	S	(74, 395)
管理からの制裁/報賞	S	(12, 317)
手指消毒薬の変更	S (E)	(11, 67, 71, 283, 312)
スタッフ用スキンケアの促進	S (E)	(67, 74, 274, 275)
個人/施設レベルでの積極的参加を得る	E, M, S	(74, 75, 317)
施設の安全に対する雰囲気を改善する	S (M)	(74, 75, 317)
個人/施設の自助能力の向上	S (E, M)	(74, 75, 317)
過密状態、人手不足、過重業務の回避	S	(11, 74, 78, 297, 396)
上記いくつかの戦略の組み合わせ	E, M, S	(74, 75, 295, 306, 317, 326)

\*1 行動様式の変化の力学は複雑であり、教育（E）、動機付け（M）、制度の変更（S）が関与している。

\*2 参考文献は一部のみを記載。より包括的な参考文献リストを参照のこと（1, 8, 317, 323, 397）。

指衛生の遵守向上のための戦略はさまざまな形態で、  
多部門を巻き込んで実践するべきであるが、実践に先

立ち、さらなる研究が必要である。

## 一覧2 医療従事者教育と動機付けプログラムに含むべき要素

### 手指衛生を必要とする論理的根拠

- 患者への微生物の伝播リスク
- 医療従事者の患者から伝播する微生物による定着や感染のリスク
- 医療関連感染による罹患率、死亡率、コストの問題

### 手指衛生を必要とする時

- 患者の損傷のない皮膚との接触（脈をとる、血圧を測る、身体チェック、ベッドで患者を持ち上げる等）  
（25, 26, 45, 48, 51, 53）
- 患者のすぐ近く的环境面との接触（46, 51, 53, 54）
- 手袋をはずした後（50, 58, 71）

### 手指衛生のテクニック

- 手指衛生製品の液量
- 手指衛生を行う時間
- 手指衛生製品の選択
  - 手の細菌数減少には、アルコールベースの手指消毒製品が最も効果的である。次に効果が期待されるのは抗菌石鹸／界面活性剤であり、非抗菌石鹸は最も効果が低い（1, 398）
  - 目に見えて汚れた手には石鹸と水がよい
  - あらゆる臨床の場で（手が目に見えて汚れている場合を除く）、ルーチンの汚染除去に、また手術時手指消毒のひとつの選択肢としてアルコールベースの手指消毒製品が推奨される

### 手の皮膚を健康に保つための方法

- 刺激性接触皮膚炎による乾燥や炎症の予防や抑制にはローションやクリームを使用する
- 受け入れられるローションやクリームを使う
- ローションやクリーム使用のスケジュールを推奨する

### 患者ケアマネジャー／管理職に期待されるもの

- 推奨手指衛生方法の遵守の価値を书面化し、これを支援する
- 推奨手指衛生方法の遵守をデモンストレーションする手本を提供する（399）

### 手袋着用の限界

- 気付かないピンホールを通じての汚染が起こる場合がある（321, 361）
- 手袋をはずす時に汚染が起こる場合がある（50）
- 手袋の着用は手指衛生の代替策とはならない（58）
- 患者ケアの後に手袋をはずさないと、患者から別の患者への微生物伝播につながる恐れがある（373）

# よりよい手指衛生の促進の効能と影響

## Efficacy of Promotion and Impact of Improved Hand Hygiene

よりよい手指衛生が医療に関連した感染に明らかな影響を与えることについての科学的情報がないことが、推奨の手指衛生の適切な遵守を阻む壁となっている可能性がある（一覧1）。しかし、よりよい手指衛生が医療に関連した感染率を減少させ得るという考え方を支える証拠もある。適切な手指衛生を行わないことは、医療に関連した感染と多剤耐性病原体の拡大の主要な原因とみられており、アウトブレイクの重要な要因として認識されている。

9病院において行われた手指衛生が医療に関連した感染のリスクへの影響を調査した研究では（表10）（48, 69-75, 296）、大半において、手指衛生の実践の改善と感染率の低下の間に一時的な相関がみられた。

こうした研究のひとつに、培養による週単位の積極的サーベイランスを含め、他のすべての感染管理手段は変わらないままであったのに（72）、新しい手指消毒薬（1%トリクロサン）を導入した7ヵ月後には、新生児ICUでMRSAの発生がみられなくなった。また、別の研究では、新生児室における22人の新生児のMRSAアウトブレイクが報告されており（73）、努力を重ねたにもかかわらず、このアウトブレイクは、新しい手指消毒薬（0.3%トリクロサン）の導入まで抑制することはできなかった。手袋やガウン、コホーティング（cohorting）<sup>\*23</sup>、積極的サーベイランスのための培養採取など、すでに行われていた感染管理手段はそのまま継続されていた。

最近、ジュネーブ大学病院における、手指衛生を促進するための長期的全病棟対象のプログラムの有効性が報告された（74）。ルーチンの患者ケア中の手指衛生ガイドラインの全般的遵守が、全病棟対象の観察調査でモニタリングされた。この調査は1994年12月から1997年12月まで半年に一度、とくにベッドサイドでのアルコールベースの手指消毒を強調した手指衛生キャンペーン実施の前と最中に行われた。全病棟に個人使用サイズの手指消毒薬入りボトルが配付され、使

いやすいように全ベッドにオーダーメイドのホルダーが取り付けられた。医療従事者はボトルをポケットに入れて持ち歩くよう奨励され、1996年には、ポケットでの持ち歩きをさらに便利にするために、（丸型ではなく）平らな形のボトルが新しく設計された。手指衛生促進戦略はいろいろな形態で、多部門のスタッフの関与、壁ポスターの使用、病院全体でベッドサイドの手指消毒薬の使用促進、全スタッフに対する定期的なフィードバック（方法詳細については、<http://www.hopisafe.ch>を参照）を通じて実施された。医療に関連した感染率、MRSA交差汚染の発生率、手指消毒薬の消費量が測定された。推奨手指衛生法の遵守は1994年には48%であったものが1997年には66%へと、暫次改善した（ $p<0.001$ ）。石鹸と水による手洗いはあいかわらず行われていたが、調査期間中には手指消毒の頻度は大きく増加し（ $p<0.001$ ）、アルコールベースの手指消毒薬の消費量は、1993年から1998年にかけて、1,000患者日数につき3.5リットルから15.4リットルに増加した（ $p<0.001$ ）。既知の非遵守リスクファクターの調整を行った後も、手指消毒の頻度上昇に変化はなかった。同時期、医療に関連した感染の全般とMRSA伝播率が減少した（いずれも $p<0.05$ ）。MRSA伝播率の減少は、手指消毒遵守の改善と、また、MRSAの定着している患者の検出と同定のために一緒に実施された積極的サーベイランスによるものとも考えられる（332）。ジュネーブ大学病院での経験は、手指衛生キャンペーンにより持続的改善が何年にもわたって継続したことを示す最初の報告である。追加で行われたいろいろな形態によるプログラムも、さらに数年、手指消毒の実践における持続的改善をもたらした（75）。一方、他の研究の多くは、6ヵ月から9ヵ月の観察を行うに留まっている。

こうした研究は、医療に関連した感染に対する手指衛生の効果のみを評価するためのものではなかったが、研究結果は手指衛生を改善することで、病原微生物

### 【監訳者注】

\*23 コホーティング：感染症患者の管理上個室対応ができない場合は、同一感染症患者を一つの病室に集めて管理することがあり、この病棟管理手法をコホーティング（集団隔離）と呼ぶ。

物の伝播リスクが低下することを証明している。交差伝播リスクに対する手指衛生促進の効果も、学校や保

育所（333-338）、その他地域社会環境において行われた調査で報告されている（339-341）。

表10 手指衛生遵守の向上と医療関連感染率の関係

年	文献番号	部 署	結 果	フォローアップ期間
1977	(48)	成人ICU	クレブシエラ属菌による医療関連感染率低下	2年
1982	(69)	成人ICU	医療関連感染率低下	N.S.
1984	(70)	成人ICU	医療関連感染率低下	N.S.
1990	(296)	成人ICU	効果なし（平均的手指衛生遵守の改善が統計学的有意差に達しなかった）	11ヵ月
1992	(71)	成人ICU	2つの異なる手指衛生剤で、医療関連感染率が大きく異なった	8ヵ月
1994	(72)	NICU	他の複数の感染管理手段との組み合わせで、MRSAを除去 バンコマイシン使用の減少	9ヵ月
1995	(73)	新生児室	他の複数の感染管理手段との組み合わせで、MRSAを除去	3.5 年
2000	(75)	MICU/NICU	介入した病院ではVREが相対的に85%減少、対照病院では44%減少 MRSAでは変化なし	8ヵ月
2000	(74)	病院全体	医療関連感染の年間の全体発生率とMRSA交差伝播率が大きく減少 積極的なサーベイランス目的の培養と接触感染予防策を同時期実施	5年

注：ICU＝集中治療室、NICU＝新生児ICU、MRSA＝メチシリン耐性黄色ブドウ球菌、MICU＝内科ICU、N.S.＝記載なし

# 手指衛生に関するその他のポリシー

## Other Policies Related to Hand Hygiene

### 爪とつけ爪

手の爪下には細菌が多く、とくにコアグラセ陰性ブドウ球菌やグラム陰性桿菌（シュードモナス属菌を含む）、コリネバクテリア属菌、酵母様真菌が頻繁に潜んでいることが報告されている（14, 342, 343）。塗ったばかりのマニキュアが爪周囲の皮膚から回収される細菌数を増やすということはないが、マニキュアをはげてくると、爪上の微生物数が増殖する可能性がある（344, 345）。注意深く手洗いをしたり、手術時手指消毒を行ったりした後でさえ、爪の下の空間に潜在的病原体を相当数保菌していることが多い（346-348）。

医療に関連した感染の伝播につけ爪が一役かっているかどうかはわかっていないが、つけ爪をしている医療従事者は、していない者に比べて、手洗いの前後を問わず爪上にグラム陰性菌を潜ませている可能性は高い（347-349）。細菌の増殖のほとんどは、爪下の皮膚から1mmのところで行われるため、爪やつけ爪の長さが重大な要因であるかどうかはわかっていない（345, 347, 348）。最近、新生児ICUで発生した緑膿菌のアウトブレイクでは、関連のシュードモナス属菌を手保菌していた2人の看護師（1人は長い爪、もう1人は長いつけ爪）が原因とされた（350）。患者はこの2人の看護師によってケアされて曝露した可能性が高く、長い爪やつけ爪のシュードモナス属菌定着がアウトブレイクの原因となったと考えられる。また、つけ爪をしているスタッフは他のいくつかのグラム陰性桿菌や酵母様真菌によるアウトブレイクの研究でも、原因視されている（351-353）。こうした研究はつけ爪は感染の危険を伴うものであることを証明しているが、さらなる研究が待たれる。

### 手袋着用のポリシー

CDCでは、医療従事者は、1) 自分自身が患者からの感染伝播を受けるリスクを減らすため 2) 自分自身の菌が患者に伝播するのを防ぐため 3) 患者から患者へと伝播する可能性のある菌による手の一時汚染を減少するために、手袋を着用するよう奨励している

（354）。後天性免疫不全症候群（AIDS）の出現前には、ある種の病原菌が定着または感染している患者、B型肝炎のリスクの高い患者をケアするスタッフが主として手袋を着用していた。1987年以来、HIVやその他の血液媒介病原菌の患者から、医療従事者への伝播を防止するために手袋着用が著しく増加した（355）。労働安全衛生局（OSHA）では、血液や血液の混じる体液への曝露の可能性があるあらゆる患者ケア行為において、手袋を着用することを義務付けている（356）。

医療従事者の手の汚染防止のための手袋の効果は、いくつかの臨床試験で確認されている（45, 51, 58）。ある臨床試験では、患者との接触のときに、手袋を着用している医療従事者が、手を汚染するのは患者ケア1分間あたり、わずか平均3CFUであったのに対し、手袋を着用していない医療従事者のそれは16CFUであったことが報告されている（51）。クリストリジウム ディフィシルやVREを持つ患者のケアにあたったスタッフを対象とした別の2つの試験でも、患者と直接に接触のあったスタッフの大半が、手袋着用が手の汚染を防止したことを明らかにしている（45, 58）。手袋の着用はまた、汚染された環境表面に触ったときにも、スタッフの手にVREが付着するのを防止していた（58）。手がひどく汚染されていると、手洗いや手指消毒でもすべての潜在的病原体を取り除くことができない可能性があるため、手の重度の汚染を防止することは重要であると認められている（25, 111）。

医療の現場で、手袋の着用が病原体の伝播を減少させることを証明するいくつかの研究がある。体液を扱うときには必ずビニール手袋を着用するようにさせたある前向きコントロール研究では、患者のクロストリジウム ディフィシルによる下痢の発生率が、介入前の退院1,000人中7.7件から、介入中には退院1,000人中1.5人にまで減少した（226）。手袋着用病棟では、無症候性のクリストリジウム ディフィシルの保菌もかなり減少したが、手袋を着用していない病棟では減少しなかった。VREやMRSAが蔓延していたICUでも、患者ケアには必ず手袋を着用するようスタッフ全員に義務付けたところ、アウトブレイクを抑制できた可能

性が高かった（357, 358）。

スタッフの手指衛生習慣に手袋の着用が与える影響は明らかにはなっていないが、いくつかの研究では、手袋を着用するスタッフは、病室から出るときに手を洗う可能性がより低いと報告している（290, 320）。これに対し、別の2つの研究では、手袋を着用するスタッフは、患者ケアの後に手を洗う可能性がより高いと報告している（87, 301）。

医療従事者の手袋着用に関しては、次のことを警告しておく必要がある。すなわち、手袋は手の汚染を完全に防止するものではないことを、スタッフに知らせるべきである。患者に定着している細菌が、患者との接触時に手袋を着用している医療従事者の30%以上から回収される場合がある（50, 58）。さらに、手袋の着用は、B型肝炎ウイルスや単純ヘルペスウイルスによる感染に対し、完全な防備となるわけではない（359, 360）、手袋にあるピンホール<sup>\*24</sup>や、手袋をはずすときに起こる手の汚染によって、病原体が手に付着することも考えられる（50, 321, 359, 361）。

医療従事者の着用する手袋は、通常、天然ゴムラテックスや合成ノンラテックス素材（ビニール、ニトリル<sup>\*25</sup>、ネオプレン [ポリマーとクロロプレンの共重合体]<sup>\*26</sup>）でできている。医療従事者や患者のラテックスアレルギーが増加しているため、FDAはタンパク含有量を減らしたパウダー付き、パウダーなしのラテックス手袋や、ラテックスアレルギーのスタッフ用の合成手袋を病院側で用意することを認めている。公表されている研究では、手袋のバリア性は、素材の種類と品質、使用程度、使用時間、手袋の漏れ検知に使用した方法により異なるとしている（359, 361-366）。また、ビニール手袋はラテックス手袋よりも不良率が高く、とくに使用後にその傾向が強い（359, 361, 364, 367）。しかし、品質に問題のないビニール手袋は、ラテックス手袋に匹敵する防備力がある（359）。ニトリル手袋の漏れ率は、ラテックス手袋のそれとほぼ同じであることを示している研究も、数は限られているがいくつか行われている（368-371）。複数種類の手袋を用意しておくことは、スタッフがそれぞれの患者ケア行

為に最適な手袋種類を選択することができるので望ましい。最近の研究で手袋の品質がよくなったことが示されているが（366）、手袋をはずした後には手の消毒や手洗いを行うべきである（8, 50, 58, 321, 361）。手袋は洗ったり、再使用したりするべきではない（321, 361）。石油系ハンドローションやクリームの使用は、ラテックス手袋を劣化させる可能性がある（372）。パウダー付き手袋を使った後にアルコールベースの手指消毒薬を使うと、種類によっては手に残っているパウダーとの相互作用により、手にざらついた感触を与えるものもある。パウダー付き手袋が一般に使用されている施設では、このような望ましくない反応を起こす製品を選択しないよう、手袋をはずした後にさまざまなアルコールベースの手指消毒薬を試みるべきである。スタッフには、患者間で手袋を交換しないと、微生物の伝播につながる可能性があることを常時指摘するべきである（358, 373）。

## 装飾品

指輪の下は皮膚は、指輪をしていない指の同じ皮膚部分に比べて、微生物の定着が激しいことがいくつかの研究で証明されている（374-376）。ある研究では、看護師の40%が指輪の下は皮膚にグラム陰性桿菌（大腸菌、クレブシエラ、アシネトバクターなど）を付着させており、看護師によっては同じ菌を指輪の下に何ヵ月も保菌していたことが指摘されている（375）。60人を超えるICU看護師を対象としたより最近の研究で、多変量解析により、指輪の着用は、グラム陰性菌や黄色ブドウ球菌の唯一の実質的リスクファクターであり、回収された微生物の濃度ははめている指輪の数に相関していることが明らかにされている（377）。指輪をしていることで、病原体がより多く伝播されるかどうかは未解明である。2つの研究では、指輪をしているスタッフとしていないスタッフの手洗後の比較では、手に付着している細菌の平均コロニー数は変わらなかったとしている（376, 378）。指輪が医療現場での病原体伝播拡大に関与するか否かを確定するには、さらなる研究が必要である。

### 【監訳者注】

\*24 ピンホール：手袋に生じた文字どおり針の大きさほどの穴を指す。手袋には使用していると経時的に肉眼では観察できない程度からの小さな穴があくことが知られており、欧米では最近手術時に2重の手袋を装着して手術に望んだり、術中にピンホールを早期発見するために指示機能の付いた特殊手袋を装着したり、手術内容や時間で手袋の交換頻度を決め処置にあたるなど配慮している。

\*25 ニトリル：アクリロニトリルとブタジエンの共重合物で、耐油性を特長とするゴム。アクリロニトリル量が15～45の範囲で、低・中・高ニトリル量のゴムがあり、ニトリル量の高いものほど耐油性は良くなり、弾性や耐寒性が悪くなる。脂肪族の炭化水素に対しては良好な抵抗性をもっているが、ベンゼン、トルエンのような芳香族系溶剤やケトン類、エステル類には抵抗性がない。また、反発弾性や耐オゾン性に乏しい欠点がある。主として耐油性を必要とする工業用ゴム製品に用いられる。

\*26 ネオプレン：クロロプレングム（CR）と呼ばれる合成ゴムで、クロロプレン重合物。中程度の耐油性、耐熱性があり、耐候、耐オゾン性が良好で、一般物理的性質もよいので、耐油、耐候性を必要とする一般工業用ゴム製品に広く用いられる。

# 手指消毒研究の課題

## Hand-Hygiene Research Agenda

昨今発表されている手指衛生に関する研究の数は増加しているが、手指衛生製品や推奨されたポリシーのスタッフによる遵守の改善についての多くの疑問はま

だ解消されていない。産業界の研究者や臨床治験担当者は、まだまだいくつかの懸念されている事項に取り組まねばならない（一覧3）。

### 一覧3 手指衛生研究の課題

#### 教育と促進

- 手の汚染や微生物の交差伝播につながる可能性のある患者ケア行為の種類についてのスタッフ教育の充実
- 段階的手指衛生プログラムの策定と実施
- 手指衛生行動に対する母集団教育の影響を研究
- 頻繁な手袋着用を促進するべきか行わないよう指導するべきかについての研究の計画と実施
- エビデンスに基づき手指洗浄がいつ必要かを決定（患者との接触のたびに手指洗浄を行うよう期待するのは現実的でないことを考慮する）
- 手指衛生行動と、スタッフの各集団における手指衛生促進の主要要素の評価
- 経営サイドの支援を得るための方法の策定
- いろいろな形態での手指衛生促進のためのプログラムの種々の構成要素を実施しその影響を評価

#### 手指衛生剤とハンドケア

- 手指衛生製品の最も適切な形態を判定
- 持続抗菌作用のある製品の方が、塗布直後の作用しかない製品よりも感染率減少の効果が高いかどうかを判定
- 全病棟で従来の手洗いを手指消毒薬で代替することの研究
- 手指衛生製品の使用と適切な塗布を促進するための装置の開発
- 刺激性の低い手指衛生製品の開発
- 手指衛生剤による炎症を抑制するハンドケアローション、クリーム、その他バリアの利点の研究と、相互反応を評価

#### ラボベース疫学研究と開発

- 患者間の交差伝播や環境から患者への伝播の研究のための実験モデルの開発
- 特に塗布時間が短いことや実際の医療施設での使用を反映する量を考慮した、製品の生体上の効能評価のための新しいプロトコルの開発
- 新しい装置の使用や適切な代理の指標による手指衛生のモニタリングと、頻繁な個人へのフィードバック
- 感染率の予測可能なリスク低減を達成するために必要な手指衛生遵守のパーセンテージの向上を判定
- 推奨手指衛生の遵守向上が感染率に与える影響をより明確に示すエビデンスの確保
- 促進キャンペーンが成功した場合と、成功しなかった場合の費用効率評価の実施

# 第Ⅱ部 勸告

## Part II. Recommendations

# カテゴリー

## Categories

以下の勧告は医療従事者の手指衛生の実際を改善し、医療現場で病原微生物の患者やスタッフへの伝播を低減することを目的に策定されている。このガイドラインと勧告は、食料加工工場やレストランなどの食品サービス施設用ではない。また、FDAの模範食品規準（Model Food Code<sup>\*27</sup>）による指導に取って代わ

るものでもない。

以前のCDC／HICPACガイドラインと同様に、各勧告は存在する科学的データ、理論的基盤、応用可能性、経済的影響に基づき分類されている。CDC／HICPACガイドラインの勧告分類システムは以下の通りである。

カテゴリーIA	導入を強く推奨し、良く計画された実験的、臨床的あるいは疫学的な研究により強力に支持された勧告。
カテゴリーIB	導入を強く推奨し、いくつかの実験的、臨床的あるいは疫学的な研究により、強力な理論的根拠により支持された勧告。
カテゴリーIC	米国の州もしくは連邦の規則、規定、基準で義務づけられている事項。
カテゴリーII	導入を推奨し、示唆に富む臨床研究または疫学的研究あるいは理論的根拠により支持された事項。
勧告の示されていないもの	未解決の課題。根拠が不十分あるいは効果について意見がまとまっていない未解決の課題。

【監訳者注】

<sup>\*27</sup> Model food code：公衆衛生上の保護と安全かつ適正に食品を消費者に提供するためのお手本(<http://www.cfsan.fda.gov/~dms/foodcode.html>)。HACCPが食品製造業向けの食品衛生に関するガイドであるのに対し、Food code はより広い職種（調理場等の末端）をも対象にしている。

## 1. 手洗い、手指消毒が必要なとき

		I			II	無勧告 未解決	引用文献
		A	B	C			
<input type="checkbox"/>	A. 手が目に見えて汚れているとき、タンパク質で汚染されているとき、また、血液やその他の体液で目に見えて汚れているときには、非抗菌石鹼と水、あるいは抗菌石鹼と水で手を洗う。	●					66
<input type="checkbox"/>	B. 手が目に見えて汚れていないとき、1.C～Jに記載されているすべての臨床での状況において、アルコールベースの手指消毒薬を用いてルーチンの手指の汚染除去を行う。 あるいは、1.C～Jに記載されているすべての臨床での状況において、抗菌石鹼と水で手を洗う。	●					74, 93, 166, 169, 283, 294, 312, 398
			●				69~71, 74
<input type="checkbox"/>	C. 患者に直接接触する前に手の汚染除去を行う。		●				68, 400
<input type="checkbox"/>	D. 中心静脈カテーテルの挿入時には、滅菌手袋着用の前に手の汚染除去を行う。		●				401, 402
<input type="checkbox"/>	E. 外科手技を必要としない導尿留置カテーテル、末梢血管カテーテル、その他、侵襲的な器具を挿入する前には、手の汚染除去を行う。		●				25, 403
<input type="checkbox"/>	F. 患者の損傷のない皮膚に接触した後（脈をとる、血圧の測定をする、患者を抱き上げるなど）には手の汚染除去を行う。		●				25, 45, 48, 68
<input type="checkbox"/>	G. 体液、排泄物、粘膜、正常でない皮膚、創傷面の被覆材との接触の後は、手が目に見えて汚れていなくても、手の汚染除去を行う。	●					400
<input type="checkbox"/>	H. 患者ケア中に、体の汚染部位から清潔部位に移動する場合、手の汚染除去を行う。				●		25, 53
<input type="checkbox"/>	I. 患者のすぐ近くの物（医療機器を含む）との接触の後には手の汚染除去を行う。				●		46, 53, 54
<input type="checkbox"/>	J. 手袋をはずした後は手の汚染除去を行う。		●				50, 58, 321
<input type="checkbox"/>	K. 食べる前やトイレに行った後には、非抗菌石鹼と水、あるいは、抗菌石鹼と水で手を洗う。		●				404~409
<input type="checkbox"/>	L. 抗菌薬を含浸させた拭き取り布は、非抗菌石鹼と水による手洗いの代替手段と考えてもよいが、アルコールベースの手指消毒薬や抗菌石鹼と水による手洗いほど手の細菌数減少の効果がないため、アルコールベースの手指消毒薬や抗菌石鹼の代替手段とはならない。		●				160, 161
<input type="checkbox"/>	M. 炭疽菌への曝露が疑われる場合、または、確実な場合には、非抗菌石鹼と水、または、抗菌石鹼と水で手を洗う。こうした状況のもとで、アルコール、クロルヘキシジン、ヨードホルム、その他の消毒薬は芽胞に対して効果が薄いため、手を洗ってすすぐという物理的な処置が推奨される。				●		120, 172, 224, 225
<input type="checkbox"/>	N. 医療現場での手指衛生に関し、アルコール以外の擦り込み式手指消毒薬のルーチンの使用は勧められない。					●	

## 2. 手指衛生テクニック

		Ⅰ			Ⅱ	無勧告 未解決	引用文献
		A	B	C			
<input type="checkbox"/>	A. アルコールベースの手指消毒薬で手の汚染除去を行う場合には、一方の手のひらに製品をのせ、次に、両手指の全表面に製品が付着するようにして、両手を乾燥するまで擦り合わせる。 製品使用量については、メーカーの指示に従う。		●				288, 410
<input type="checkbox"/>	B. 石鹸と水で手を洗うときには、まず、手を水で濡らし、メーカーの指示する量の製品を手にとり、両手指の全表面に製品が行き渡るようにして、最低15秒間両手を激しく擦りあわせる。手を水ですすぎ、ディスポーザブルタオルで拭く。蛇口を閉めるときには、タオルで蛇口をおさえて閉める。		●				90~92, 94, 411
	温水を繰り返し使用すると皮膚炎のリスクが増加するため、温水の使用は避ける。		●				254, 255
<input type="checkbox"/>	C. 非抗菌石鹸と水による手洗いには、液状、固形、紙状、粉状の普通石鹸を用いてよい。固形石鹸を使用するときには、水切れのよい石鹸置きと小型の石鹸を使用すべきである。				●		412~415
<input type="checkbox"/>	D. 医療現場では、壁掛け型や巻き型の何度も使用する布タオルは勧められない。				●		137, 300

## 3. 手術時手指消毒

		Ⅰ			Ⅱ	無勧告 未解決	引用文献
		A	B	C			
<input type="checkbox"/>	A. 指輪、腕時計、ブレスレットをはずしてから、手術時手指消毒を開始する。				●		375, 378, 416
<input type="checkbox"/>	B. 流水の下で、爪クリーナーを使って爪の下の汚れを取り除く。				●		14, 417
<input type="checkbox"/>	C. 外科的手技を行うにあたっては、滅菌手袋着用の前に抗菌石鹸か持続活性のあるアルコールベースの手指消毒薬で、手術時手指消毒を行うことが推奨される。		●				115, 159, 232, 234, 237, 418
<input type="checkbox"/>	D. 抗菌石鹸で手術時手指消毒を行う場合には、メーカーの指示する時間（通常2～6分）手と前腕の擦り洗いをを行う。長時間の擦り洗い（10分など）は必要ない。		●				117, 156, 205, 207, 238~241
<input type="checkbox"/>	E. 持続活性のあるアルコールベースの手術時手指消毒薬を使用するときは、メーカーの指示に従う。アルコール手指消毒薬塗布の前に、非抗菌石鹸で手と前腕の予備洗浄を行い、手と前腕を完全に乾かす。指示に従いアルコールベースの手指消毒薬をつけた後、手と前腕を完全に乾かしてから滅菌手袋を着用する。		●				159, 237

#### 4. 手指衛生の選択

		I			II	無勧告 未解決	引用文献
		A	B	C			
<input type="checkbox"/>	A. 一回の勤務時間帯に複数回使用される場合は、とくに炎症性が低く、効能の高い手指衛生製品をスタッフに対し提供する。この勧告は、臨床現場での患者ケアの前後の手指消毒に使用する製品や、手術スタッフが手術時手指消毒に使用する製品にも適用する。		●				90, 92, 98, 166, 249
<input type="checkbox"/>	B. 医療従事者による手指衛生製品の受け入れを最大限にするため、導入を考慮している製品の使用感、香り、皮膚への刺激などに関する意見を集める。製品選択においては、製品コストが主要な要素であるべきではない。		●				92, 93, 166, 274, 276-278
<input type="checkbox"/>	C. 非抗菌石鹸、抗菌石鹸、アルコールベースの手指消毒薬を選択する際には、手指洗浄用製品、スキンケア製品、病院で使用している手袋との相互反応についてメーカーに問い合わせる。				●		174, 372
<input type="checkbox"/>	D. ディスペンサーの購買の意思決定を行う前に、いろいろなメーカーや業者のものを評価し、きちんと機能し、消毒薬の適量を得られるかどうかを確認する。				●		286
<input type="checkbox"/>	E. 半分になった石鹸ディスペンサーに継ぎ足しをしない。この「継ぎ足し」は、石鹸の細菌汚染につながる可能性がある。	●					187, 419

#### 5. スキンケア

		I			II	無勧告 未解決	引用文献
		A	B	C			
<input type="checkbox"/>	A. 手指消毒や手洗いによる刺激性接触皮膚炎の発症を最低限に抑えるため、ハンドローションやクリームを医療従事者に提供する。	●					272, 273
<input type="checkbox"/>	B. ハンドローション、クリーム、アルコールベースの手指消毒薬が病院で使用している抗菌石鹸の持続活性に与える影響について、メーカーに問い合わせる。		●				174, 420, 421

#### 6. 手指衛生のその他の側面

		I			II	無勧告 未解決	引用文献
		A	B	C			
<input type="checkbox"/>	A. ハイリスク患者（ICU患者や手術室の患者）と直かに接触する場合には、つけ爪や延長爪を着用しないこと。	●					350-353
<input type="checkbox"/>	B. 爪の先端は、1/4インチ（6.35mm）未満に保つ。				●		350
<input type="checkbox"/>	C. 血液、その他感染の可能性がある体液、粘膜、損傷した皮膚との接触の可能性のある場合には手袋を着用する。			●			356
<input type="checkbox"/>	D. 患者のケアの後には手袋をはずす。複数の患者のケアに同じ手袋を使用しない。また、患者間で同じ手袋を付けたまま手を洗わないこと。		●				50, 58, 321, 373
<input type="checkbox"/>	E. 汚染体部から清潔体部に移動する際には、同じ患者のケアでも手袋を交換する。				●		50, 51, 58
<input type="checkbox"/>	F. 医療現場での指輪については、勧告できない。					●	

## 7. 医療従事者の教育／動機付けプログラム

	Ⅰ			Ⅱ	無勧告 未解決	引用文献
	A	B	C			
<input type="checkbox"/> A. 医療従事者の手指衛生の実践を改善するための全般的プログラムの一貫として、手の汚染につながる可能性のある患者ケア行為の種類と、いろいろな手の洗浄方法についてのメリットとデメリットについて教育する。				●		74, 292, 295, 299
<input type="checkbox"/> B. 推奨されている手指衛生法の遵守をモニタリングし、スタッフにフィードバックする。	●					74, 276, 292, 295, 299, 306, 310
<input type="checkbox"/> C. 患者やその家族に、医療従事者が手指の消毒を実施するように注意することを奨励する。				●		394, 422

## 8. 管理的手段

	Ⅰ			Ⅱ	無勧告 未解決	引用文献
	A	B	C			
<input type="checkbox"/> A. 手指衛生の遵守を病院の優先事項にし、管理サイドから適切な支援と財政資源を提供する。		●				74, 75
<input type="checkbox"/> B. 推奨される手指衛生法のスタッフによる遵守向上のために策定された多部門対象プログラムを実施する。		●				74, 75
<input type="checkbox"/> C. 手指衛生遵守改善のための多部門対象プログラムの一貫として、すぐに使えるアルコール手指消毒薬をスタッフに提供する。	●					74, 166, 283, 294, 312
<input type="checkbox"/> D. 仕事量が多く患者ケアの程度が濃密なことが予測される部署で働くスタッフの手指衛生の遵守を改善するため、各病室やベッドサイド、その他の便利な場所でアルコールベースの手指消毒薬が使用できるようにする。あるいは、スタッフにポケットサイズ包装の消毒薬容器を持ち歩かせる。	●					11, 74, 166, 283, 284, 312, 318, 423
<input type="checkbox"/> E. アルコールベースの手指消毒薬の保管は、キャビネットや引火性製品用に承認された場所にする。			●			

# 第Ⅲ部 実践の指標

## Part III. Performance Indicators

1 医療従事者の手指衛生遵守の改善度測定に、以下の指標が推奨される。

- A. 病棟別、診療科別に、スタッフの行う手指衛生回数や、手指衛生を必要とする回数で、定期的に手指衛生の遵守状況を監視し記録する。遵守傾向は、スタッフにフィードバックする。
- B. 1,000患者日数毎のアルコールベースの手指消

毒薬使用量（または手洗いや手指消毒の界面活性剤使用量）を監視する。

- C. つけ爪に関する方針の遵守をモニタリングする。
- D. 感染のアウトブレイクが発生した場合、スタッフの手指消毒が十分であったかどうか評価する。

手指衛生改善のためのさらに詳しい情報は、以下のホームページ参照下さい。

<http://www.hopisafe.ch> (University of Geneva Hospitals, Geneva, Switzerland)

<http://www.cdc.gov/ncidod/hip> (CDC, Atlanta, Georgia)

<http://www.jr2.ox.ac.uk/bandolier/band88/b8-8.html> (Bandolier journal, United Kingdom)

<http://www.med.upenn.edu> (University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania)

#### 付録 手指衛生用消毒薬品の抗菌スペクトルと特徴\*

分類	グラム陽性菌	グラム陰性菌	抗酸菌	真菌	ウイルス	反応速度	備考
アルコール類	+++	+++	+++	+++	+++	速効	最適濃度60%～95%、持続効果なし
クロルヘキシジン (2%と4%水溶液)	+++	++	+	+	+++	中速	持続効果あり、まれにアレルギー反応
ヨード化合物	+++	+++	+++	++	+++	中速	皮膚に化学的熱傷を惹起、手指衛生では通常は刺激なし
ヨードホルム	+++	+++	+	++	++	中速	ヨードほどの刺激なし、耐容性まちまち
フェノール誘導体	+++	+	+	+	+	中速	反応は非イオン系界面活性剤により中和
トリクルサン	+++	++	+	—	+++	中速	手への耐容性まちまち
第4級アンモニウム 化合物	+	++	—	—	+	遅効	常にアルコールと併用、環境問題

注：+++＝きわめて良好、++＝良好、ただしすべての菌スペクトルを網羅せず、+＝普通、—＝効果なし、または不十分。

\* ヘキサクロロフィン（ヘキサクロロフェノール）は現在手の消毒薬として承認されていないので除外。

# [引用文献集]

## REFERENCES

1. Rotter M. Hand washing and hand disinfection [Chapter 87]. In : Mayhall CG, ed. Hospital epidemiology and infection control. 2nd ed. Philadelphia, PA : Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
2. Labarraque AG. Instructions and observations regarding the use of the chlorides of soda and lime. Porter J, ed. [French] New Haven, CT : Baldwin and Treadway, 1829.
3. Semmelweis I. Etiology, concept, and prophylaxis of childbed fever. Carter KC, ed. 1st ed. Madison, WI : The University of Wisconsin Press, 1983.
4. Coppage CM. Hand washing in patient care [Motion picture]. Washington, DC : US Public Health Service, 1961.
5. Steere AC, Mallison GF. Handwashing practices for the prevention of nosocomial infections. *Ann Intern Med* 1975 ; 83 : 683-90.
6. Garner JS, Favero MS. CDC guideline for handwashing and hospital environmental control, 1985. *Infect Control* 1986 ; 7 : 231-43.
7. Larson E. Guideline for use of topical antimicrobial agents. *Am J Infect Control* 1988 ; 16 : 253-66.
8. Larson EL, APIC Guidelines Committee. APIC guideline for handwashing and hand antisepsis in health care settings. *Am J Infect Control* 1995 ; 23 : 251-69.
9. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Recommendations for preventing the spread of vancomycin resistance. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1995 ; 16 : 105-13.
10. Garner JS, Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for isolation precautions in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996 ; 17 : 53-80.
11. Pittet D, Mourouga P, Perneger TV, Members of the Infection Control Program. Compliance with handwashing in a teaching hospital. *Ann Intern Med* 1999 ; 130 : 126-30.
12. Boyce JM. It is time for action : improving hand hygiene in hospitals. *Ann Intern Med* 1999 ; 130 : 153-5.
13. Selwyn S. Microbiology and ecology of human skin. *Practitioner* 1980 ; 224 : 1059-62.
14. Price PB. Bacteriology of normal skin : a new quantitative test applied to a study of the bacterial flora and the disinfectant action of mechanical cleansing. *J Infect Dis* 1938 ; 63 : 301-18.
15. Larson E. Effects of handwashing agent, handwashing frequency, and clinical area on hand flora. *Am J Infect Control* 1984 ; 11 : 76-82.
16. Maki D. Control of colonization and transmission of pathogenic bacteria in the hospital. *Ann Intern Med* 1978 ; 89(Pt 2) : 777-80.
17. Larson EL, Norton Hughes CA, Pyrak JD, Sparks SM, Cagatay EU, Bartkus JM. Changes in bacterial flora associated with skin damage on hands of health care personnel. *Am J Infect Control* 1998 ; 26 : 513-21.
18. Sprunt K, Redman W, Leidy G. Antibacterial effectiveness of routine hand washing. *Pediatrics* 1973 ; 52 : 264-71.
19. Food and Drug Administration. Tentative final monograph for healthcare antiseptic drug products ; proposed rule. *Federal Register* 1994 ; 59 : 31441-52.
20. Lowbury EJJ. Gram-negative bacilli on the skin. *Br J Dermatol* 1969 ; 81(suppl 1) : 55-61.
21. Noble WC. Distribution of the Micrococcaceae. *Br J Dermatol* 1969 ; 81(suppl 1) : 27-31.
22. McBride ME, Duncan WC, Bodey GP, McBride CM. Microbial skin flora of selected cancer patients and hospital personnel. *J Clin Microbiol* 1976 ; 3 : 14-20.
23. Casewell MW. Role of hands in nosocomial gram-negative infection. In : Maibach HI, Aly R, eds. Skin microbiology : relevance to clinical infection. New York, NY : Springer-Verlag, 1981.
24. Larson EL, McGinley KJ, Foglia AR, Talbot GH, Leyden JJ. Composition and antimicrobial resistance of skin flora in hospitalized and healthy adults. *J Clin Microbiol* 1986 ; 23 : 604-8.
25. Ehrenkranz NJ, Alfonso BC. Failure of bland soap handwash to prevent hand transfer of patient bacteria to urethral catheters. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1991 ; 12 : 654-62.
26. Sanderson PJ, Weissler S. Recovery of coliforms from the hands of nurses and patients : activities leading to contamination. *J Hosp Infect* 1992 ; 21 : 85-93.
27. Coello R, Jiménez J, García M, et al. Prospective study of infection, colonization and carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in an outbreak affecting 990 patients. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 1994 ; 13 : 74-81.
28. Sanford MD, Widmer AF, Bale MJ, Jones RN, Wenzel RP. Efficient detection and long-term persistence of the carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin Infect Dis* 1994 ; 19 : 1123-8.
29. Bertone SA, Fisher MC, Mortensen JE. Quantitative skin cultures at potential catheter sites in neonates. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1994 ; 15 : 315-8.
30. Bonten MJM, Hayden MK, Nathan C, VanVoorhis J, et al. Epidemiology of colonisation of patients and environment with vancomycin-resistant enterococci. *Lancet* 1996 ; 348 : 1615-9.
31. Larson EL, Cronquist AB, Whittier S, Lai L, Lyle CT, Della Latta P. Differences in skin flora between inpatients and chronically ill patients. *Heart Lung* 2000 ; 29 : 298-305.
32. Polakoff S, Richards IDG, Parker MT, Lidwell OM. Nasal and skin carriage of *Staphylococcus aureus* by patients undergoing surgical operation. *J Hyg (Lond)* 1967 ; 65 : 559-66.
33. Leyden JJ, McGinley KJ, Nordstrom KM, Webster GF. Skin microflora. *J Invest Dermatol* 1987 ; 88 : 65s-72s.
34. Tuazon CU, Perez A, Kishaba T, Sheagren JN. *Staphylococcus aureus* among insulin-injecting diabetic patients. *JAMA* 1975 ; 231 : 1272.
35. Kaplowitz LG, Comstock JA, Landwehr DM, Dalton HP, Mayhall CG. Prospective study of microbial colonization of the nose and skin and infection of the vascular access site in hemodialysis patients. *J Clin Microbiol* 1988 ; 26 : 1257-62.
36. Aly R, Maibach HI, Shinefield HR. Microbial flora of atopic dermatitis. *Arch Dermatol* 1977 ; 113 : 780-2.
37. Kirmani N, Tuazon CU, Murray HW, Parrish AE, Sheagren JN. *Staphylococcus aureus* carriage rate of patients receiving long-term hemodialysis. *Arch Intern Med* 1978 ; 138 : 1657-9.
38. Goldblum SE, Ulrich JA, Goldman RS, Reed WP. Nasal and cutaneous flora among hemodialysis patients and personnel : quantitative and qualitative characterization and patterns of staphylococcal carriage. *Am J Kidney Dis* 1982 ; 11 : 281-6.
39. Boelaert JR, Van Landuyt HW, Gordts BZ, De Baere YA, Messer SA, Herwaldt LA. Nasal and cutaneous carriage of *Staphylococcus aureus* in hemodialysis patients : the effect of nasal mupirocin. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996 ; 17 : 809-11.
40. Zimakoff J, Pedersen FB, Bergen L, et al. *Staphylococcus aureus* carriage and infections among patients in four haemo- and peritoneal-dialysis centres in Denmark. *J Hosp Infect* 1996 ; 33 : 289-300.

41. Bibel DJ, Greenbert JH, Cook JL. *Staphylococcus aureus* and the microbial ecology of atopic dermatitis. *Can J Microbiol* 1997 ; 23 : 1062–8.
42. Noble WC. Dispersal of skin microorganisms. *Br J Dermatol* 1975 ; 93 : 477–85.
43. Walter CW, Kundsins RB, Shilkret MA, Day MM. Spread of staphylococci to the environment. *Antibiotics Annual* 1959 : 952–7.
44. Boyce JM, Opal SM, Chow JW, et al. Outbreak of multidrug-resistant *Enterococcus faecium* with transferable *vanB* class vancomycin resistance. *J Clin Microbiol* 1994 ; 32 : 1148–53.
45. McFarland LV, Mulligan ME, Kwok RYY, Stamm WE. Nosocomial acquisition of *Clostridium difficile* infection. *N Engl J Med* 1989 ; 320 : 204–10.
46. Samore MH, Venkataraman L, DeGirolami PC, Levin E, Arbeit RD, Karchmer AW. Clinical and molecular epidemiology of sporadic and clustered cases of nosocomial *Clostridium difficile* diarrhea. *Am J Med* 1996 ; 100 : 32–40.
47. Lidwell OM, Towers AG, Ballard J, Gladstone B. Transfer of microorganisms between nurses and patients in a clean air environment. *J Appl Bacteriol* 1974 ; 37 : 649–56.
48. Casewell M, Phillips I. Hands as route of transmission for *Klebsiella* species. *Br Med J* 1977 ; 2 : 1315–7.
49. Hall CB, Douglas RG. Modes of transmission of respiratory syncytial virus. *J Pediatr* 1981 ; 99 : 100–2.
50. Olsen RJ, Lynch P, Coyle MB, Cummings J, Bokete T, Stamm WE. Examination gloves as barriers to hand contamination in clinical practice. *JAMA* 1993 ; 270 : 350–3.
51. Pittet D, Dharan S, Touveneau S, Sauvan V, Perneger TV. Bacterial contamination of the hands of hospital staff during routine patient care. *Arch Intern Med* 1999 ; 159 : 821–6.
52. Fox MK, Langner SB, Wells RW. How good are hand washing practices? *Am J Nursing* 1974 ; 74 : 1676–8.
53. Ojajärvi J. Effectiveness of hand washing and disinfection methods in removing transient bacteria after patient nursing. *J Hyg (Lond)* 1980 ; 85 : 193–203.
54. Boyce JM, Potter-Bynoe G, Chenevert C, King T. Environmental contamination due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* : possible infection control implications. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1997 ; 18 : 622–7.
55. Hayden MK, Blom DW, Lyle EA, et al. The risk of hand and glove contamination by healthcare workers (HCWs) after contact with a VRE (+) patient (pt) or the pts environment (env) [Abstract K-1334]. Presented at the 41st Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy Chicago : American Society for Microbiology, 2001.
56. Scott E, Bloomfield SF. The survival and transfer of microbial contamination via cloths, hands and utensils. *J Appl Bacteriol* 1990 ; 68 : 271–8.
57. Bauer TM, Ofner E, Just HM, Just H, Daschner FD. An epidemiological study assessing the relative importance of airborne and direct contact transmission of microorganisms in a medical intensive care unit. *J Hosp Infect* 1990 ; 15 : 301–9.
58. Tenorio AR, Badri SM, Sahgal NB, et al. Effectiveness of gloves in the prevention of hand carriage of vancomycin-resistant *Enterococcus* species by health care workers after patient care. *Clin Infect Dis* 2001 ; 32 : 826–9.
59. Daschner FD. How cost-effective is the present use of antiseptics? *J Hosp Infect* 1988 ; 11(suppl A) : 227–35.
60. Knittle MA, Eitzman DV, Baer H. Role of hand contamination of personnel in the epidemiology of gram-negative nosocomial infections. *J Pediatr* 1975 ; 86 : 433–7.
61. Ayliffe GAJ, Babb JR, Davies JG, Lilly HA. Hand disinfection : a comparison of various agents in laboratory and ward studies. *J Hosp Infect* 1988 ; 11 : 226–43.
62. Strausbaugh LJ, Sewell DL, Ward TT, Pfaller MA, Heitzman T, Tjoelker R. High frequency of yeast carriage on hands of hospital personnel. *J Clin Microbiol* 1994 ; 32 : 2299–300.
63. Marples RR, Towers AG. A laboratory model for the investigation of contact transfer of micro-organisms. *J Hyg (Lond)* 1979 ; 82 : 237–48.
64. Mackintosh CA, Hoffman PN. An extended model for transfer of micro-organisms via the hands : differences between organisms and the effect of alcohol disinfection. *J Hyg (Lond)* 1984 ; 92 : 345–55.
65. Patrick DR, Findon G, Miller TE. Residual moisture determines the level of touch-contact-associated bacterial transfer following hand washing. *Epidemiol Infect* 1997 ; 119 : 319–25.
66. Larson E. A causal link between handwashing and risk of infection? Examination of the evidence. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1988 ; 9 : 28–36.
67. Larson E. Skin hygiene and infection prevention : more of the same or different approaches? *Clin Infect Dis* 1999 ; 29 : 1287–94.
68. Mortimer EA Jr, Lipsitz PJ, Wolinsky E, Gonzaga AJ, Rammelkamp CH Jr. Transmission of staphylococci between newborns. *Am J Dis Child* 1962 ; 104 : 289–95.
69. Maki DG. The use of antiseptics for handwashing by medical personnel. *J Chemother* 1989 ; 1(suppl 1) : 3–11.
70. Massanari RM, Hierholzer WJ Jr. A crossover comparison of antiseptic soaps on nosocomial infection rates in intensive care units. *Am J Infect Control* 1984 ; 12 : 247–8.
71. Doebbeling BN, Stanley GL, Sheetz CT, et al. Comparative efficacy of alternative hand-washing agents in reducing nosocomial infections in intensive care units. *N Engl J Med* 1992 ; 327 : 88–93.
72. Webster J, Faoagali JL, Cartwright D. Elimination of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from a neonatal intensive care unit after hand washing with triclosan. *J Paediatr Child Health* 1994 ; 30 : 59–64.
73. Zafar AB, Butler RC, Reese DJ, Gaydos LA, Mennonna PA. Use of 0.3% triclosan (Bacti-Stat\*) to eradicate an outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a neonatal nursery. *Am J Infect Control* 1995 ; 23 : 200–8.
74. Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mourouga P, Sauvan V, Touveneau S. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *Lancet* 2000 ; 356 : 1307–12.
75. Larson EL, Early E, Cloonan P, Sugrue S, Parides M. An organizational climate intervention associated with increased handwashing and decreased nosocomial infections. *Behav Med* 2000 ; 26 : 14–22.
76. Fridkin SK, Pear SM, Williamson TH, Galgiani JN, Jarvis WR. The role of understaffing in central venous catheter-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996 ; 17 : 150–8.
77. Vicca AF. Nursing staff workload as a determinant of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* spread in an adult intensive therapy unit. *J Hosp Infect* 1999 ; 43 : 109–13.
78. Harbarth S, Sudre P, Dharan S, Cadenas M, Pittet D. Outbreak of *Enterobacter cloacae* related to understaffing, overcrowding, and poor hygiene practices. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999 ; 20 : 598–603.
79. European Committee for Standardization. Chemical disinfectants and antiseptics—hygienic handrub—test method and requirements (phase2/step2) [European standard EN 1500]. Brussels, Belgium : Central Secretariat : 1997.
80. Kramer A, Rudolph P, Kampf G, Pittet D. Limited efficacy of alcohol-based hand gels. *Lancet* 2002 ; 359 : 1489–90.
81. Sattar SA, Abebe M, Bueti AJ, Jampani H, Newman J, Hua S. Activity of an alcohol-based hand gel against human adeno-, rhino-, and rotaviruses using the fingerpad method. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000 ; 21 : 516–9.
82. Wolff MH, Schmitt J, Rahauss M, König A. Hepatitis A virus : a test method for virucidal activity. *J Hosp Infect* 2001 ; 48(suppl A) : S18–S22.
83. Steinmann J. Some principles of virucidal testing. *J Hosp Infect*

- 2001 ; 48(suppl A) : S15–S17.
84. Gould D, Ream E. Assessing nurses' hand decontamination performance. *Nursing Times* 1993 ; 89 : 47–50.
85. Quraishi ZA, McGuckin M, Blais FX. Duration of handwashing in intensive care units : a descriptive study. *Am J Infect Control* 1984 ; 11 : 83–7.
86. Lund S, Jackson J, Leggett J, Hales L, Dworkin R, Gilbert D. Reality of glove use and handwashing in a community hospital. *Am J Infect Control* 1994 ; 22 : 352–7.
87. Meengs MR, Giles BK, Chisholm CD, Cordell WH, Nelson DR. Hand washing frequency in an emergency department. *Ann Emerg Med* 1994 ; 23 : 1307–12.
88. Larson E, McGeer A, Quraishi ZA, et al. Effect of an automated sink on handwashing practices and attitudes in high-risk units. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1991 ; 12 : 422–8.
89. Broughall JM, Marshman C, Jackson B, Bird P. An automatic monitoring system for measuring handwashing frequency. *J Hosp Infect* 1984 ; 5 : 447–53.
90. Ojajärvi J, Mäkelä P, Rantasalo I. Failure of hand disinfection with frequent hand washing : a need for prolonged field studies. *J Hyg (Lond)* 1977 ; 79 : 107–19.
91. Larson EL, Eke PI, Wilder MP, Laughon BE. Quantity of soap as a variable in handwashing. *Infect Control* 1987 ; 8 : 371–5.
92. Larson E, Leyden JJ, McGinley KJ, Grove GL, Talbot GH. Physiologic and microbiologic changes in skin related to frequent handwashing. *Infect Control* 1986 ; 7 : 59–63.
93. Larson EL, Eke PI, Laughon BE. Efficacy of alcohol-based hand rinses under frequent-use conditions. *Antimicrob Agents Chemother* 1986 ; 30 : 542–4.
94. Larson EL, Laughon BE. Comparison of four antiseptic products containing chlorhexidine gluconate. *Antimicrob Agents Chemother* 1987 ; 31 : 1572–4.
95. Meers PD, Yeo GA. Shedding of bacteria and skin squames after handwashing. *J Hyg (Lond)* 1978 ; 81 : 99–105.
96. Winnefeld M, Richard MA, Drancourt M, Grobb JJ. Skin tolerance and effectiveness of two hand decontamination procedures in everyday hospital use. *Br J Dermatol* 2000 ; 143 : 546–50.
97. Maki DG, Zilz MA, Alvarado CJ. Evaluation of the antibacterial efficacy of four agents for handwashing. In : Nelson JC, Grassi C, eds. *Current chemotherapy and infectious disease proceedings of the 11th International Congress on Chemotherapy and the 19th ICACC*. Washington, DC : American Society for Microbiology, 1979.
98. Boyce JM, Kelliher S, Vallande N. Skin irritation and dryness associated with two hand-hygiene regimens : soap-and-water handwashing versus hand antisepsis with an alcoholic hand gel. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000 ; 21 : 442–8.
99. Sartor C, Jacomo V, Duvivier C, Tissot-Dupont H, Sambuc R, Drancourt M. Nosocomial *Serratia marcescens* infections associated with extrinsic contamination of a liquid nonmedicated soap. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000 ; 21 : 196–9.
100. Walter CW. Editorial : disinfection of hands. *Am J Surg* 1965 ; 109 : 691–3.
101. Gravens DL, Butcher HR Jr, Ballinger WF, Dewar NE. Septisol antiseptic foam for hands of operating room personnel : an effective antibacterial agent. *Surgery* 1973 ; 73 : 360–7.
102. Eitzen HE, Ritter MA, French MLV, Gioe TJ. A microbiological in-use comparison of surgical hand-washing agents. *J Bone Joint Surg Am* 1979 ; 61-A : 403–6.
103. Minakuchi K, Yamamoto Y, Matsunaga K, et al. The antiseptic effect of a quick drying rubbing type povidone-iodine alcoholic disinfectant solution. *Postgrad Med J* 1993 ; 69(suppl 3) : S23–S26.
104. Babb JR, Davies JG, Ayliffe GAJ. A test procedure for evaluating surgical hand disinfection. *J Hosp Infect* 1991 ; 18(suppl B) : 41–9.
105. Bellamy K, Alcock R, Babb JR, Davies JG, Ayliffe GA. A test for the assessment of 'hygienic' hand disinfection using rotavirus. *J Hosp Infect* 1993 ; 24 : 201–10.
106. Ayliffe GAJ, Babb JR, Quoraishi AH. A test for 'hygienic' hand disinfection. *J Clin Pathol* 1978 ; 31 : 923–8.
107. Lilly HA, Lowbury EJJ, Wilkins MD. Detergents compared with each other and with antiseptics as skin 'degerming' agents. *J Hyg (Lond)* 1979 ; 82 : 89–93.
108. Ulrich JA. Clinical study comparing hibistat (0.5% chlorhexidine gluconate in 70% isopropyl alcohol) and betadine surgical scrub (7.5% povidone-iodine) for efficacy against experimental contamination of human skin. *Curr Ther Res* 1982 ; 31 : 27–30.
109. Bartzokas CA, Gibson MF, Graham R, Pinder DC. A comparison of triclosan and chlorhexidine preparations with 60 per cent isopropyl alcohol for hygienic hand disinfection. *J Hosp Infect* 1983 ; 4 : 245–55.
110. Rotter ML, Koller W, Wewalka G, Werner HP, Ayliffe GAJ, Babb JR. Evaluation of procedures for hygienic hand-disinfection : controlled parallel experiments on the Vienna test model. *J Hyg (Lond)* 1986 ; 96 : 27–37.
111. Kjrlén H, Andersen BM. Handwashing and disinfection of heavily contaminated hands—effective or ineffective? *J Hosp Infect* 1992 ; 21 : 61–71.
112. Namura S, Nishijima S, Asada Y. An evaluation of the residual activity of antiseptic handrub lotions : an 'in use' setting study. *J Dermatol* 1994 ; 21 : 481–5.
113. Jarvis JD, Wynne CD, Enwright L, Williams JD. Handwashing and antiseptic-containing soaps in hospital. *J Clin Path* 1979 ; 32 : 732–7.
114. Pereira LJ, Lee GM, Wade KJ. An evaluation of five protocols for surgical handwashing in relation to skin condition and microbial counts. *J Hosp Infect* 1997 ; 36 : 49–65.
115. Larson EL, Butz AM, Gullette DL, Laughon BA. Alcohol for surgical scrubbing? *Infect Control Hosp Epidemiol* 1990 ; 11 : 139–43.
116. Aly R, Maibach HI. Comparative study on the antimicrobial effect of 0.5% chlorhexidine gluconate and 70% isopropyl alcohol on the normal flora of hands. *Appl Environ Microbiol* 1979 ; 37 : 610–3.
117. Galle PC, Homesley HD, Rhyne AL. Reassessment of the surgical scrub. *Surg Gynecol Obstet* 1978 ; 147 : 215–8.
118. Rosenberg A, Alatary SD, Peterson AF. Safety and efficacy of the antiseptic chlorhexidine gluconate. *Surg Gynecol Obstet* 1976 ; 143 : 789–92.
119. Ayliffe GAJ, Babb JR, Bridges K, et al. Comparison of two methods for assessing the removal of total organisms and pathogens from the skin. *J Hyg (Lond)* 1975 ; 75 : 259–74.
120. Larson EL, Morton HE. Alcohols [Chapter 11]. In : Block SS, ed. *Disinfection, sterilization and preservation*. 4th ed. Philadelphia, PA : Lea and Febiger, 1991 : 642–54.
121. Price PB. Ethyl alcohol as a germicide. *Arch Surg* 1939 ; 38 : 528–42.
122. Harrington C, Walker H. The germicidal action of alcohol. *Boston Medical and Surgical Journal* 1903 ; 148 : 548–52.
123. Price PB. New studies in surgical bacteriology and surgical technic. *JAMA* 1938 ; 111 : 1993–6.
124. Coulthard CE, Sykes G. The germicidal effect of alcohol with special reference to its action on bacterial spores. *Pharmaceutical Journal* 1936 ; 137 : 79–81.
125. Pohle WD, Stuart LS. The germicidal action of cleaning agents—a study of a modification of Price's procedure. *J Infect Dis* 1940 ; 67 : 275–81.
126. Gardner AD. Rapid disinfection of clean unwashed skin : further experiments. *Lancet* 1948 : 760–3.
127. Sakuragi T, Yanagisawa K, Dan K. Bactericidal activity of skin disinfectants on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Anesth Analg* 1995 ; 81 : 555–8.
128. Kampf G, Jarosch R, Rüden H. Limited effectiveness of chlorhexidine based hand disinfectants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *J Hosp Infect* 1998 ;

- 38 : 297–303.
129. Kampf G, Höfer M, Wendt C. Efficacy of hand disinfectants against vancomycin-resistant enterococci in vitro. *J Hosp Infect* 1999 ; 42 : 143–50.
  130. Platt J, Bucknall RA. The disinfection of respiratory syncytial virus by isopropanol and a chlorhexidine-detergent handwash. *J Hosp Infect* 1985 ; 6 : 89–94.
  131. Krilov LR, Harkness SH. Inactivation of respiratory syncytial virus by detergents and disinfectants. *Pediatr Infect Dis* 1993 ; 12 : 582–4.
  132. Sattar SA, Tetro J, Springthorpe VS, Giulivi A. Preventing the spread of hepatitis B and C viruses : where are germicides relevant? *Am J Infect Control* 2001 ; 29 : 187–97.
  133. Woolwine JD, Gerberding JL. Effect of testing method on apparent activities of antiviral disinfectants and antiseptics. *Antimicrob Agents Chemother* 1995 ; 39 : 921–3.
  134. Pillsbury DM, Livingood CS, Nichols AC. Bacterial flora of the normal skin : report on the effect of various ointment and solutions, with comments on the clinical significance of this study. *Arch Dermatol* 1942 ; 45 : 61–80.
  135. Lowbury EJL, Lilly HA, Ayliffe GAJ. Preoperative disinfection of surgeons' hands : use of alcoholic solutions and effects of gloves on skin flora. *Br Med J* 1974 ; 4 : 369–72.
  136. Lilly HA, Lowbury EJL, Wilkins MD, Zaggy A. Delayed antimicrobial effects of skin disinfection by alcohol. *J Hyg (Lond)* 1979 ; 82 : 497–500.
  137. Ansari SA, Springthorpe VS, Sattar SA, Tostowaryk W, Wells GA. Comparison of cloth, paper, and warm air drying in eliminating viruses and bacteria from washed hands. *Am J Infect Control* 1991 ; 19 : 243–9.
  138. Ansari SA, Sattar SA, Springthorpe VS, Wells GA, Tostowaryk W. In vivo protocol for testing efficacy of hand-washing agents against viruses and bacteria : experiments with rotavirus and *Escherichia coli*. *Appl Environ Microbiol* 1989 ; 55 : 3113–8.
  139. Steinmann J, Nehrkorn R, Meyer A, Becker K. Two in-vivo protocols for testing virucidal efficacy of handwashing and hand disinfection. *Zentralbl Hyg Umweltmed.* 1995 ; 196 : 425–36.
  140. Mbithi JN, Springthorpe VS, Sattar SA. Comparative in vivo efficiencies of hand-washing agents against hepatitis A virus (HM-175) and poliovirus type 1 (Sabin). *Appl Environ Microbiol* 1993 ; 59 : 3463–9.
  141. Schurmann W, Eggers HJ. Antiviral activity of an alcoholic hand disinfectant : comparison of the in vitro suspension test with in vivo experiments on hands, and on individual fingertips. *Antiviral Res* 1983 ; 3 : 25–41.
  142. Larson E, Bobo L. Effective hand degerming in the presence of blood. *J Emerg Med* 1992 ; 10 : 7–11.
  143. Dineen P, Hildick-Smith G. Antiseptic care of the hands [Chapter 21]. In : Maibach HI, Hildick-Smith G, eds. *Skin bacteria and their role in infection*. New York : McGraw-Hill, 1965.
  144. Lilly HA, Lowbury EJL. Transient skin flora : their removal by cleansing or disinfection in relation to their mode of deposition. *J Clin Path* 1978 ; 31 : 919–22.
  145. Rotter M, Koller W, Wewalka G. Povidone-iodine and chlorhexidine gluconate-containing detergents for disinfection of hands. *J Hosp Infect* 1980 ; 1 : 149–58.
  146. Rotter ML. Hygienic hand disinfection. *Infect Control* 1984 ; 1 : 18–22.
  147. Blech MF, Hartemann P, Paquin JL. Activity of non antiseptic soaps and ethanol for hand disinfection. *Zentralbl Bakteriell Hyg [B]* 1985 ; 181 : 496–512.
  148. Leyden JJ, McGinley KJ, Kaminer MS, et al. Computerized image analysis of full-hand touch plates : a method for quantification of surface bacteria on hands and the effect of antimicrobial agents. *J Hosp Infect* 1991 ; 18(suppl B) : 13–22.
  149. Rotter ML, Koller W. Test models for hygienic handrub and hygienic handwash : the effects of two different contamination and sampling techniques. *J Hosp Infect* 1992 ; 20 : 163–71.
  150. Zaragoza M, Sallés M, Gomez J, Bayas JM, Trilla A. Handwashing with soap or alcoholic solutions? A randomized clinical trial of its effectiveness. *Am J Infect Control* 1999 ; 27 : 258–61.
  151. Paulson DS, Fendler EJ, Dolan MJ, Williams RA. A close look at alcohol gel as an antimicrobial sanitizing agent. *Am J Infect Control* 1999 ; 27 : 332–8.
  152. Cardoso CL, Pereira HH, Zequim JC, Guilhermetti M. Effectiveness of hand-cleansing agents for removing *Acinetobacter baumannii* strain from contaminated hands. *Am J Infect Control* 1999 ; 27 : 327–31.
  153. Casewell MW, Law MM, Desai N. A laboratory model for testing agents for hygienic hand disinfection : handwashing and chlorhexidine for the removal of klebsiella. *J Hosp Infect* 1988 ; 12 : 163–75.
  154. Wade JJ, Desai N, Casewell MW. Hygienic hand disinfection for the removal of epidemic vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* and gentamicin-resistant *Enterobacter cloacae*. *J Hosp Infect* 1991 ; 18 : 211–8.
  155. Huang Y, Oie S, Kamiya A. Comparative effectiveness of hand-cleansing agents for removing methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from experimentally contaminated fingertips. *Am J Infect Control* 1994 ; 22 : 224–7.
  156. Lowbury EJL, Lilly HA. Disinfection of the hands of surgeons and nurses. *Br Med J* 1960 ; 1 : 5184.
  157. Berman RE, Knight RA. Evaluation of hand antisepsis. *Arch Environ Health* 1969 ; 18 : 781–3.
  158. Rotter ML, Simpson RA, Koller W. Surgical hand disinfection with alcohols at various concentrations : parallel experiments using the new proposed European standards method. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998 ; 19 : 778–81.
  159. Hobson DW, Woller W, Anderson L, Guthery E. Development and evaluation of a new alcohol-based surgical hand scrub formulation with persistent antimicrobial characteristics and brushless application. *Am J Infect Control* 1998 ; 26 : 507–12.
  160. Jones MV, Rowe GB, Jackson B, Pritchard NJ. The use of alcoholic paper wipes for routine hand cleansing : results of trials in two hospitals. *J Hosp Infect* 1986 ; 8 : 268–74.
  161. Butz AM, Laughon BE, Gullette DL, Larson EL. Alcohol-impregnated wipes as an alternative in hand hygiene. *Am J Infect Control* 1990 ; 18 : 70–6.
  162. Ojajärvi J. Handwashing in Finland. *J Hosp Infect* 1991 ; 18(suppl B) : 35–40.
  163. Newman JL, Seitz JC. Intermittent use of an antimicrobial hand gel for reducing soap-induced irritation of health care personnel. *Am J Infect Control* 1990 ; 18 : 194–200.
  164. Rotter ML, Koller W, Neumann R. The influence of cosmetic additives on the acceptability of alcohol-based hand disinfectants. *J Hosp Infect* 1991 ; 18 (suppl B) : 57–63.
  165. Larson EL, Aiello AE, Heilman JM, et al. Comparison of different regimens for surgical hand preparation. *AORN J* 2001 ; 73 : 412–20.
  166. Larson EL, Aiello AE, Bastyr J, et al. Assessment of two hand hygiene regimens for intensive care unit personnel. *Crit Care Med* 2001 ; 29 : 944–51.
  167. Ophaswongse S, Maibach HI. Alcohol dermatitis : allergic contact dermatitis and contact urticaria syndrome : a review. *Contact Dermatitis* 1994 ; 30 : 1–6.
  168. Rilliet A, Hunziker N, Brun R. Alcohol contact urticaria syndrome (immediate-type hypersensitivity) : case report. *Dermatologica* 1980 ; 161 : 361–4.
  169. Widmer AF. Replace hand washing with use of a waterless alcohol hand rub? *Clin Infect Dis* 2000 ; 31 : 136–43.
  170. Bryant KA, Pearce J, Stover B. Flash fire associated with the use of alcohol-based antiseptic agent [Letter]. *Am J Infect Control* 2002 ; 30 : 256–7.

171. Hsueh PR, Teng LJ, Yang PC, Pan HL, Ho SW, Luh KT. Nosocomial pseudoepidemic caused by *Bacillus cereus* traced to contaminated ethyl alcohol from a liquor factory. *J Clin Microbiol* 1999 ; 37 : 2280-4.
172. Denton GW. Chlorhexidine [Chapter 16]. In : Block SS, ed. Disinfection, sterilization and reservation. 4th ed. Philadelphia, PA : Lea and Febiger, 1991.
173. Narang HK, Codd AA. Action of commonly used disinfectants against enteroviruses. *J Hosp Infect* 1983 ; 4 : 209-12.
174. Walsh B, Blakemore PH, Drabu YJ. The effect of handcream on the antibacterial activity of chlorhexidine gluconate. *J Hosp Infect* 1987 ; 9 : 30-3.
175. Lowbury EJJ, Lilly HA. Use of 4% chlorhexidine detergent solution (Hibiscrub) and other methods of skin disinfection. *Br Med J* 1973 ; 1 : 510-5.
176. Paulson DS. Comparative evaluation of five surgical hand scrub preparations. *AORN J* 1994 ; 60 : 246-56.
177. Stingeni L, Lapomarda V, Lisi P. Occupational hand dermatitis in hospital environments. *Contact Dermatitis* 1995 ; 33 : 172-6.
178. Marrie TJ, Costerton JW. Prolonged survival of *Serratia marcescens* in chlorhexidine. *Appl Environ Microbiol* 1981 ; 42 : 1093-102.
179. McAllister TA, Lucas CE, Mocan H, et al. *Serratia marcescens* outbreak in a paediatric oncology unit traced to contaminated chlorhexidine. *Scott Med J* 1989 ; 34 : 525-8.
180. Vigeant P, Loo VG, Bertrand C, et al. An outbreak of *Serratia marcescens* infections related to contaminated chlorhexidine. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998 ; 19 : 791-4.
181. Vu-Thien H, Darbord JC, Moissenet D, et al. Investigation of an outbreak of wound infections due to *Alcaligenes xylosoxidans* transmitted by chlorhexidine in a burns unit. *Eur J Clin Microbiol* 1998 ; 17 : 724-6.
182. Larson E, Talbot GH. An approach for selection of health care personnel handwashing agents. *Infect Control* 1986 ; 7 : 419-24.
183. Davies J, Babb JR, Ayliffe GAJ, Wilkins MD. Disinfection of the skin of the abdomen. *Br J Surg* 1978 ; 65 : 855-8.
184. Larson E, Mayur K, Laughon BA. Influence of two handwashing frequencies on reduction in colonizing flora with three handwashing products used by health care personnel. *Am J Infect Control* 1988 ; 17 : 83-8.
185. Soulsby ME, Barnett JB, Maddox S. Brief report : the antiseptic efficacy of chlorxylenol-containing vs. chlorhexidine gluconate-containing surgical scrub preparations. *Infect Control* 1986 ; 7 : 223-6.
186. Aly R, Maibach HI. Comparative antibacterial efficacy of a 2-minute surgical scrub with chlorhexidine gluconate, povidone-iodine, and chloroxylenol sponge-brushes. *Am J Infect Control* 1988 ; 16 : 173-7.
187. Archibald LK, Corl A, Shah B, et al. *Serratia marcescens* outbreak associated with extrinsic contamination of 1% chlorxylenol soap. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1997 ; 18 : 704-9.
188. Lowbury EJJ, Lilly HA, Bull JP. Disinfection of hands : removal of resident bacteria. *Br Med J* 1963 ; 1 : 1251-6.
189. Kundsinn RB, Walter CW. The surgical scrub—practical consideration. *Arch Surg* 1973 ; 107 : 75-7.
190. Lockhart J. How toxic is hexachlorophene? *Pediatrics* 1972 ; 50 : 229-35.
191. Shuman RM, Leech RW, Alvord EC Jr. Neurotoxicity of hexachlorophene in humans : II. a clinicopathological study of 46 premature infants. *Arch Neurol* 1975 ; 32 : 320-5.
192. Dixon RE, Kaslow RA, Mallison GF, Bennett JV. Staphylococcal disease outbreaks in hospital nurseries in the United States—December 1971 through March 1972. *Pediatrics* 1973 ; 51 : 413-6.
193. Kaslow RA, Dixon RE, Martin SM, et al. Staphylococcal disease related to hospital nursery bathing practices—a nationwide epidemiologic investigation. *Pediatrics* 1973 ; 51 : 418-29.
194. American Academy of Pediatrics, American College of Obstetricians and Gynecologists. Guidelines for perinatal care. 4th ed. Elk Grove Village, IL : American Academy of Pediatrics ; Washington, DC : American Academy of Obstetricians and Gynecologists, 1997.
195. Gottardi W. Iodine and iodine compounds [Chapter 8]. In : Block SS, ed. Disinfection, sterilization and preservation. 4th ed. Philadelphia, PA : Lea & Febiger ; 1991.
196. Anderson RL. Iodophor antiseptics : intrinsic microbial contamination with resistant bacteria. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1989 ; 10 : 443-6.
197. Goldenheim PD. In vitro efficacy of povidone-iodine solution and cream against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Postgrad Med J* 1993 ; 69(suppl 3) : S62-S65.
198. Traor\_ O, Fayard SF, Laveran H. An in-vitro evaluation of the activity of povidone-iodine against nosocomial bacterial strains. *J Hosp Infect* 1996 ; 34 : 217-22.
199. McLure AR, Gordon J. In-vitro evaluation of povidone-iodine and chlorhexidine against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect* 1992 ; 21 : 291-9.
200. Davies JG, Babb JR, Bradley CR, Ayliffe GAJ. Preliminary study of test methods to assess the virucidal activity of skin disinfectants using poliovirus and bacteriophages. *J Hosp Infect* 1993 ; 25 : 125-31.
201. Rotter ML. Chapter 79/Hand washing and hand disinfection. In : Mayhall CG, ed. Hospital Epidemiology and Infection Control. Baltimore, MD : Williams & Wilkins, 1996.
202. Wade JJ, Casewell MW. The evaluation of residual antimicrobial activity on hands and its clinical relevance. *J Hosp Infect* 1991 ; 18 (suppl B) : 23-8.
203. Aly R, Maibach HI. Comparative evaluation of chlorhexidine gluconate (Hibiclens®) and povidone-iodine (E-Z Scrub®) sponge/brushes for presurgical hand scrubbing. *Curr Ther Res* 1983 ; 34 : 740-5.
204. Herruzo-Cabrera R, Vizcaino-Alcaide MJ, Fdez-AciZero MJ. Usefulness of an alcohol solution of N-duopropenide for the surgical antisepsis of the hands compared with handwashing with iodine-povidone and chlorhexidine : clinical essay. *J Surgical Research* 2000 ; 94 : 6-12.
205. Hingst V, Juditzki I, Heeg P, Sonntag HG. Evaluation of the efficacy of surgical hand disinfection following a reduced application time of 3 instead of 5 min. *J Hosp Infect* 1992 ; 20 : 79-86.
206. Faoagali J, Fong J, George N, Mahoney P, O'Rourke V. Comparison of the immediate, residual, and cumulative antibacterial effects of Novaderm R, Novascrub R, Betadine Surgical Scrub, Hibiclens, and liquid soap. *Am J Infect Control* 1995 ; 23 : 337-43.
207. Pereira LJ, Lee GM, Wade KJ. The effect of surgical handwashing routines on the microbial counts of operating room nurses. *Am J Infect Control* 1990 ; 18 : 354-64.
208. Peterson AF, Rosenberg A. Comparative evaluation of surgical scrub preparations. *Surg Gynecol Obstet* 1978 ; 146 : 63-5.
209. Berkelman RL, Holland BW, Anderson RL. Increased bactericidal activity of dilute preparations of povidone-iodine solutions. *J Clin Microbiol* 1982 ; 15 : 635-9.
210. Merianos JJ. Quaternary ammonium antimicrobial compounds [Chapter 13]. In : Block SS, ed. Disinfection, Sterilization, and Preservation. 4th ed. Philadelphia, PA : Lea and Febiger ; 1991.
211. Dixon RE, Kaslow RA, Mackel DC, Fulkerson CC, Mallison GF. Aqueous quaternary ammonium antiseptics and disinfectants : use and misuse. *JAMA* 1976 ; 236 : 2415-7.
212. Sautter RL, Mattman LH, Legaspi RC. *Serratia marcescens* meningitis associated with a contaminated benzalkonium chloride solution. *Infect Control* 1984 ; 5 : 223-5.
213. Oie S, Kamiya A. Microbial contamination of antiseptics and disinfectants. *Am J Infect Control* 1996 ; 24 : 389-95.

214. Hayes RA, Trick WE, Vernon MO, et al. Comparison of three hand hygiene (HH) methods in a surgical intensive care unit (SICU) [Abstract K-1337]. Presented at the 41st Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy Chicago, IL : American Society for Microbiology, 2001.
215. Dyer DL, Gerenraich KB, Wadhams PS. Testing a new alcohol-free hand sanitizer to combat infection. AORN J 1998 ; 68 : 239–51.
216. Jones RD, Jampani HB, Newman JL, Lee AS. Triclosan : a review of effectiveness and safety in health care settings. Am J Infect Control 2000 ; 28 : 184–96.
217. Ward WH, Holdgate GA, Rowsell S, et al. Kinetic and structural characteristics of the inhibition of enoyl (acyl carrier protein) reductase by triclosan. Biochemistry 1999 ; 38 : 12514–25.
218. Heath RJ, Li J, Roland GE. Inhibition of the *Staphylococcus aureus* NADPH-dependent enoyl-acyl carrier protein reductase by triclosan and hexachlorophene. J Biol Chem 2000 ; 275 : 4654–9.
219. Faoagali JL, George N, Fong J, Davy J, Dowser M. Comparison of the antibacterial efficacy of 4% chlorhexidine gluconate and 1% triclosan handwash products in an acute clinical ward. Am J Infect Control 1999 ; 27 : 320–6.
220. Barry MA, Craven DE, Goularte TA, Lichtenberg DA. *Serratia marcescens* contamination of antiseptic soap containing triclosan : implications for nosocomial infection. Infect Control 1984 ; 5 : 427–30.
221. Lowbury EJJ, Lilly HA, Bull JP. Disinfection of hands : removal of transient organisms. Br Med J 1964 ; 2 : 230–3.
222. Rotter ML. Semmelweis' sesquicentennial : a little-noted anniversary of handwashing. Current Opinion in Infectious Diseases 1998 ; 11 : 457–60.
223. Manivannan G, Brady MJ, Cahalan PT, et al. Immediate, persistent and residual antimicrobial efficiency of Surfactive™ hand sanitizer [Abstract]. Infection Control Hosp Epidemiol 2000 ; 21 : 105.
224. Gershenfeld L. Povidone-iodine as a sporicide. Am J Pharm 1962 ; 134 : 79–81.
225. Russell AD. Chemical sporicidal and sporostatic agents [Chapter 22]. In : Block SS, ed. Disinfection, sterilization and preservation. 4th ed. Philadelphia, PA : Lea and Febiger, 1991.
226. Johnson S, Gerding DN, Olson MM, et al. Prospective, controlled study of vinyl glove use to interrupt *Clostridium difficile* nosocomial transmission. Am J Med 1990 ; 88 : 137–40.
227. Russell AD. Mechanisms of bacterial insusceptibility to biocides. Am J Infect Control 2001 ; 29 : 259–61.
228. Cookson BD, Bolton MC, Platt JH. Chlorhexidine resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* or just an elevated MIC? An in vitro and in vivo assessment. Antimicrob Agents Chemother 1991 ; 35 : 1997–2002.
229. McMurtry LM, Oethinger M, Levy SB. Overexpression of *marA*, *soxS*, or *acrAB* produces resistance to triclosan in laboratory and clinical strains of *Escherichia coli*. FEMS Microbiol Lett 1998 ; 166 : 305–9.
230. Chuanchuen R, Beinlich K, Hoang TT, et al. Cross-resistance between triclosan and antibiotics in *Pseudomonas aeruginosa* is mediated by multidrug efflux pumps : exposure of a susceptible mutant strain to triclosan selects *nfxB* mutants overexpressing MexCD-OprJ. Antimicrob Agents Chemother 2001 ; 45 : 428–32.
231. Gröschel DHM, Pruett TL. Surgical antisepsis [Chapter 36]. In : Block SS, ed. Disinfection, sterilization and preservation. 4th ed. Philadelphia, PA : Lea and Febiger, 1991.
232. Boyce JM, Potter-Bynoe G, Opal SM, Dziobek L, Medeiros AA. A common-source outbreak of *Staphylococcus epidermidis* infections among patients undergoing cardiac surgery. J Infect Dis 1990 ; 161 : 493–9.
233. Dewar NE, Gravens DL. Effectiveness of septsol antiseptic foam as a surgical scrub agent. Appl Microbiol 1973 ; 26 : 544–9.
234. Grinbaum RS, de Mendonça JS, Cardo DM. An outbreak of handscrubbing-related surgical site infections in vascular surgical procedures. Infect Control Hosp Epidemiol 1995 ; 16 : 198–202.
235. AORN Recommended Practices Committee. Recommended practices for surgical hand scrubs. In : Fogg D, Parker N, Shevlin D, eds. Standards, Recommended Practices, and Guidelines. Denver, CO : AORN, 2001.
236. Larson E, Anderson JK, Baxendale L, Bobo L. Effects of a protective foam on scrubbing and gloving. Am J Infect Control 1993 ; 21 : 297–301.
237. Mulberry G, Snyder AT, Heilman J, Pyrek J, Stahl J. Evaluation of a waterless, scrubless chlorhexidine gluconate/ethanol surgical scrub for antimicrobial efficacy. Am J Infect Control 2001 ; 29 : 377–82.
238. Dineen P. An evaluation of the duration of the surgical scrub. Surg Gynecol Obstet 1969 ; 129 : 1181–4.
239. O'Farrell DA, Kenny G, O'Sullivan M, Nicholson P, Stephens M, Hone R. Evaluation of the optimal hand-scrub duration prior to total hip arthroplasty. J Hosp Infect 1994 ; 26 : 93–8.
240. O'Shaughnessy M, O'Malley VP, Corbett G, Given HF. Optimum duration of surgical scrub-time [Short note]. Br J Surg 1991 ; 78 : 685–6.
241. Wheelock SM, Lookinland S. Effect of surgical hand scrub time on subsequent bacterial growth. AORN J 1997 ; 65 : 1087–98.
242. Deshmukh N, Kjellberg SI, Kramer JW. A comparison of 5-minute povidone-iodine scrub and 1-minute povidone-iodine scrub followed by alcohol foam. Military Medicine 1998 ; 163 : 145–7.
243. Kikuchi-Numagami K, Saishu T, Fukaya M, Kanazawa E, Tagami H. Irritancy of scrubbing up for surgery with or without a brush. Acta Derm Venereol 1999 ; 79 : 230–2.
244. Dineen P. The use of a polyurethane sponge in surgical scrubbing. Surg Gynecol Obstet 1966 ; 123 : 595–8.
245. Bornside GH, Crowder VH Jr, Cohn I Jr. A bacteriological evaluation of surgical scrubbing with disposable iodophor-soap impregnated polyurethane scrub sponges. Surgery 1968 ; 64 : 743–51.
246. McBride ME, Duncan WC, Knox JM. An evaluation of surgical scrub brushes. Surg Gynecol Obstet 1973 ; 137 : 934–6.
247. Berman RE, Knight RA. Evaluation of hand antisepsis. Arch Environ Health 1969 ; 18 : 781–3.
248. Loeb MB, Wilcox L, Smaill F, Walter S, Duff Z. A randomized trial of surgical scrubbing with a brush compared to antiseptic soap alone. Am J Infect Control 1997 ; 25 : 11–5.
249. Larson E, Friedman C, Cohran J, Trestone-Aurand J, Green S. Prevalence and correlates of skin damage on the hands of nurses. Heart Lung 1997 ; 26 : 404–12.
250. Tupker RA. Detergents and cleansers [Chapter 7]. In : van der Valk PGM, Maibach HI, eds. The Irritant Contact Dermatitis Syndrome. New York, NY : CRC Press, 1996.
251. Wilhelm KP. Prevention of surfactant-induced irritant contact dermatitis. Curr Probl Dermatol 1996 ; 25 : 78–85.
252. de Haan P, Meester HHM, Bruynzeel DP. Irritancy of alcohols [Chapter 6]. In : van der Valk PGM, Maibach HI, eds. The Irritant Contact Dermatitis Syndrome. New York, NY : CRC Press, 1996.
253. Lübke J, Ruffieux C, van Melle G, Perrenoud D. Irritancy of the skin disinfectant n-propanol. Contact Dermatitis 2001 ; 45 : 226–31.
254. qhlenschlaeger J, Friberg J, Ramsing D, Agner T. Temperature dependency of skin susceptibility to water and detergents. Acta Derm Venereol 1996 ; 76 : 274–6.
255. Emilson A, Lindberg M, Forslind B. The temperature effect of in vitro penetration of sodium lauryl sulfate and nickel chloride through human skin. Acta Derm Venereol 1993 ; 73 : 203–7.
256. de Groot AC. Contact allergy to cosmetics : causative ingredients. Contact Dermatitis 1987 ; 17 : 26–34.
257. Schnuch A, Uter W, Geier J, Frosch PJ, Rustemeyer T. Contact allergies in healthcare workers—results from the IVDK. Acta Derm Venereol 1998 ; 78 : 358–63.
258. Rastogi SC, Heydorn S, Johansen JD, Basketter DA. Fragrance

- chemicals in domestic and occupational products. *Contact Dermatitis* 2001 ; 45 : 221–5.
259. Uter W, Schnuch A, Geier J, Pfahlberg A, Gefeller O. Association between occupation and contact allergy to the fragrance mix : a multifactorial analysis of national surveillance data. *Occup Environ Med* 2001 ; 58 : 392–8.
  260. Perrenoud D, Bircher A, Hunziker T, et al. Frequency of sensitization to 13 common preservatives in Switzerland. *Contact Dermatitis* 1994 ; 30 : 276–9.
  261. Kiec-Swierczynska M, Krecisz B. Occupational skin diseases among the nurses in the region of Lodz. *Int J Occup Med Environ Health* 2000 ; 13 : 179–84.
  262. Garvey LH, Roed-Petersen J, and Husum B. Anaphylactic reactions in anaesthetised patients—four cases of chlorhexidine allergy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001 ; 45 : 1290–4.
  263. Pham, NH, Weiner JM, Reisner GS, and Baldo BA. Anaphylaxis to chlorhexidine. Case report. Implication of immunoglobulin E antibodies and identification of an allergenic determinant. *Clin Exp Allergy* 2000 ; 30 : 1001–7.
  264. Nishioka K, Seguchi T, Yasuno H, Yamamoto T, Tominaga K. The results of ingredient patch testing in contact dermatitis elicited by povidone- iodine preparations. *Contact Dermatitis* 2000 ; 42 : 90–4.
  265. Wong CSM, Beck MH. Allergic contact dermatitis from triclosan in antibacterial handwashes. *Contact Dermatitis* 2001 ; 45 : 307.
  266. Guin JD, Goodman J. Contact urticaria from benzyl alcohol presenting as intolerance to saline soaks. *Contact Dermatitis* 2001 ; 45 : 182–3.
  267. Podda M, Zollner T, Grundmann-Kollmann M, Kaufmann R, Boehncke WF. Allergic contact dermatitis from benzyl alcohol during topical antimycotic treatment. *Contact Dermatitis* 1999 ; 41 : 302–3.
  268. Yesudian PD, King CM. Allergic contact dermatitis from stearyl alcohol in Efidix® cream. *Contact Dermatitis* 2001 ; 45 : 313–4.
  269. Aust LB, Maibach HI. Incidence of human skin sensitization to isostearyl alcohol in two separate groups of panelists. *Contact Dermatitis* 1980 ; 6 : 269–71.
  270. Funk JO, Maibach HI. Propylene glycol dermatitis : re-evaluation of an old problem. *Contact Dermatitis* 1994 ; 31 : 236–41.
  271. Hannuksela M. Moisturizers in the prevention of contact dermatitis. *Curr Probl Dermatol* 1996 ; 25 : 214–20.
  272. Berndt U, Wigger-Alberti W, Gabard B, Elsner P. Efficacy of a barrier cream and its vehicle as protective measures against occupational irritant contact dermatitis. *Contact Dermatitis* 2000 ; 42 : 77–80.
  273. McCormick RD, Buchman TL, Maki DG. Double-blind, randomized trial of scheduled use of a novel barrier cream and an oil-containing lotion for protecting the hands of health care workers. *Am J Infect Control* 2000 ; 28 : 302–10.
  274. Larson E, Killien M. Factors influencing handwashing behavior of patient care personnel. *Am J Infect Control* 1982 ; 10 : 93–9.
  275. Zimakoff J, Kjelsberg AB, Larsen SO, Holstein B. A multicenter questionnaire investigation of attitudes toward hand hygiene, assessed by the staff in fifteen hospitals in Denmark and Norway. *Am J Infect Control* 1992 ; 20 : 58–64.
  276. Mayer JA, Dubbert PM, Miller M, Burkett PA, Chapman SW. Increasing handwashing in an intensive care unit. *Infect Control* 1986 ; 7 : 259–62.
  277. Ojajarvi J. The importance of soap selection for routine hand hygiene in hospital. *J Hyg (Lond)* 1981 ; 86 : 275–83.
  278. Scott D, Barnes A, Lister M, Arkell P. An evaluation of the user acceptability of chlorhexidine handwash formulations. *J Hosp Infect* 1991 ; 18(suppl B) : 51–5.
  279. Taylor LJ. An evaluation of handwashing techniques—2. *Nursing Times* 1978 ; 74 : 108–10.
  280. Preston GA, Larson EL, Stamm WE. The effect of private isolation rooms on patient care practices, colonization and infection in an intensive care unit. *Am J Med* 1981 ; 70 : 641–5.
  281. Kaplan LM, McGuckin M. Increasing handwashing compliance with more accessible sinks. *Infect Control* 1986 ; 7 : 408–10.
  282. Freeman, J. Prevention of nosocomial infections by location of sinks for hand washing adjacent to the bedside [Abstract 60]. In : Program and abstracts of the 33rd Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy. Washington, DC : American Society for Microbiology, 1993 : 130.
  283. Bischoff WE, Reynolds TM, Sessler CN, Edmond MB, Wenzel RP. Handwashing compliance by health care workers. The impact of introducing an accessible, alcohol-based hand antiseptic. *Arch Intern Med* 2000 ; 160 : 1017–21.
  284. Pittet D. Compliance with hand disinfection and its impact on hospital-acquired infections. *J Hosp Infect* 2001 ; 48(suppl A) : S40–S46.
  285. Wurtz R, Moye G, Jovanovic B. Handwashing machines, handwashing compliance, and potential for cross-contamination. *Am J Infect Control* 1994 ; 22 : 228–30.
  286. Kohan C, Ligi C, Dumigan DG, Boyce JM. The importance of evaluating product dispensers when selecting alcohol-based handrubs. *Am J Infect Control* 2002 (in press).
  287. Boyce JM. Antiseptic technology : access, affordability, and acceptance. *Emerg Infect Diseases* 2001 ; 7 : 231–3.
  288. Taylor LJ. An evaluation of handwashing techniques—1. *Nursing Times* 1978 : 54–5.
  289. Albert RK, Condie F. Hand-washing patterns in medical intensive care units. *N Engl J Med* 1981 ; 304 : 1465–6.
  290. Larson E. Compliance with isolation technique. *Am J Infect Control* 1983 ; 11 : 221–5.
  291. Donowitz LG. Handwashing technique in a pediatric intensive care unit. *Am J Dis Child* 1987 ; 141 : 683–5.
  292. Conly JM, Hill S, Ross J, Lertzman J, Loule TJ. Handwashing practices in an intensive care unit : the effects of an educational program and its relationship to infection rates. *Am J Infect Control* 1989 ; 17 : 330–9.
  293. DeCarvalho M, Lopes JMA, Pellitteri M. Frequency and duration of handwashing in a neonatal intensive care unit. *Pediatr Infect Dis J* 1989 ; 8 : 179–80.
  294. Graham M. Frequency and duration of handwashing in an intensive care unit. *Am J Infect Control* 1990 ; 18 : 77–80.
  295. Dubbert PM, Dolce J, Richter W, Miller M, Chapman SW. Increasing ICU staff handwashing : effects of education and group feedback. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1990 ; 11 : 191–3.
  296. Simmons B, Bryant J, Neiman K, Spencer L, Arheart K. The role of handwashing in prevention of endemic intensive care unit infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1990 ; 11 : 589–94.
  297. Pettinger A, Nettleman MD. Epidemiology of isolation precautions. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1991 ; 12 : 303–7.
  298. Lohr JA, Ingram DL, Dudley SM, Lawton EL, Donowitz LG. Hand washing in pediatric ambulatory settings : an inconsistent practice. *Am J Dis Child* 1991 ; 145 : 1198–9.
  299. Raju TNK, Kobler C. Improving handwashing habits in the newborn nurseries. *Am J Med.Sci* 1991 ; 302 : 355–8.
  300. Larson EL, McGinley KJ, Foglia A, et al. Handwashing practices and resistance and density of bacterial hand flora on two pediatric units in Lima, Peru. *Am J Infect Control* 1992 ; 20 : 65–72.
  301. Zimakoff J, Stormark M, Larsen SO. Use of gloves and handwashing behaviour among health care workers in intensive care units. A multicentre investigation in four hospitals in Denmark and Norway. *J Hosp Infect* 1993 ; 24 : 63–7.
  302. Pelke S, Ching D, Easa D, Melish ME. Gowning does not affect colonization or infection rates in a neonatal intensive care unit. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1994 ; 148 : 1016–20.
  303. Gould D. Nurses' hand decontamination practice : results of a local study. *J Hosp Infect* 1994 ; 28 : 15–30.
  304. Shay DK, Maloney SA, Montecalvo M, et al. Epidemiology and

- mortality risk of vancomycin-resistant enterococcal bloodstream infections. *J Infect Dis* 1995 ; 172 : 993–1000.
305. Berg DE, Hershov RC, Ramirez CA. Control of nosocomial infections in an intensive care unit in Guatemala City. *Clin Infect Dis* 1995 ; 21 : 588–93.
306. Tibballs J. Teaching hospital medical staff to handwash. *Med J Aust* 1996 ; 164 : 395–8.
307. Slaughter S, Hayden MK, Nathan C, et al. A comparison of the effect of universal use of gloves and gowns with that of glove use alone on acquisition of vancomycin-resistant enterococci in a medical intensive care unit. *Ann Intern Med* 1996 ; 125 : 448–56.
308. Dorsey ST, Cydulka RK, Emerman CL. Is handwashing teachable? : failure to improve handwashing behavior in an urban emergency department. *Acad Emerg Med* 1996 ; 3 : 360–5.
309. Watanakunakorn C, Wang C, Hazy J. An observational study of hand washing and infection control practices by healthcare workers. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998 ; 19 : 858–60.
310. Avila-Agüero ML, Umaña MA, Jiménez AL, Faingezicht I, París MM. Handwashing practices in a tertiary-care, pediatric hospital and the effect on an educational program. *Clin Perform Qual Health Care* 1998 ; 6 : 70–2.
311. Kirkland KB, Weinstein JM. Adverse effects of contact isolation. *Lancet* 1999 ; 354 : 1177–8.
312. Maury E, Alzieu M, Baudel JL, et al. Availability of an alcohol solution can improve hand disinfection compliance in an intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med* 2000 ; 162 : 324–7.
313. Muto CA, Sistrom MG, Farr BM. Hand hygiene rates unaffected by installation of dispensers of a rapidly acting hand antiseptic. *Am J Infect Control* 2000 ; 28 : 273–6.
314. Jarvis WR. Handwashing—the Semmelweis lesson forgotten? *Lancet* 1994 ; 344 : 1311–2.
315. Larson E, Kretzer EK. Compliance with handwashing and barrier precautions. *J Hosp Infect* 1995 ; 30(suppl) : 88–106.
316. Sproat LJ, Inglis TJJ. A multicentre survey of hand hygiene practice in intensive care units. *J Hosp Infect* 1994 ; 26 : 137–48.
317. Kretzer EK, Larson EL. Behavioral interventions to improve infection control practices. *Am J Infect Control* 1998 ; 26 : 245–53.
318. Voss A, Widmer AF. No time for handwashing!? Handwashing versus alcoholic rub : can we afford 100% compliance? *Infect Control Hosp Epidemiol* 1997 ; 18 : 205–8.
319. Larson E. Handwashing and skin physiologic and bacteriologic aspects. *Infect Control* 1985 ; 6 : 14–23.
320. Thompson BL, Dwyer DM, Ussery XT, Denman S, Vacek P, Schwartz B. Handwashing and glove use in a long-term care facility. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1997 ; 18 : 97–103.
321. Doebbeling BN, Pfaller MA, Houston AK, Wenzel RP. Removal of nosocomial pathogens from the contaminated glove. *Ann Intern Med* 1988 ; 109 : 394–8.
322. McLane C, Chenelly S, Sylwestrak ML, Kirchhoff KT. A nursing practice problem : failure to observe aseptic technique. *Am J Infect Control* 1983 ; 11 : 178–82.
323. Pittet D. Improving compliance with hand hygiene in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000 ; 21 : 381–6.
324. Teare L, Handwashing Liaison Group. Hand washing : a modest measure—with big effects. *Br Med J* 1999 ; 318 : 686.
325. Teare EL, Cookson B, French GL, et al. UK handwashing initiative. *J Hosp Infect* 1999 ; 43 : 1–3.
326. Larson EL, Bryan JL, Adler LM, Blane C. A multifaceted approach to changing handwashing behavior. *Am J Infect Control* 1997 ; 25 : 3–10.
327. Weeks A. Why I don't wash my hands between each patient contact [Letter]. *Br Med J* 1999 ; 319 : 518.
328. Webster J. Handwashing in a neonatal intensive care nursery : product acceptability and effectiveness of chlorhexidine gluconate 4% and triclosan 1%. *J Hosp Infect* 1992 ; 21 : 137–41.
329. Kelen GD, Green GB, Hexter DA, et al. Substantial improvement in compliance with universal precautions in an emergency department following institution of policy. *Arch Intern Med* 1991 ; 151 : 2051–6.
330. Lundberg GD. Changing physician behavior in ordering diagnostic tests [Editorial]. *JAMA* 1998 ; 280 : 2036.
331. Phillips DF. “New look” reflects changing style of patient safety enhancement. *JAMA* 1999 ; 281 : 217–9.
332. Harbarth S, Martin Y, Rohner P, Henry N, Auckenthaler R, Pittet D. Effect of delayed infection control measures on a hospital outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect* 2000 ; 46 : 43–9.
333. Early E, Battle K, Cantwell E, English J, Lavin JE, Larson E. Effect of several interventions on the frequency of handwashing among elementary public school children. *Am J Infect Control* 1998 ; 26 : 263–9.
334. Butz AM, Larson E, Fosarelli P, Yolken R. Occurrence of infectious symptoms in children in day care homes. *Am J Infect Control* 1990 ; 18 : 347–53.
335. Kimel LS. Handwashing education can decrease illness absenteeism. *J Sch Nurs* 1996 ; 12 : 14–6, 18.
336. Master D, Hess Longe S, Dickson H. Scheduled hand washing in an elementary school population. *Fam Med* 1997 ; 29 : 336–9.
337. Roberts L, Smith W, Jorm L, Patel M, Douglas RM, McGilchrist C. Effect of infection control measures on the frequency of upper respiratory infection in child care : a randomized, controlled trial. *Pediatrics* 2000 ; 105 : 738–42.
338. Roberts L, Jorm L, Patel M, Smith W, Douglas RM, McGilchrist C. Effect of infection control measures on the frequency of diarrheal episodes in child care : a randomized, controlled trial. *Pediatrics* 2000 ; 105 : 743–6.
339. Khan MU. Interruption of shigellosis by handwashing. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1982 ; 76 : 164–8.
340. Shahid NS, Greenough WB, Samadi AR, Huq MI, Rahman N. Hand washing with soap reduces diarrhoea and spread of bacterial pathogens in a Bangladesh village. *J Diarrhoeal Dis Res* 1996 ; 14 : 85–9.
341. Stanton BF, Clemens JD. An educational intervention for altering watersanitation behaviors to reduce childhood diarrhea in urban Bangladesh. *Am J Epidemiol* 1987 ; 125 : 292–301.
342. McGinley KJ, Larson EL, Leyden JJ. Composition and density of microflora in the subungual space of the hand. *J Clin Microbiol* 1988 ; 26 : 950–3.
343. Hedderwick SA, McNeil SA, Lyons MJ, Kauffman CA. Pathogenic organisms associated with artificial fingernails worn by healthcare workers. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000 ; 21 : 505–9.
344. Baumgardner CA, Maragos CS, Larson EL. Effects of nail polish on microbial growth of fingernails : dispelling sacred cows. *AORN J* 1993 ; 58 : 84–8.
345. Wynd CA, Samstag DE, Lapp AM. Bacterial carriage on the fingernails of OR nurses. *AORN J* 1994 ; 60 : 796–805.
346. Gross A, Cutright DE, D'Allessandro SM. Effect of surgical scrub on microbial population under the fingernails. *Am J Surg* 1979 ; 138 : 463–7.
347. Pottinger J, Burns S, Manske C. Bacterial carriage by artificial versus natural nails. *Am J Infect Control* 1989 ; 17 : 340–4.
348. McNeil SA, Foster CL, Hedderwick SA, Kauffman CA. Effect of hand cleansing with antimicrobial soap or alcohol-based gel on microbial colonization of artificial fingernails worn by health care workers. *Clin Infect Dis* 2001 ; 32 : 367–72.
349. Rubin DM. Prosthetic fingernails in the OR. *AORN J* 1988 ; 47 : 944–5, 948.
350. Moolenaar RL, Crutcher M, San Joaquin VH, et al. A prolonged outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* in a neonatal intensive care unit : did staff fingernails play a role in disease transmission? *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000 ; 21 : 80–5.
351. Passaro DJ, Waring L, Armstrong R, et al. Postoperative *Serratia marcescens* wound infections traced to an out-of-hospital source. *J*

- Infect Dis 1997 ; 175 : 992-5.
352. Foca M, Jakob K, Whittier S, et al. Endemic *Pseudomonas aeruginosa* infection in a neonatal intensive care unit. N Engl J Med 2000 ; 343 : 695-700.
353. Parry MF, Grant B, Yukna M, et al. *Candida* osteomyelitis and diskitis after spinal surgery : an outbreak that implicates artificial nail use. Clin Infect Dis 2001 ; 32 : 352-7.
354. Garner JS, Simmons BP. Guideline for isolation precautions in hospitals. Infect Control 1983 ; 4(suppl 4) : 245-325.
355. CDC. Recommendations for prevention of HIV transmission in healthcare settings. MMWR 1987 ; 36(suppl 2S) : 3S-18S.
356. Occupational Safety and Health Administration. 29 CFR Part 1910.1030. Occupational exposure to bloodborne pathogens : final rule. Federal Register 1991 ; 29CFR Part 1910 : 1030.
357. Hartstein AI, Denny MA, Morthland VH, LeMonte AM, Pfaller MA. Control of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a hospital and an intensive care unit. Infect Control Hosp Epidemiol 1995 ; 16 : 405-11.
358. Maki DG, McCormick RD, Zilz MA, Stolz SM, Alvarado CJ. An MRSA outbreak in a SICU during universal precautions : new epidemiology for nosocomial MRSA : downside for universal precautions [Abstract 473]. In : Program and abstracts of the 30th Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy. Washington, DC : American Society for Microbiology, 1990.
359. Kotilainen HR, Brinker JP, Avato JL, Gantz NM. Latex and vinyl examination gloves : quality control procedures and implications for health care workers. Arch Intern Med 1989 ; 149 : 2749-53.
360. Reingold AL, Kane MA, Hightower AW. Failure of gloves and other protective devices to prevent transmission of hepatitis B virus to oral surgeons. JAMA 1988 ; 259 : 2558-60.
361. Korniewicz DM, Laughon BE, Butz A, Larson E. Integrity of vinyl and latex procedures gloves. Nurs Res 1989 ; 38 : 144-6.
362. DeGroot-Kosolcharoen J, Jones JM. Permeability of latex and vinyl gloves to water and blood. Am J Infect Control 1989 ; 17 : 196-201.
363. Korniewicz DM, Kirwin M, Cresci K, Markut C, Larson E. In-use comparison of latex gloves in two high-risk units : surgical intensive care and acquired immunodeficiency syndrome. Heart Lung 1992 ; 21 : 81-4.
364. Korniewicz DM, Kirwin M, Cresci K, et al. Barrier protection with examination gloves : double versus single. Am J Infect Control 1994 ; 22 : 12-5.
365. Siström MG, Muto CA, Neal J, Strain BA, Farr BM. Glove leakage rates as a function of latex content and brand : caveat emptor [Abstract 24]. In : Program and abstracts of the 10th Annual Meeting of Society of Healthcare Epidemiology of America, Orlando, Florida, 1998.
366. Flanagan H, Farr B. Continued evaluation of glove leakage rates at the University of Virginia. Presented at the 11th Annual Meeting of the Society for Healthcare Epidemiology of America, Toronto, Canada, April 1, 2001.
367. Korniewicz DM, Laughon BE, Cyr WH, Lytle CD, Larson E. Leakage of virus through used vinyl and latex examination gloves. J Clin Microbiol 1990 ; 28 : 787-8.
368. Rego A, Roley L. In-use barrier integrity of gloves : latex and nitrile superior to vinyl. Am J Infect Control 1999 ; 27 : 405-10.
369. Fisher MD, Reddy VR, Williams FM, Lin KY, Thacker JG, Edlich RF. Biomechanical performance of powder-free examination gloves. J Emerg Med 1999 ; 17 : 1011-8.
370. Edlich RF, Suber F, Neal JG, Jackson EM, Williams FM. Integrity of powder-free examination gloves to bacteriophage penetration. J Biomed Mater Res 1999 ; 48 : 755-8.
371. Murray CA, Burke FJT, McHugh S. An assessment of the incidence of punctures in latex and non-latex dental examination gloves in routine clinical practice. Br Dental Journal 2001 ; 190 : 377-80.
372. Jones RD, Jampani H, Mulberry G, Rizer RL. Moisturizing alcohol hand gels for surgical hand preparation. AORN J 2000 ; 71 : 584-99.
373. Patterson JE, Vecchio J, Pantelick EL, et al. Association of contaminated gloves with transmission of *Acinetobacter calcoaceticus* var. *antitratius* in an intensive care unit. Am J Med 1991 ; 91 : 479-83.
374. Lowbury EJJ. Aseptic methods in the operating suite. Lancet 1968 ; 1 : 705-9.
375. Hoffman PN, Cooke EM, McCarville MR, Emmerson AM. Microorganisms isolated from skin under wedding rings worn by hospital staff. Br Med J 1985 ; 290 : 206-7.
376. Jacobson G, Thiele JE, McCune JH, Farrell LD. Handwashing : ringwearing and number of microorganisms. Nurs Res 1985 ; 34 : 186-8.
377. Hayes RA, Trick WE, Vernon MO, et al. Ring use as a risk factor (RF) for hand colonization in a surgical intensive care unit (SICU) [Abstract K-1333]. In : Program and abstracts of the 41st Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy. Washington, DC : American Society for Microbiology, 2001.
378. Salisbury DM, Hutfilz P, Treen LM, Bollin GE, Gautam S. The effect of rings on microbial load of health care workers' hands. Am J Infect Control 1997 ; 25 : 24-7.
379. Spire B, Barr-Sinoussi F, Montagnier L, Chermann JC. Inactivation of lymphadenopathy associated virus by chemical disinfectants. Lancet 1984 ; 2 : 899-901.
380. Martin LS, McDougal JS, Loskoski SL. Disinfection and inactivation of the human T lymphotropic virus type III/lymphadenopathy-associated virus. J Infect Dis 1985 ; 152 : 400-3.
381. Resnick L, Veren K, Salahuddin SZ, Tondreau S, Markham PD. Stability and inactivation of HTLV-III/LAV under clinical and laboratory environments. JAMA 1986 ; 255 : 1887-91.
382. van Bueren J, Larkin DP, Simpson RA. Inactivation of human immunodeficiency virus type 1 by alcohols. J Hosp Infect 1994 ; 28 : 137-48.
383. Montefiori DC, Robinson WE Jr, Modliszewski A, Mitchell WM. Effective inactivation of human immunodeficiency virus with chlorhexidine antiseptics containing detergents and alcohol. J Hosp Infect 1990 ; 15 : 279-82.
384. Wood A, Payne D. The action of three antiseptics/disinfectants against enveloped and non-enveloped viruses. J Hosp Infect 1998 ; 38 : 283-95.
385. Harbison MA, Hammer SM. Inactivation of human immunodeficiency virus by Betadine products and chlorhexidine. J Acquir Immune Defic Syndr 1989 ; 2 : 16-20.
386. Lavelle GC, Gubbe SL, Neveaux JL, Bowden BJ. Evaluation of an antimicrobial soap formula for virucidal efficacy in vitro against human immunodeficiency virus in a blood-virus mixture. Antimicrob Agents Chemother 1989 ; 33 : 2034-6.
387. Bond WW, Favero MS, Petersen NJ, Ebert JW. Inactivation of hepatitis B virus by intermediate-to-high level disinfectant chemicals. J Clin Microbiol 1983 ; 18 : 535-8.
388. Kobayashi H, Tsuzuki M, Koshimizu K, et al. Susceptibility of hepatitis B virus to disinfectants or heat. J Clin Microbiol 1984 ; 20 : 214-6.
389. Kurtz JB. Virucidal effect of alcohols against echovirus 11 [Letter]. Lancet 1979 ; 1 : 496-7.
390. Sattar SA, Raphael RA, Lochnan H, Springthorpe VS. Rotavirus inactivation by chemical disinfectants and antiseptics used in hospitals. Can J Microbiol 1983 ; 29 : 1464-9.
391. Larson E, Silberger M, Jakob K, et al. Assessment of alternative hand hygiene regimens to improve skin health among neonatal intensive care unit nurses. Heart Lung 2000 ; 29 : 136-42.
392. Gould D, Chamberlain A. The use of a ward-based educational teaching package to enhance nurses' compliance with infection

- control procedures. *J Clin Nursing* 1997 ; 6 : 55–67.
393. Aspöck C, Koller W. A simple hand hygiene exercise. *Am J Infect Control* 1999 ; 27 : 370–2.
394. McGuckin M, Waterman R, Porten L, et al. Patient education model for increasing handwashing compliance [Practice forum]. *Am J Infect Control* 1999 ; 27 : 309–14.
395. Khatib M, Jamaledine G, Abdallah A, Ibrahim Y. Hand washing and use of gloves while managing patients receiving mechanical ventilation in the ICU. *Chest* 1999 ; 116 : 172–5.
396. Haley RW, Bregman DA. The role of understaffing and overcrowding in recurrent outbreaks of staphylococcal infection in a neonatal special-care unit. *J Infect Dis* 1982 ; 145 : 875–85.
397. Pittet D, Boyce JM. Hand hygiene and patient care : pursuing the Semmelweis legacy. *Lancet Infectious Diseases* 2001 ; April : 9–20.
398. Boyce JM. Scientific basis for handwashing with alcohol and other waterless antiseptic agents. In : Rutala WA, ed. *Disinfection, sterilization and antisepsis : principles and practices in healthcare facilities*. Washington, DC : Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc, 2001.
399. O’Boyle CA, Henly SJ, Duckett LJ. Nurses’ motivation to wash their hands : a standardized measurement approach. *Applied Nursing Research* 2001 ; 14 : 136–45.
400. Semmelweis IP. *Die aetiologie, der begriff und die prophylaxis des kindbettfiebers*. Pest, Wien und Leipzig : CA Hartleben’s Verlags- Expedition 1861.
401. Eggimann P, Harbarth S, Constantin MN, Touveneau S, Chevrolet JC, Pittet D. Impact of a prevention strategy targeted at vascular access care on incidence of infections acquired in intensive care. *Lancet* 2000 ; 355 : 1864–8.
402. Bull DA, Neumayer LA, Hunter GC, et al. Improved sterile technique diminishes the incidence of positive line cultures in cardiovascular patients. *J Surgical Research* 1992 ; 52 : 106–10.
403. Hirschmann H, Fux L, Podusel J, et al. The influence of hand hygiene prior to insertion of peripheral venous catheters on the frequency of complications. *J Hosp Infect* 2001 ; 49 : 199–203.
404. Drusin LM, Sohmer M, Groshen SL, Spiritos MD, Senterfit LB, Christenson WN. Nosocomial hepatitis A infection in a paediatric intensive care unit. *Arch Dis Child* 1987 ; 62 : 690–5.
405. Doebbeling BN, Li N, Wenzel RP. An outbreak of hepatitis A among health care workers : risk factors for transmission. *Am J Public Health* 1993 ; 83 : 1679–84.
406. Standaert SM, Hutcheson RH, Schaffner W. Nosocomial transmission of *Salmonella gastroenteritis* to laundry workers in a nursing home. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1994 ; 15 : 22–6.
407. Rodriguez EM, Parrott C, Rolka H, Monroe SS, Dwyer DM. An outbreak of viral gastroenteritis in a nursing home : importance of excluding ill employees. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996 ; 17 : 587–92.
408. Schaffner W, Lefkowitz LB Jr, Goodman JS, Koenig MG. Hospital outbreak of infections with group A streptococci traced to an asymptomatic anal carrier. *N Engl J Med* 1969 ; 280 : 1224–5.
409. Viglionese A, Nottbart VF, Bodman HA, Platt R. Recurrent group A streptococcal carriage in a health care worker associated with widely separated nosocomial outbreaks. *Am J Med* 1991 ; 91(suppl 3B) : 329S–33S.
410. Ojajärvi J. An evaluation of antiseptics used for hand disinfection in wards. *J Hyg (Lond)* 1976 ; 76 : 75–82.
411. Mermel LA, Josephson SL, Dempsey J, Parenteau S, Perry C, Magill N. Outbreak of *Shigella sonnei* in a clinical microbiology laboratory. *J Clin Microbiol* 1997 ; 35 : 3163–5.
412. McBride ME. Microbial flora of in-use soap products. *Appl Environ Microbiol* 1984 ; 48 : 338–41.
413. Kabara JJ, Brady MB. Contamination of bar soaps under “in use” condition. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1984 ; 5 : 1–14.
414. Heinze JE, Yackovich F. Washing with contaminated bar soap is unlikely to transfer bacteria. *Epidem Inf* 1988 ; 101 : 135–42.
415. Bannan EA, Judge LF. Bacteriological studies relating to handwashing : 1. the inability of soap bars to transmit bacteria. *Am J Public Health* 1965 ; 55 : 915–21.
416. Field EA, McGowan P, Pearce PK, Martin MV. Rings and watches : should they be removed prior to operative dental procedures? *J Dent* 1996 ; 24 : 65–9.
417. Lowbury EJJ, Lilly HA. Gloved hand as applicator of antiseptic to operation sites. *Lancet* 1975 ; 2 : 153–6.
418. AORN Recommended Practices Committee. Recommended practices for surgical hand scrubs. *AORN J* 1999 ; 69 : 842–50.
419. Grohskopf LA, Roth VR, Feikin DR, et al. *Serratia liquefaciens* bloodstream infections from contamination of epoetin alfa at a hemodialysis center. *N Engl J Med* 2001 ; 344 : 1491–7.
420. Dharan S, Hugonnet S, Sax H, Pittet D. Evaluation of interference of a hand care cream with alcohol-based hand disinfection. *Occup Environ Dermatol* 2001 ; 49 : 81–4.
421. Heeg P. Does hand care ruin hand disinfection? *J Hosp Infect* 2001 ; 48(suppl A) : S37–S39.
422. McGuckin M, Waterman R, Storr J, et al. Evaluation of a patientempowering hand hygiene programme in the U.K. *J Hosp Infect* 2001 ; 48 : 222–7.
423. Girou E, Oppein F. Handwashing compliance in a French university hospital : new perspective with the introduction of hand-rubbing with a waterless alcohol-based solution. *J Hosp Infect* 2001 ; 48(suppl A) : S55–S57.

特別資料

# Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings

Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices  
Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA  
Hand Hygiene Task Force

原文

医療現場における  
手指衛生のためのガイドライン

医療感染管理諮問委員会と  
医療感染管理諮問委員会／医療疫学学会／  
感染管理疫学専門家協会／感染症学会合同の  
手の衛生に関する作業部会による勧告

## CONTENTS

## Part I. Review of the Scientific Data Regarding

Hand Hygiene .....	66
Historical Perspective .....	66
Normal Bacterial Skin Flora .....	67
Physiology of Normal Skin .....	67
Definition of Terms .....	67
Evidence of Transmission of Pathogens on Hands .....	68
Models of Hand Transmission .....	69
Relation of Hand Hygiene and Acquisition of Health-Care–Associated Pathogens .....	69
Methods Used To Evaluate the Efficacy of Hand-Hygiene Products .....	69
Review of Preparations Used for Hand Hygiene .....	70
Activity of Antiseptic Agents Against Spore-Forming Bacteria .....	77
Reduced Susceptibility of Bacteria to Antiseptics .....	77
Surgical Hand Antisepsis .....	77
Relative Efficacy of Plain Soap, Antiseptic Soap/Detergent, and Alcohols .....	78

Irritant Contact Dermatitis Resulting from Hand-Hygiene Measures .....	78
Proposed Methods for Reducing Adverse Effects of Agents .....	78
Factors To Consider When Selecting Hand-Hygiene Products .....	79
Hand-Hygiene Practices Among HCWs .....	80
Lessons Learned from Behavioral Theories .....	83
Methods Used To Promote Improved Hand Hygiene .....	83
Efficacy of Promotion and Impact of Improved Hand Hygiene .....	84
Other Policies Related to Hand Hygiene .....	85
Hand-Hygiene Research Agenda .....	87
Web-Based Hand-Hygiene Resources .....	87
Part II. Recommendations .....	87
Categories .....	87
Recommendations .....	87
Part III. Performance Indicators .....	88
Appendix .....	89

## Summary

*The Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings provides health-care workers (HCWs) with a review of data regarding handwashing and hand antisepsis in health-care settings. In addition, it provides specific recommendations to promote improved hand-hygiene practices and reduce transmission of pathogenic microorganisms to patients and personnel in health-care settings. This report reviews studies published since the 1985 CDC guideline (Garner JS, Favero MS. CDC guideline for handwashing and hospital environmental control, 1985. Infect Control 1986;7:231–43) and the 1995 APIC guideline (Larson EL, APIC Guidelines Committee. APIC guideline for handwashing and hand antisepsis in health care settings. Am J Infect Control 1995;23:251–69) were issued and provides an in-depth review of hand-hygiene practices of HCWs, levels of adherence of personnel to recommended handwashing practices, and factors adversely affecting adherence. New studies of the in vivo efficacy of alcohol-based hand rubs and the low incidence of dermatitis associated with their use are reviewed. Recent studies demonstrating the value of multidisciplinary hand-hygiene promotion programs and the potential role of alcohol-based hand rubs in improving hand-hygiene practices are summarized. Recommendations concerning related issues (e.g., the use of surgical hand antiseptics, hand lotions or creams, and wearing of artificial fingernails) are also included.*

## Part I. Review of the Scientific Data Regarding Hand Hygiene

### Historical Perspective

For generations, handwashing with soap and water has been considered a measure of personal hygiene (1). The concept of cleansing hands with an antiseptic agent probably emerged in the early 19<sup>th</sup> century. As early as 1822, a French pharmacist demonstrated that solutions containing chlorides of lime or soda could eradicate the foul odors associated with human corpses and that such solutions could be used as disinfectants and antiseptics (2). In a paper published in 1825, this pharmacist stated that physicians and other persons attending patients with contagious diseases would benefit from moistening their hands with a liquid chloride solution (2).

In 1846, Ignaz Semmelweis observed that women whose babies were delivered by students and physicians in the First Clinic at the General Hospital of Vienna consistently had a higher mortality rate than those whose babies were delivered by midwives in the Second Clinic (3). He noted that physicians who went directly from the autopsy suite to the obstetrics ward had a disagreeable odor on their hands despite washing

their hands with soap and water upon entering the obstetrics clinic. He postulated that the puerperal fever that affected so many parturient women was caused by “cadaverous particles” transmitted from the autopsy suite to the obstetrics ward via the hands of students and physicians. Perhaps because of the known deodorizing effect of chlorine compounds, as of May 1847, he insisted that students and physicians clean their hands with a chlorine solution between each patient in the clinic. The maternal mortality rate in the First Clinic subsequently dropped dramatically and remained low for years. This intervention by Semmelweis represents the first evidence indicating that cleansing heavily contaminated hands with an antiseptic agent between patient contacts may reduce health-care–associated transmission of contagious diseases more effectively than handwashing with plain soap and water.

In 1843, Oliver Wendell Holmes concluded independently that puerperal fever was spread by the hands of health personnel (1). Although he described measures that could be taken to limit its spread, his recommendations had little impact on obstetric practices at the time. However, as a result of the seminal studies by Semmelweis and Holmes, handwashing gradually became accepted as one of the most important measures for preventing transmission of pathogens in health-care facilities.

In 1961, the U. S. Public Health Service produced a training film that demonstrated handwashing techniques recommended for use by health-care workers (HCWs) (4). At the time, recommendations directed that personnel wash their hands with soap and water for 1–2 minutes before and after patient contact. Rinsing hands with an antiseptic agent was

The material in this report originated in the National Center for Infectious Diseases, James M. Hughes, M.D., Director; and the Division of Healthcare Quality Promotion, Steve Solomon, M.D., Acting Director.

believed to be less effective than handwashing and was recommended only in emergencies or in areas where sinks were unavailable.

In 1975 and 1985, formal written guidelines on handwashing practices in hospitals were published by CDC (5,6). These guidelines recommended handwashing with nonantimicrobial soap between the majority of patient contacts and washing with antimicrobial soap before and after performing invasive procedures or caring for patients at high risk. Use of waterless antiseptic agents (e.g., alcohol-based solutions) was recommended only in situations where sinks were not available.

In 1988 and 1995, guidelines for handwashing and hand antisepsis were published by the Association for Professionals in Infection Control (APIC) (7,8). Recommended indications for handwashing were similar to those listed in the CDC guidelines. The 1995 APIC guideline included more detailed discussion of alcohol-based hand rubs and supported their use in more clinical settings than had been recommended in earlier guidelines. In 1995 and 1996, the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) recommended that either antimicrobial soap or a waterless antiseptic agent be used for cleaning hands upon leaving the rooms of patients with multidrug-resistant pathogens (e.g., vancomycin-resistant enterococci [VRE] and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* [MRSA]) (9,10). These guidelines also provided recommendations for handwashing and hand antisepsis in other clinical settings, including routine patient care. Although the APIC and HICPAC guidelines have been adopted by the majority of hospitals, adherence of HCWs to recommended handwashing practices has remained low (11,12).

Recent developments in the field have stimulated a review of the scientific data regarding hand hygiene and the development of new guidelines designed to improve hand-hygiene practices in health-care facilities. This literature review and accompanying recommendations have been prepared by a Hand Hygiene Task Force, comprising representatives from HICPAC, the Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA), APIC, and the Infectious Diseases Society of America (IDSA).

## Normal Bacterial Skin Flora

To understand the objectives of different approaches to hand cleansing, a knowledge of normal bacterial skin flora is essential. Normal human skin is colonized with bacteria; different areas of the body have varied total aerobic bacterial counts (e.g.,  $1 \times 10^6$  colony forming units (CFUs)/cm<sup>2</sup> on the scalp,  $5 \times 10^5$  CFUs/cm<sup>2</sup> in the axilla,  $4 \times 10^4$  CFUs/cm<sup>2</sup> on the abdomen, and  $1 \times 10^4$  CFUs/cm<sup>2</sup> on the forearm) (13). Total bacterial counts on the hands of medical personnel have ranged from  $3.9 \times 10^4$  to  $4.6 \times 10^6$  (14–17). In 1938, bacteria recovered from the hands were divided into two categories: transient and resident (14). Transient flora, which colonize the superficial layers of the skin, are more amenable to removal by routine handwashing. They are often acquired by HCWs during direct contact with patients or contact with contaminated environmental surfaces within close proximity of the patient. Transient flora are the organisms most frequently associated with health-care-associated infections. Resident flora, which are attached to deeper layers of the skin, are more resistant to removal. In addition, resident flora (e.g., coagulase-negative staphylococci and diphtheroids) are less likely to be associated with such infections. The hands of HCWs may become persistently colonized with pathogenic flora (e.g., *S. aureus*), gram-negative bacilli, or yeast. Investigators have documented that, although the number of transient and resident flora varies considerably from person to person, it is often relatively constant for any specific person (14,18).

## Physiology of Normal Skin

The primary function of the skin is to reduce water loss, provide protection against abrasive action and microorganisms, and act as a permeability barrier to the environment. The basic structure of skin includes, from outer- to innermost layer, the superficial region (i.e., the stratum corneum or horny layer, which is 10- to 20- $\mu$ m thick), the viable epidermis (50- to 100- $\mu$ m thick), the dermis (1- to 2-mm thick), and the hypodermis (1- to 2-mm thick). The barrier to percutaneous absorption lies within the stratum corneum, the thinnest and smallest

compartment of the skin. The stratum corneum contains the corneocytes (or horny cells), which are flat, polyhedral-shaped nonnucleated cells, remnants of the terminally differentiated keratinocytes located in the viable epidermis. Corneocytes are composed primarily of insoluble bundled keratins surrounded by a cell envelope stabilized by cross-linked proteins and covalently bound lipid. Interconnecting the corneocytes of the stratum corneum are polar structures (e.g., corneodesmosomes), which contribute to stratum corneum cohesion.

The intercellular region of the stratum corneum is composed of lipid primarily generated from the exocytosis of lamellar bodies during the terminal differentiation of the keratinocytes. The intercellular lipid is required for a competent skin barrier and forms the only continuous domain. Directly under the stratum corneum is a stratified epidermis, which is composed primarily of 10–20 layers of keratinizing epithelial cells that are responsible for the synthesis of the stratum corneum. This layer also contains melanocytes involved in skin pigmentation; Langerhans cells, which are important for antigen presentation and immune responses; and Merkel cells, whose precise role in sensory reception has yet to be fully delineated. As keratinocytes undergo terminal differentiation, they begin to flatten out and assume the dimensions characteristic of the corneocytes (i.e., their diameter changes from 10–12  $\mu$ m to 20–30  $\mu$ m, and their volume increases by 10- to 20-fold). The viable epidermis does not contain a vascular network, and the keratinocytes obtain their nutrients from below by passive diffusion through the interstitial fluid.

The skin is a dynamic structure. Barrier function does not simply arise from the dying, degeneration, and compaction of the underlying epidermis. Rather, the processes of cornification and desquamation are intimately linked; synthesis of the stratum corneum occurs at the same rate as loss. Substantial evidence now confirms that the formation of the skin barrier is under homeostatic control, which is illustrated by the epidermal response to barrier perturbation by skin stripping or solvent extraction. Circumstantial evidence indicates that the rate of keratinocyte proliferation directly influences the integrity of the skin barrier. A general increase in the rate of proliferation results in a decrease in the time available for 1) uptake of nutrients (e.g., essential fatty acids), 2) protein and lipid synthesis, and 3) processing of the precursor molecules required for skin-barrier function. Whether chronic but quantitatively smaller increases in rate of epidermal proliferation also lead to changes in skin-barrier function remains unclear. Thus, the extent to which the decreased barrier function caused by irritants is caused by an increased epidermal proliferation also is unknown.

The current understanding of the formation of the stratum corneum has come from studies of the epidermal responses to perturbation of the skin barrier. Experimental manipulations that disrupt the skin barrier include 1) extraction of skin lipids with apolar solvents, 2) physical stripping of the stratum corneum using adhesive tape, and 3) chemically induced irritation. All of these experimental manipulations lead to a decreased skin barrier as determined by transepidermal water loss (TEWL). The most studied experimental system is the treatment of mouse skin with acetone. This experiment results in a marked and immediate increase in TEWL, and therefore a decrease in skin-barrier function. Acetone treatment selectively removes glycerolipids and sterols from the skin, which indicates that these lipids are necessary, though perhaps not sufficient in themselves, for barrier function. Detergents act like acetone on the intercellular lipid domain. The return to normal barrier function is biphasic: 50%–60% of barrier recovery typically occurs within 6 hours, but complete normalization of barrier function requires 5–6 days.

## Definition of Terms

**Alcohol-based hand rub.** An alcohol-containing preparation designed for application to the hands for reducing the number of viable microorganisms on the hands. In the United States, such preparations usually contain 60%–95% ethanol or isopropanol.

**Antimicrobial soap.** Soap (i.e., detergent) containing an antiseptic agent.

**Antiseptic agent.** Antimicrobial substances that are applied to the skin to reduce the number of microbial flora. Examples include

alcohols, chlorhexidine, chlorine, hexachlorophene, iodine, chloroxylenol (PCMX), quaternary ammonium compounds, and triclosan.

**Antiseptic handwash.** Washing hands with water and soap or other detergents containing an antiseptic agent.

**Antiseptic hand rub.** Applying an antiseptic hand-rub product to all surfaces of the hands to reduce the number of microorganisms present.

**Cumulative effect.** A progressive decrease in the numbers of microorganisms recovered after repeated applications of a test material.

**Decontaminate hands.** To Reduce bacterial counts on hands by performing antiseptic hand rub or antiseptic handwash.

**Detergent.** Detergents (i.e., surfactants) are compounds that possess a cleaning action. They are composed of both hydrophilic and lipophilic parts and can be divided into four groups: anionic, cationic, amphoteric, and nonionic detergents. Although products used for handwashing or antiseptic handwash in health-care settings represent various types of detergents, the term “soap” is used to refer to such detergents in this guideline.

**Hand antisepsis.** Refers to either antiseptic handwash or antiseptic hand rub.

**Hand hygiene.** A general term that applies to either handwashing, antiseptic handwash, antiseptic hand rub, or surgical hand antisepsis.

**Handwashing.** Washing hands with plain (i.e., non-antimicrobial) soap and water.

**Persistent activity.** Persistent activity is defined as the prolonged or extended antimicrobial activity that prevents or inhibits the proliferation or survival of microorganisms after application of the product. This activity may be demonstrated by sampling a site several minutes or hours after application and demonstrating bacterial antimicrobial effectiveness when compared with a baseline level. This property also has been referred to as “residual activity.” Both substantive and nonsubstantive active ingredients can show a persistent effect if they substantially lower the number of bacteria during the wash period.

**Plain soap.** Plain soap refers to detergents that do not contain antimicrobial agents or contain low concentrations of antimicrobial agents that are effective solely as preservatives.

**Substantivity.** Substantivity is an attribute of certain active ingredients that adhere to the stratum corneum (i.e., remain on the skin after rinsing or drying) to provide an inhibitory effect on the growth of bacteria remaining on the skin.

**Surgical hand antisepsis.** Antiseptic handwash or antiseptic hand rub performed preoperatively by surgical personnel to eliminate transient and reduce resident hand flora. Antiseptic detergent preparations often have persistent antimicrobial activity.

**Visibly soiled hands.** Hands showing visible dirt or visibly contaminated with proteinaceous material, blood, or other body fluids (e.g., fecal material or urine).

**Waterless antiseptic agent.** An antiseptic agent that does not require use of exogenous water. After applying such an agent, the hands are rubbed together until the agent has dried.

**Food and Drug Administration (FDA) product categories.** The 1994 FDA Tentative Final Monograph for Health-Care Antiseptic Drug Products divided products into three categories and defined them as follows (19):

- **Patient preoperative skin preparation.** A fast-acting, broad-spectrum, and persistent antiseptic-containing preparation that substantially reduces the number of microorganisms on intact skin.
- **Antiseptic handwash or HCW handwash.** An antiseptic-containing preparation designed for frequent use; it reduces the number of microorganisms on intact skin to an initial baseline level after adequate washing, rinsing, and drying; it is broad-spectrum, fast-acting, and if possible, persistent.
- **Surgical hand scrub.** An antiseptic-containing preparation that substantially reduces the number of microorganisms on intact skin; it is broad-spectrum, fast-acting, and persistent.

## Evidence of Transmission of Pathogens on Hands

Transmission of health-care-associated pathogens from one patient to another via the hands of HCWs requires the following sequence of

events:

- Organisms present on the patient’s skin, or that have been shed onto inanimate objects in close proximity to the patient, must be transferred to the hands of HCWs.
- These organisms must then be capable of surviving for at least several minutes on the hands of personnel.
- Next, handwashing or hand antisepsis by the worker must be inadequate or omitted entirely, or the agent used for hand hygiene must be inappropriate.
- Finally, the contaminated hands of the caregiver must come in direct contact with another patient, or with an inanimate object that will come into direct contact with the patient.

Health-care-associated pathogens can be recovered not only from infected or draining wounds, but also from frequently colonized areas of normal, intact patient skin (20–31). The perineal or inguinal areas are usually most heavily colonized, but the axillae, trunk, and upper extremities (including the hands) also are frequently colonized (23,25,26,28,30–32). The number of organisms (e.g., *S. aureus*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella* spp., and *Acinetobacter* spp.) present on intact areas of the skin of certain patients can vary from 100 to  $10^6$ /cm<sup>2</sup> (25,29,31,33). Persons with diabetes, patients undergoing dialysis for chronic renal failure, and those with chronic dermatitis are likely to have areas of intact skin that are colonized with *S. aureus* (34–41). Because approximately  $10^6$  skin squames containing viable microorganisms are shed daily from normal skin (42), patient gowns, bed linen, bedside furniture, and other objects in the patient’s immediate environment can easily become contaminated with patient flora (30,43–46). Such contamination is particularly likely to be caused by staphylococci or enterococci, which are resistant to desiccation.

Data are limited regarding the types of patient-care activities that result in transmission of patient flora to the hands of personnel (26,45–51). In the past, attempts have been made to stratify patient-care activities into those most likely to cause hand contamination (52), but such stratification schemes were never validated by quantifying the level of bacterial contamination that occurred. Nurses can contaminate their hands with 100–1,000 CFUs of *Klebsiella* spp. during “clean” activities (e.g., lifting a patient; taking a patient’s pulse, blood pressure, or oral temperature; or touching a patient’s hand, shoulder, or groin) (48). Similarly, in another study, hands were cultured of nurses who touched the groins of patients heavily colonized with *P. mirabilis* (25); 10–600 CFUs/mL of this organism were recovered from glove juice samples from the nurses’ hands. Recently, other researchers studied contamination of HCWs’ hands during activities that involved direct patient-contact wound care, intravascular catheter care, respiratory tract care, and the handling of patient secretions (51). Agar fingertip impression plates were used to culture bacteria; the number of bacteria recovered from fingertips ranged from 0 to 300 CFUs. Data from this study indicated that direct patient contact and respiratory-tract care were most likely to contaminate the fingers of caregivers. Gram-negative bacilli accounted for 15% of isolates and *S. aureus* for 11%. Duration of patient-care activity was strongly associated with the intensity of bacterial contamination of HCWs’ hands.

HCWs can contaminate their hands with gram-negative bacilli, *S. aureus*, enterococci, or *Clostridium difficile* by performing “clean procedures” or touching intact areas of the skin of hospitalized patients (26,45,46,53). Furthermore, personnel caring for infants with respiratory syncytial virus (RSV) infections have acquired RSV by performing certain activities (e.g., feeding infants, changing diapers, and playing with infants) (49). Personnel who had contact only with surfaces contaminated with the infants’ secretions also acquired RSV by contaminating their hands with RSV and inoculating their oral or conjunctival mucosa. Other studies also have documented that HCWs may contaminate their hands (or gloves) merely by touching inanimate objects in patient rooms (46,53–56). None of the studies concerning hand contamination of hospital personnel were designed to determine if the contamination resulted in transmission of pathogens to susceptible patients.

Other studies have documented contamination of HCWs’ hands with potential health-care-associated pathogens, but did not relate their findings to the specific type of preceding patient contact (15,17,57–62). For example, before glove use was common among HCWs, 15% of

nurses working in an isolation unit carried a median of  $1 \times 10^4$  CFUs of *S. aureus* on their hands (61). Of nurses working in a general hospital, 29% had *S. aureus* on their hands (median count: 3,800 CFUs), whereas 78% of those working in a hospital for dermatology patients had the organism on their hands (median count:  $14.3 \times 10^6$  CFUs). Similarly, 17%–30% of nurses carried gram-negative bacilli on their hands (median counts: 3,400–38,000 CFUs). One study found that *S. aureus* could be recovered from the hands of 21% of intensive-care-unit personnel and that 21% of physician and 5% of nurse carriers had >1,000 CFUs of the organism on their hands (59). Another study found lower levels of colonization on the hands of personnel working in a neurosurgery unit, with an average of 3 CFUs of *S. aureus* and 11 CFUs of gram-negative bacilli (16). Serial cultures revealed that 100% of HCWs carried gram-negative bacilli at least once, and 64% carried *S. aureus* at least once.

## Models of Hand Transmission

Several investigators have studied transmission of infectious agents by using different experimental models. In one study, nurses were asked to touch the groins of patients heavily colonized with gram-negative bacilli for 15 seconds — as though they were taking a femoral pulse (25). Nurses then cleaned their hands by washing with plain soap and water or by using an alcohol hand rinse. After cleaning their hands, they touched a piece of urinary catheter material with their fingers, and the catheter segment was cultured. The study revealed that touching intact areas of moist skin of the patient transferred enough organisms to the nurses' hands to result in subsequent transmission to catheter material, despite handwashing with plain soap and water.

The transmission of organisms from artificially contaminated “donor” fabrics to clean “recipient” fabrics via hand contact also has been studied. Results indicated that the number of organisms transmitted was greater if the donor fabric or the hands were wet upon contact (63). Overall, only 0.06% of the organisms obtained from the contaminated donor fabric were transferred to recipient fabric via hand contact. *Staphylococcus saprophyticus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Serratia* spp. were also transferred in greater numbers than was *Escherichia coli* from contaminated fabric to clean fabric after hand contact (64). Organisms are transferred to various types of surfaces in much larger numbers (i.e.,  $>10^4$ ) from wet hands than from hands that are thoroughly dried (65).

## Relation of Hand Hygiene and Acquisition of Health-Care-Associated Pathogens

Hand antisepsis reduces the incidence of health-care-associated infections (66,67). An intervention trial using historical controls demonstrated in 1847 that the mortality rate among mothers who delivered in the First Obstetrics Clinic at the General Hospital of Vienna was substantially lower when hospital staff cleaned their hands with an antiseptic agent than when they washed their hands with plain soap and water (3).

In the 1960s, a prospective, controlled trial sponsored by the National Institutes of Health and the Office of the Surgeon General demonstrated that infants cared for by nurses who did not wash their hands after handling an index infant colonized with *S. aureus* acquired the organism more often and more rapidly than did infants cared for by nurses who used hexachlorophene to clean their hands between infant contacts (68). This trial provided evidence that, when compared with no handwashing, washing hands with an antiseptic agent between patient contacts reduces transmission of health-care-associated pathogens.

Trials have studied the effects of handwashing with plain soap and water versus some form of hand antisepsis on healthcare-associated infection rates (69,70). Health-care-associated infection rates were lower when antiseptic handwashing was performed by personnel (69). In another study, antiseptic handwashing was associated with lower health-care-associated infection rates in certain intensive-care units, but not in others (70).

Health-care-associated infection rates were lower after antiseptic handwashing using a chlorhexidine-containing detergent compared

with handwashing with plain soap or use of an alcohol-based hand rinse (71). However, because only a minimal amount of the alcohol rinse was used during periods when the combination regimen also was in use and because adherence to policies was higher when chlorhexidine was available, determining which factor (i.e., the hand-hygiene regimen or differences in adherence) accounted for the lower infection rates was difficult. Investigators have determined also that health-care-associated acquisition of MRSA was reduced when the antimicrobial soap used for hygienic handwashing was changed (72,73).

Increased handwashing frequency among hospital staff has been associated with decreased transmission of *Klebsiella* spp. among patients (48); these studies, however, did not quantitate the level of handwashing among personnel. In a recent study, the acquisition of various health-care-associated pathogens was reduced when hand antisepsis was performed more frequently by hospital personnel (74); both this study and another (75) documented that the prevalence of health-care-associated infections decreased as adherence to recommended hand-hygiene measures improved.

Outbreak investigations have indicated an association between infections and understaffing or overcrowding; the association was consistently linked with poor adherence to hand hygiene. During an outbreak investigation of risk factors for central venous catheter-associated bloodstream infections (76), after adjustment for confounding factors, the patient-to-nurse ratio remained an independent risk factor for bloodstream infection, indicating that nursing staff reduction below a critical threshold may have contributed to this outbreak by jeopardizing adequate catheter care. The understaffing of nurses can facilitate the spread of MRSA in intensive-care settings (77) through relaxed attention to basic control measures (e.g., hand hygiene). In an outbreak of *Enterobacter cloacae* in a neonatal intensive-care unit (78), the daily number of hospitalized children was above the maximum capacity of the unit, resulting in an available space per child below current recommendations. In parallel, the number of staff members on duty was substantially less than the number necessitated by the workload, which also resulted in relaxed attention to basic infection-control measures. Adherence to hand-hygiene practices before device contact was only 25% during the workload peak, but increased to 70% after the end of the understaffing and overcrowding period. Surveillance documented that being hospitalized during this period was associated with a fourfold increased risk of acquiring a health-care-associated infection. This study not only demonstrates the association between workload and infections, but it also highlights the intermediate cause of antimicrobial spread: poor adherence to hand-hygiene policies.

## Methods Used To Evaluate the Efficacy of Hand-Hygiene Products

### Current Methods

Investigators use different methods to study the in vivo efficacy of handwashing, antiseptic handwash, and surgical hand antisepsis protocols. Differences among the various studies include 1) whether hands are purposely contaminated with bacteria before use of test agents, 2) the method used to contaminate fingers or hands, 3) the volume of hand-hygiene product applied to the hands, 4) the time the product is in contact with the skin, 5) the method used to recover bacteria from the skin after the test solution has been used, and 6) the method of expressing the efficacy of the product (i.e., either percent reduction in bacteria recovered from the skin or log reduction of bacteria released from the skin). Despite these differences, the majority of studies can be placed into one of two major categories: studies focusing on products to remove transient flora and studies involving products that are used to remove resident flora from the hands. The majority of studies of products for removing transient flora from the hands of HCWs involve artificial contamination of the volunteer's skin with a defined inoculum of a test organism before the volunteer uses a plain soap, an antimicrobial soap, or a waterless antiseptic agent. In contrast, products tested for the preoperative cleansing of surgeons' hands (which must comply with surgical handantisepsis protocols) are tested for their ability to remove resident flora from without artificially contaminating the volunteers' hands.

In the United States, antiseptic handwash products intended for use by HCWs are regulated by FDA's Division of Over-the-Counter Drug Products (OTC). Requirements for in vitro and in vivo testing of HCW handwash products and surgical hand scrubs are outlined in the FDA Tentative Final Monograph for Healthcare Antiseptic Drug Products (TFM) (19). Products intended for use as HCW handwashes are evaluated by using a standardized method (19). Tests are performed in accordance with use directions for the test material. Before baseline bacterial sampling and before each wash with the test material, 5 mL of a standardized suspension of *Serratia marcescens* are applied to the hands and then rubbed over the surfaces of the hands. A specified volume of the test material is dispensed into the hands and is spread over the hands and lower one third of the forearms. A small amount of tap water is added to the hands, and hands are completely lathered for a specified time, covering all surfaces of the hands and the lower third of the forearms. Volunteers then rinse hands and forearms under 40°C tap water for 30 seconds. Ten washes with the test formulation are required. After the first, third, seventh, and tenth washes, rubber gloves or polyethylene bags used for sampling are placed on the right and left hands, and 75 mL of sampling solution is added to each glove; gloves are secured above the wrist. All surfaces of the hand are massaged for 1 minute, and samples are obtained aseptically for quantitative culture. No neutralizer of the antimicrobial is routinely added to the sampling solution, but if dilution of the antimicrobial in the sampling fluid does not result in demonstrable neutralization, a neutralizer specific for the test formulation is added to the sampling solution. For waterless formulations, a similar procedure is used. TFM criteria for efficacy are as follows: a 2-log<sub>10</sub> reduction of the indicator organism on each hand within 5 minutes after the first use, and a 3-log<sub>10</sub> reduction of the indicator organism on each hand within 5 minutes after the tenth use (19).

Products intended for use as surgical hand scrubs have been evaluated also by using a standardized method (19). Volunteers clean under fingernails with a nail stick and clip their fingernails. All jewelry is removed from hands and arms. Hands and two thirds of forearms are rinsed with tap water (38°C–42°C) for 30 seconds, and then they are washed with a nonantimicrobial soap for 30 seconds and are rinsed for 30 seconds under tap water. Baseline microbial hand counts can then be determined. Next, a surgical scrub is performed with the test formulation using directions provided by the manufacturer. If no instructions are provided with the formulation, two 5-minute scrubs of hands and forearms followed by rinsing are performed. Reduction from baseline microbial hand counts is determined in a series of 11 scrubs conducted during 5 days. Hands are sampled at 1 minute, 3 hours, and 6 hours after the first scrubs on day 1, day 2, and day 5. After washing, volunteers wear rubber gloves; 75 mL of sampling solution are then added to one glove, and all surfaces of the hands are massaged for 1 minute. Samples are then taken aseptically and cultured quantitatively. The other glove remains on the other hand for 6 hours and is sampled in the same manner. TFM requires that formulations reduce the number of bacteria 1 log<sub>10</sub> on each hand within 1 minute of product application and that the bacterial cell count on each hand does not subsequently exceed baseline within 6 hours on day 1; the formulation must produce a 2-log<sub>10</sub> reduction in microbial flora on each hand within 1 minute of product application by the end of the second day of enumeration and a 3-log<sub>10</sub> reduction of microbial flora on each hand within 1 minute of product use by the end of the fifth day when compared with the established baseline (19).

The method most widely used in Europe to evaluate the efficacy of hand-hygiene agents is European Standard 1500–1997 (EN 1500—Chemical disinfectants and antiseptics. Hygienic hand-rub test method and requirements) (79). This method requires 12–15 test volunteers and an 18- to 24-hour growth of broth culture of *E. coli* K12. Hands are washed with a soft soap, dried, and then immersed halfway to the metacarpals in the broth culture for 5 seconds. Hands are removed from the broth culture, excess fluid is drained off, and hands are dried in the air for 3 minutes. Bacterial recovery for the initial value is obtained by kneading the fingertips of each hand separately for 60 seconds in 10 mL of tryptic soy broth (TSB) without neutralizers. The hands are removed from the broth and disinfected with 3 mL of the hand-rub agent for 30 seconds in a set design. The same operation is repeated

with total disinfection time not exceeding 60 seconds. Both hands are rinsed in running water for 5 seconds and water is drained off. Fingertips of each hand are kneaded separately in 10 mL of TSB with added neutralizers. These broths are used to obtain the final value. Log<sub>10</sub> dilutions of recovery medium are prepared and plated out. Within 3 hours, the same volunteers are tested with the reference disinfectant (60% 2-propanol [isopropanol]) and the test product. Colony counts are performed after 24 and 48 hours of incubation at 36°C. The average colony count of both left and right hand is used for evaluation. The log-reduction factor is calculated and compared with the initial and final values. The reduction factor of the test product should be superior or the same as the reference alcohol-based rub for acceptance. If a difference exists, then the results are analyzed statistically using the Wilcoxon test. Products that have log reductions substantially less than that observed with the reference alcohol-based hand rub (i.e., approximately 4 log<sub>10</sub> reduction) are classified as not meeting the standard.

Because of different standards for efficacy, criteria cited in FDA TFM and the European EN 1500 document for establishing alcohol-based hand rubs vary (1,19,79). Alcohol-based hand rubs that meet TFM criteria for efficacy may not necessarily meet the EN 1500 criteria for efficacy (80). In addition, scientific studies have not established the extent to which counts of bacteria or other microorganisms on the hands need to be reduced to minimize transmission of pathogens in healthcare facilities (1,8); whether bacterial counts on the hands must be reduced by 1 log<sub>10</sub> (90% reduction), 2 log<sub>10</sub> (99%), 3 log<sub>10</sub> (99.9%), or 4 log<sub>10</sub> (99.99%) is unknown. Several other methods also have been used to measure the efficacy of antiseptic agents against various viral pathogens (81–83).

#### Shortcomings of Traditional Methodologies

Accepted methods of evaluating hand-hygiene products intended for use by HCWs require that test volunteers wash their hands with a plain or antimicrobial soap for 30 seconds or 1 minute, despite the observation in the majority of studies that the average duration of handwashing by hospital personnel is <15 seconds (52,84–89). A limited number of investigators have used 15-second handwashing or hygienic hand-wash protocols (90–94). Therefore, almost no data exist regarding the efficacy of plain or antimicrobial soaps under conditions in which they are actually used by HCWs. Similarly, certain accepted methods for evaluating waterless antiseptic agents for use as antiseptic hand rubs require that 3 mL of alcohol be rubbed into the hands for 30 seconds, followed by a repeat application for the same duration. This type of protocol also does not reflect actual usage patterns among HCWs. Furthermore, volunteers used in evaluations of products are usually surrogates for HCWs, and their hand flora may not reflect flora found on the hands of personnel working in health-care settings. Further studies should be conducted among practicing HCWs using standardized protocols to obtain more realistic views of microbial colonization and risk of bacterial transfer and cross-transmission (51).

## Review of Preparations Used for Hand Hygiene

### Plain (Non-Antimicrobial) Soap

Soaps are detergent-based products that contain esterified fatty acids and sodium or potassium hydroxide. They are available in various forms including bar soap, tissue, leaflet, and liquid preparations. Their cleaning activity can be attributed to their detergent properties, which result in removal of dirt, soil, and various organic substances from the hands. Plain soaps have minimal, if any, antimicrobial activity. However, handwashing with plain soap can remove loosely adherent transient flora. For example, handwashing with plain soap and water for 15 seconds reduces bacterial counts on the skin by 0.6–1.1 log<sub>10</sub>, whereas washing for 30 seconds reduces counts by 1.8–2.8 log<sub>10</sub> (1). However, in several studies, handwashing with plain soap failed to remove pathogens from the hands of hospital personnel (25,45). Handwashing with plain soap can result in paradoxical increases in bacterial counts on the skin (92,95–97). Non-antimicrobial soaps may be associated with considerable skin irritation and dryness (92,96,98), although adding emollients to soap preparations may reduce their propensity to cause irritation. Occasionally, plain soaps have become contaminated, which may lead to colonization of hands of personnel

TABLE 1. Virucidal activity of antiseptic agents against enveloped viruses

Ref. no.	Test method	Viruses	Agent	Results
(379)	Suspension	HIV	19% EA	LR = 2.0 in 5 minutes
(380)	Suspension	HIV	50% EA 35% IPA	LR > 3.5 LR > 3.7
(381)	Suspension	HIV	70% EA	LR = 7.0 in 1 minute
(382)	Suspension	HIV	70% EA	LR = 3.2B 5.5 in 30 seconds
(383)	Suspension	HIV	70% IPA/0.5% CHG 4% CHG	LR = 6.0 in 15 seconds LR = 6.0 in 15 seconds
(384)	Suspension	HIV	Chloroxylonol Benzalkonium chloride	Inactivated in 1 minute Inactivated in 1 minute
(385)	Suspension	HIV	Povidone-iodine Chlorhexidine	Inactivated Inactivated
(386)	Suspension	HIV	Detergent/0.5% PCMX	Inactivated in 30 seconds
(387)	Suspension/dried plasma chimpanzee challenge	HBV	70% IPA	LR = 6.0 in 10 minutes
(388)	Suspension/plasma chimpanzee challenge	HBV	80% EA	LR = 7.0 in 2 minutes
(389)	Suspension	HSV	95% EA 75% EA 95% IPA 70% EA + 0.5% CHG	LR > 5.0 in 1 minute LR > 5.0 LR > 5.0 LR > 5.0
(130)	Suspension	RSV	35% IPA 4% CHG	LR > 4.3 in 1 minute LR > 3.3
(141)	Suspension	Influenza Vaccinia	95% EA 95% EA	Undetectable in 30 seconds Undetectable in 30 seconds
(141)	Hand test	Influenza Vaccinia	95% EA 95% EA	LR > 2.5 LR > 2.5

**Note:** HIV = human immunodeficiency virus, EA = ethanol, LR = Log<sub>10</sub> reduction, IPA = isopropanol, CHG = chlorhexidine gluconate, HBV = hepatitis B virus, RSV = respiratory syncytial virus, HSV = herpes simplex virus, HAV = hepatitis A virus, and PCMX = chloroxylonol.

with gram-negative bacilli (99).

### Alcohols

The majority of alcohol-based hand antiseptics contain either isopropanol, ethanol, n-propanol, or a combination of two of these products. Although n-propanol has been used in alcohol-based hand rubs in parts of Europe for many years, it is not listed in TFM as an approved active agent for HCW handwashes or surgical hand-scrub preparations in the United States. The majority of studies of alcohols have evaluated individual alcohols in varying concentrations. Other studies have focused on combinations of two alcohols or alcohol solutions containing limited amounts of hexachlorophene, quaternary ammonium compounds, povidone-iodine, triclosan, or chlorhexidine gluconate (61,93,100–119).

The antimicrobial activity of alcohols can be attributed to their ability to denature proteins (120). Alcohol solutions containing 60%–95% alcohol are most effective, and higher concentrations are less potent (120–122) because proteins are not denatured easily in the absence of water (120). The alcohol content of solutions may be expressed as percent by weight (w/w), which is not affected by temperature or other variables, or as percent by volume (vol/vol), which can be affected by temperature, specific gravity, and reaction concentration (123). For example, 70% alcohol by weight is equivalent to 76.8% by volume if prepared at 15°C, or 80.5% if prepared at 25°C (123). Alcohol concentrations in antiseptic hand rubs are often expressed as percent by volume (19).

Alcohols have excellent *in vitro* germicidal activity against gram-positive and gram-negative vegetative bacteria, including multidrug-resistant pathogens (e.g., MRSA and VRE), *Mycobacterium*

*tuberculosis*, and various fungi (120–122,124–129). Certain enveloped (lipophilic) viruses (e.g., herpes simplex virus, human immunodeficiency virus [HIV], influenza virus, respiratory syncytial virus, and vaccinia virus) are susceptible to alcohols when tested *in vitro* (120,130,131) (Table 1). Hepatitis B virus is an enveloped virus that is somewhat less susceptible but is killed by 60%–70% alcohol; hepatitis C virus also is likely killed by this percentage of alcohol (132). In a porcine tissue carrier model used to study antiseptic activity, 70% ethanol and 70% isopropanol were found to reduce titers of an enveloped bacteriophage more effectively than an antimicrobial soap containing 4% chlorhexidine gluconate (133). Despite its effectiveness against these organisms, alcohols have very poor activity against bacterial spores, protozoan oocysts, and certain nonenveloped (nonlipophilic) viruses.

Numerous studies have documented the *in vivo* antimicrobial activity of alcohols. Alcohols effectively reduce bacterial counts on the hands (14,121,125,134). Typically, log reductions of the release of test bacteria from artificially contaminated hands average 3.5 log<sub>10</sub> after a 30-second application and 4.0–5.0 log<sub>10</sub> after a 1-minute application (1). In 1994, the FDA TFM classified ethanol 60%–95% as a Category I agent (i.e., generally safe and effective for use in antiseptic handwash or HCW hand-wash products) (19). Although TFM placed isopropanol 70%–91.3% in category IIIE (i.e., insufficient data to classify as effective), 60% isopropanol has subsequently been adopted in Europe as the reference standard against which alcohol-based hand-rub products are compared (79). Alcohols are rapidly germicidal when applied to the skin, but they have no appreciable persistent (i.e., residual) activity. However, regrowth of bacteria on the skin occurs

TABLE 2. Virucidal activity of antiseptic agents against nonenveloped viruses

Ref. no.	Test method	Viruses	Antiseptic	Result
(390)	Suspension	Rotavirus	4% CHG 10% Povidone-Iodine 70% IPA/0.1% HCP	LR < 3.0 in 1 minute LR > 3.0 LR > 3.0
(141)	Hand test	Adenovirus Poliovirus Coxsackie	95% EA 95% EA 95% EA	LR > 1.4 LR = 0.2-1.0 LR = 1.1-1.3
	Finger test	Adenovirus Poliovirus Coxsackie	95% EA 95% EA 95% EA	LR > 2.3 LR = 0.7-2.5 LR = 2.9
(389)	Suspension	ECHO virus	95% EA 75% EA 95% IPA 70% IPA + 0.5% CHG	LR > 3.0 in 1 minute LR ≤ 1.0 LR = 0 LR = 0
(140)	Finger pad	HAV	70% EA 62% EA foam plain soap 4% CHG 0.3% Triclosan	87.4% reduction 89.3% reduction 78.0% reduction 89.6% reduction 92.0% reduction
(105)	Finger tips	Bovine Rotavirus	n-propanol + IPA 70% IPA 70% EA 2% triclosan water (control) 7.5% povidone-iodine plain soap 4% CHG	LR = 3.8 in 30 seconds LR = 3.1 LR = 2.9 LR = 2.1 LR = 1.3 LR = 1.3 LR = 1.2 LR = 0.5
(137)	Finger pad	Human Rotavirus	70% IPA plain soap	98.9% decrease in 10 seconds 77.1%
(138)	Finger pad	Human Rotavirus	70% IPA 2% CHG plain soap	99.6% decrease in 10 seconds 80.3% 72.5%
(81)	Finger pad	Rotavirus Rhinovirus Adenovirus	60% EA gel 60% EA gel 60% EA gel	LR > 3.0 in 10 seconds LR > 3.0 LR > 3.0
(139)	Finger pad	Poliovirus	70% EA 70% IPA	LR = 1.6 in 10 seconds LR = 0.8
(200)	Finger tips	Poliovirus	plain soap 80% EA	LR = 2.1 LR = 0.4

Note: HIV = human immunodeficiency virus, EA = ethanol, LR = Log<sub>10</sub> reduction, IPA = isopropanol, CHG = chlorhexidine gluconate, HBV = hepatitis B virus, RSV = respiratory syncytial virus, HSV = herpes simplex virus, and HAV = hepatitis A virus.

slowly after use of alcohol-based hand antiseptics, presumably because of the sublethal effect alcohols have on some of the skin bacteria (135,136). Addition of chlorhexidine, quaternary ammonium compounds, octenidine, or triclosan to alcohol-based solutions can result in persistent activity (1).

Alcohols, when used in concentrations present in alcohol-based hand rubs, also have in vivo activity against several nonenveloped viruses (Table 2). For example, 70% isopropanol and 70% ethanol are more effective than medicated soap or nonmedicated soap in reducing rotavirus titers on fingerpads (137,138). A more recent study using the same test methods evaluated a commercially available product containing 60% ethanol and found that the product reduced the infectivity titers of three nonenveloped viruses (i.e., rotavirus, adenovirus, and rhinovirus) by >3 logs (81). Other nonenveloped viruses such as hepatitis A and enteroviruses (e.g., poliovirus) may require 70%–80% alcohol to be reliably inactivated (82,139). However, both 70% ethanol and a 62% ethanol foam product with emollients reduced hepatitis A virus titers on whole hands or fingertips more than nonmedicated soap; both were equally as effective as antimicrobial

soap containing 4% chlorhexidine gluconate in reducing reduced viral counts on hands (140). In the same study, both 70% ethanol and the 62% ethanol foam product demonstrated greater virucidal activity against poliovirus than either non-antimicrobial soap or a 4% chlorhexidine gluconate-containing soap (140). However, depending on the alcohol concentration, the amount of time that hands are exposed to the alcohol, and viral variant, alcohol may not be effective against hepatitis A and other nonlipophilic viruses. The inactivation of nonenveloped viruses is influenced by temperature, disinfectant-virus volume ratio, and protein load (141). Ethanol has greater activity against viruses than isopropanol. Further in vitro and in vivo studies of both alcohol-based formulations and antimicrobial soaps are warranted to establish the minimal level of virucidal activity that is required to interrupt direct contact transmission of viruses in health-care settings.

Alcohols are not appropriate for use when hands are visibly dirty or contaminated with proteinaceous materials. However, when relatively small amounts of proteinaceous material (e.g., blood) are present, ethanol and isopropanol may reduce viable bacterial counts on hands more than plain soap or antimicrobial soap (142).

**TABLE 3. Studies comparing the relative efficacy (based on log<sub>10</sub> reductions achieved) of plain soap or antimicrobial soaps versus alcohol-based antiseptics in reducing counts of viable bacteria on hands**

Ref. no.	Year	Skin contamination	Assay method	Time (sec)	Relative efficacy
(143)	1965	Existing hand flora	Finger-tip agar culture	60	Plain soap < HCP < 50% EA foam
(119)	1975	Existing hand flora	Hand-rub broth culture	—	Plain soap < 95% EA
(106)	1978	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	30	Plain soap < 4% CHG < P-I < 70% EA = alc. CHG
(144)	1978	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	30	Plain soap < 4% CHG < 70% EA
(107)	1979	Existing hand flora	Hand-rub broth culture	120	Plain soap < 0.5% aq. CHG < 70% EA < 4% CHG < alc.CHG
(145)	1980	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	60–120	4% CHG < P-I < 60% IPA
(53)	1980	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	15	Plain soap < 3% HCP < P-I < 4% CHG < 70% EA
(108)	1982	Artificial contamination	Glove juice test	15	P-I < alc. CHG
(109)	1983	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	120	0.3-2% triclosan = 60% IPA = alc. CHG < alc. triclosan
(146)	1984	Artificial contamination	Finger-tip agar culture	60	Phenolic < 4% CHG < P-I < EA < IPA < n-P
(147)	1985	Existing hand flora	Finger-tip agar culture	60	Plain soap < 70% EA < 95% EA
(110)	1986	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	60	Phenolic = P-I < alc. CHG < n-P
(93)	1986	Existing hand flora	Sterile-broth bag technique	15	Plain soap < IPA < 4% CHG = IPA-E = alc. CHG
(61)	1988	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	30	Plain soap < triclosan < P-I < IPA < alc. CHG < n-P
(25)	1991	Patient contact	Glove-juice test	15	Plain soap < IPA-E
(148)	1991	Existing hand flora	Agar-plate/image analysis	30	Plain soap < 1% triclosan < P-I < 4% CHG < IPA
(111)	1992	Artificial contamination	Finger-tip agar culture	60	Plain soap < IPA < EA < alc. CHG
(149)	1992	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	60	Plain soap < 60% n-P
(112)	1994	Existing hand flora	Agar-plate/image analysis	30	Plain soap < alc. CHG
(150)	1999	Existing hand flora	Agar-plate culture	N.S.	Plain soap < commercial alcohol mixture
(151)	1999	Artificial contamination	Glove-juice test	20	Plain soap < 0.6% PCMX < 65% EA
(152)	1999	Artificial contamination	Finger-tip broth culture	30	4% CHG < plain soap < P-I < 70% EA

**Note:** Existing hand flora = without artificially contaminating hands with bacteria, alc. CHG = alcoholic chlorhexidine gluconate, aq. CHG = aqueous chlorhexidine gluconate, 4% CHG = chlorhexidine gluconate detergent, EA = ethanol, HCP = hexachlorophene soap/detergent, IPA = isopropanol, IPA-E = isopropanol + emollients, n-P = n-propanol, PCMX = chloroxylenol detergent, P-I = povidone-iodine detergent, and N.S. = not stated.

Alcohol can prevent the transfer of health-care-associated pathogens (25,63,64). In one study, gram-negative bacilli were transferred from a colonized patient's skin to a piece of catheter material via the hands of nurses in only 17% of experiments after antiseptic hand rub with an alcohol-based hand rinse (25). In contrast, transfer of the organisms occurred in 92% of experiments after handwashing with plain soap and water. This experimental model indicates that when the hands of HCWs are heavily contaminated, an antiseptic hand rub using an alcohol-based rinse can prevent pathogen transmission more effectively than can handwashing with plain soap and water.

Alcohol-based products are more effective for standard handwashing or hand antisepsis by HCWs than soap or antimicrobial soaps (Table 3) (25,53,61,93,106–112,119,143–152). In all but two of the trials that compared alcohol-based solutions with antimicrobial soaps or detergents, alcohol reduced bacterial counts on hands more than washing hands with soaps or detergents containing hexachlorophene, povidone-iodine, 4% chlorhexidine, or triclosan. In studies examining antimicrobial-resistant organisms, alcohol-based products reduced the number of multidrug-resistant pathogens recovered from the hands of HCWs more effectively than did handwashing with soap and water (153–155).

Alcohols are effective for preoperative cleaning of the hands of surgical personnel (1,101,104,113–119,135,143,147,156–159) (Tables 4 and 5). In multiple studies, bacterial counts on the hands were determined immediately after using the product and again 1–3 hours later; the delayed testing was performed to determine if regrowth of bacteria on the hands is inhibited during operative procedures. Alcohol-based solutions were more effective than washing hands with plain soap in all studies, and they reduced bacterial counts on the hands more than antimicrobial soaps or detergents in the majority of experiments (101,104,113–119,135,143,147,157–159). In addition, the majority of alcohol-based preparations were more effective than povidone-iodine or chlorhexidine.

The efficacy of alcohol-based hand-hygiene products is affected by several factors, including the type of alcohol used, concentration of alcohol, contact time, volume of alcohol used, and whether the hands are wet when the alcohol is applied. Applying small volumes (i.e.,

0.2–0.5 mL) of alcohol to the hands is not more effective than washing hands with plain soap and water (63,64). One study documented that 1 mL of alcohol was substantially less effective than 3 mL (91). The ideal volume of product to apply to the hands is not known and may vary for different formulations. However, if hands feel dry after rubbing hands together for 10–15 seconds, an insufficient volume of product likely was applied. Because alcohol-impregnated towelettes contain a limited amount of alcohol, their effectiveness is comparable to that of soap and water (63,160,161).

Alcohol-based hand rubs intended for use in hospitals are available as low viscosity rinses, gels, and foams. Limited data are available regarding the relative efficacy of various formulations. One field trial demonstrated that an ethanol gel was slightly more effective than a comparable ethanol solution at reducing bacterial counts on the hands of HCWs (162). However, a more recent study indicated that rinses reduced bacterial counts on the hands more than the gels tested (80). Further studies are warranted to determine the relative efficacy of alcohol-based rinses and gels in reducing transmission of health-care-associated pathogens.

Frequent use of alcohol-based formulations for hand antisepsis can cause drying of the skin unless emollients, humectants, or other skin-conditioning agents are added to the formulations. The drying effect of alcohol can be reduced or eliminated by adding 1%–3% glycerol or other skinconditioning agents (90,93,100,101,106,135,143,163,164). Moreover, in several recent prospective trials, alcohol-based rinses or gels containing emollients caused substantially less skin irritation and dryness than the soaps or antimicrobial detergents tested (96,98,165,166). These studies, which were conducted in clinical settings, used various subjective and objective methods for assessing skin irritation and dryness. Further studies are warranted to establish whether products with different formulations yield similar results.

Even well-tolerated alcohol hand rubs containing emollients may cause a transient stinging sensation at the site of any broken skin (e.g., cuts and abrasions). Alcohol-based hand-rub preparations with strong fragrances may be poorly tolerated by HCWs with respiratory allergies. Allergic contact dermatitis or contact urticaria syndrome caused by hypersensitivity to alcohol or to various additives present in certain

**TABLE 4. Studies comparing the relative efficacy of plain soap or antimicrobial soap versus alcohol-containing products in reducing counts of bacteria recovered from hands immediately after use of products for pre-operative cleansing of hands**

Ref. no.	Year	Assay method	Relative efficacy
(143)	1965	Finger-tip agar culture	HCP < 50% EA foam + QAC
(157)	1969	Finger-tip agar culture	HCP < P-I < 50% EA foam + QAC
(101)	1973	Finger-tip agar culture	HCP soap < EA foam + 0.23% HCP
(135)	1974	Broth culture	Plain Soap < 0.5% CHG < 4% CHG < alc. CHG
(119)	1975	Hand-broth test	Plain soap < 0.5% CHG < 4% CHG < alc. CHG
(118)	1976	Glove-juice test	0.5% CHG < 4% CHG < alc. CHG
(114)	1977	Glove-juice test	P-I < CHG < alc. CHG
(117)	1978	Finger-tip agar culture	P-I = 46% EA + 0.23% HCP
(113)	1979	Broth culture of hands	Plain soap < P-I < alc. CHG < alc. P-I
(116)	1979	Glove-juice test	70% IPA = alc. CHG
(147)	1985	Finger-tip agar culture	Plain soap < 70% - 90% EA
(115)	1990	Glove-juice test, modified	Plain soap < triclosan < CHG < P-I < alc. CHG
(104)	1991	Glove-juice test	Plain soap < 2% triclosan < P-I < 70% IPA
(158)	1998	Finger-tip broth culture	70% IPA < 90% IPA = 60% n-P
(159)	1998	Glove-juice test	P-I < CHG < 70% EA

**Note:** QAC = quaternary ammonium compound, alc. CHG = alcoholic chlorhexidine gluconate, CHG = chlorhexidine gluconate detergent, EA = ethanol, HCP = hexachlorophene detergent, IPA = isopropanol, and P-I = povidone-iodine detergent.

**TABLE 5. Efficacy of surgical hand-rub solutions in reducing the release of resident skin flora from clean hands**

Study	Rub	Concentration* (%)	Time (min)	Mean log reduction	
				Immediate	Sustained (3hr)
1	n-Propanol	60	5	2.9**	1.6**
2			5	2.7**	NA
3			5	2.5**	1.8**
4			5	2.3**	1.6**
5			3	2.9 <sup>#</sup>	NA
4	Isopropanol	90	3	2.0**	1.0**
4			1	1.1**	0.5**
6		80	3	2.4 <sup>#</sup>	1.4 <sup>#</sup>
6			3	2.3 <sup>#</sup>	1.2 <sup>#</sup>
7		70	5	2.4**	2.1**
4			5	2.1**	1.0**
6		60	3	2.0 <sup>#</sup>	0.7
5			3	1.7 c	NA
4			3	1.5**	0.8**
8			2	1.2	0.8
4			1	0.7**	0.2
9	Isopropanol + chlorhexidine gluc. (w/v)	70 + 0.5	1	0.8	NA
10			5	1.7	1.0
7			5	2.5**	2.7**
8			2	1.0	1.5
11			2	2.1	NA
5	Ethanol	95	2	2.1	NA
5		85	3	2.4 <sup>#</sup>	NA
12		80	2	1.5	NA
8		70	2	1.0	0.6
13	Ethanol + chlorhexidine gluc. (w/v)	95 + 0.5	2	1.7	NA
14		77 + 0.5	5	2.0	1.5"
8		70 + 0.5	2	0.7	1.4
8		0.5	2	0.4	1.2
15	Chlorhexidine gluc. (aq. Sol., w/v)	1.0	5	1.9*	0.8**
16	Povidone-iodine (aq. Sol., w/v)	0.5	5	1.9	NA

**Note:** NA = not available.

**Source:** Rotter M. Hand washing and hand disinfection [Chapter 87]. In: Mayhall CG, ed. Hospital epidemiology and infection control. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. Table 5 is copyrighted by Lippincott Williams & Wilkins; it is reprinted here with their permission and permission from Manfred Rotler, M.D., Professor of Hygiene and Microbiology, Klinisches Institute für Hygiene der Universität Wien, Germany.

\* Volume/volume unless otherwise stated.

\*\* Tested according to Deutsche Gesellschaft für Hygiene, and Mikrobiologie (DGHM)-German Society of Hygiene and Microbiology method.

<sup>#</sup> Tested according to European Standard prEN.

" After 4 hours.

alcohol hand rubs occurs only rarely (167,168).

Alcohols are flammable. Flash points of alcohol-based hand rubs range from 21°C to 24°C, depending on the type and concentration of alcohol present (169). As a result, alcohol-based hand rubs should be stored away from high temperatures or flames in accordance with National Fire Protection Agency recommendations. In Europe, where alcohol-based hand rubs have been used extensively for years, the incidence of fires associated with such products has been low (169). One recent U.S. report described a flash fire that occurred as a result of an unusual series of events, which included an HCW applying an alcohol gel to her hands, immediately removing a polyester isolation gown, and then touching a metal door before the alcohol had evaporated (170). Removing the polyester gown created a substantial amount of static electricity that generated an audible static spark when the HCW touched the metal door, igniting the unevaporated alcohol on her hands (170). This incident emphasizes the need to rub hands together after application of alcohol-based products until all the alcohol has evaporated.

Because alcohols are volatile, containers should be designed to minimize evaporation. Contamination of alcohol-based solutions has seldom been reported. One report documented a cluster of pseudoinfections caused by contamination of ethyl alcohol by *Bacillus cereus* spores (171).

### Chlorhexidine

Chlorhexidine gluconate, a cationic bisbiguanide, was developed in England in the early 1950s and was introduced into the United States in the 1970s (8,172). Chlorhexidine base is only minimally soluble in water, but the digluconate form is water-soluble. The antimicrobial activity of chlorhexidine is likely attributable to attachment to, and subsequent disruption of, cytoplasmic membranes, resulting in precipitation of cellular contents (1,8). Chlorhexidine's immediate antimicrobial activity occurs more slowly than that of alcohols. Chlorhexidine has good activity against gram-positive bacteria, somewhat less activity against gram-negative bacteria and fungi, and only minimal activity against tubercle bacilli (1,8,172). Chlorhexidine is not sporicidal (1,172). It has in vitro activity against enveloped viruses (e.g., herpes simplex virus, HIV, cytomegalovirus, influenza, and RSV) but substantially less activity against nonenveloped viruses (e.g., rotavirus, adenovirus, and enteroviruses) (130,131,173). The antimicrobial activity of chlorhexidine is only minimally affected by the presence of organic material, including blood. Because chlorhexidine is a cationic molecule, its activity can be reduced by natural soaps, various inorganic anions, nonionic surfactants, and hand creams containing anionic emulsifying agents (8,172,174). Chlorhexidine gluconate has been incorporated into a number of hand-hygiene preparations. Aqueous or detergent formulations containing 0.5% or 0.75% chlorhexidine are more effective than plain soap, but they are less effective than antiseptic detergent preparations containing 4% chlorhexidine gluconate (135,175). Preparations with 2% chlorhexidine gluconate are slightly less effective than those containing 4% chlorhexidine (176).

Chlorhexidine has substantial residual activity (106,114–116,118,135,146,175). Addition of low concentrations (0.5%–1.0%) of chlorhexidine to alcohol-based preparations results in greater residual activity than alcohol alone (116,135). When used as recommended, chlorhexidine has a good safety record (172). Minimal, if any, absorption of the compound occurs through the skin. Care must be taken to avoid contact with the eyes when using preparations with >1% chlorhexidine, because the agent can cause conjunctivitis and severe corneal damage. Ototoxicity precludes its use in surgery involving the inner or middle ear. Direct contact with brain tissue and the meninges should be avoided. The frequency of skin irritation is concentration-dependent, with products containing 4% most likely to cause dermatitis when used frequently for antiseptic handwashing (177); allergic reactions to chlorhexidine gluconate are uncommon (118,172). Occasional outbreaks of nosocomial infections have been traced to contaminated solutions of chlorhexidine (178–181).

### Chloroxylenol

Chloroxylenol, also known as parachlorometaxylenol (PCMX), is a halogen-substituted phenolic compound that has been used as a preservative in cosmetics and other products and as an active agent in

antimicrobial soaps. It was developed in Europe in the late 1920s and has been used in the United States since the 1950s (182).

The antimicrobial activity of PCMX likely is attributable to inactivation of bacterial enzymes and alteration of cell walls (1). It has good in vitro activity against gram-positive organisms and fair activity against gram-negative bacteria, mycobacteria, and certain viruses (1,7,182). PCMX is less active against *P. aeruginosa*, but addition of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) increases its activity against *Pseudomonas* spp. and other pathogens.

A limited number of articles focusing on the efficacy of PCMX-containing preparations intended for use by HCWs have been published in the last 25 years, and the results of studies have sometimes been contradictory. For example, in studies in which antiseptics were applied to abdominal skin, PCMX had the weakest immediate and residual activity of any of the agents studied (183). However, when 30-second handwashes were performed using 0.6% PCMX, 2% chlorhexidine gluconate, or 0.3% triclosan, the immediate effect of PCMX was similar to that of the other agents. When used 18 times per day for 5 consecutive days, PCMX had less cumulative activity than did chlorhexidine gluconate (184). When PCMX was used as a surgical scrub, one report indicated that 3% PCMX had immediate and residual activity comparable to 4% chlorhexidine gluconate (185), whereas two other studies demonstrated that the immediate and residual activity of PCMX was inferior to both chlorhexidine gluconate and povidone-iodine (176,186). The disparity between published studies may be associated with the various concentrations of PCMX included in the preparations evaluated and with other aspects of the formulations tested, including the presence or absence of EDTA (7,182). PCMX is not as rapidly active as chlorhexidine gluconate or iodophors, and its residual activity is less pronounced than that observed with chlorhexidine gluconate (7,182). In 1994, FDA TFM tentatively classified PCMX as a Category II/III active agent (i.e., insufficient data are available to classify this agent as safe and effective) (19). Further evaluation of this agent by the FDA is ongoing.

The antimicrobial activity of PCMX is minimally affected by the presence of organic matter, but it is neutralized by nonionic surfactants. PCMX, which is absorbed through the skin (7,182), is usually well-tolerated, and allergic reactions associated with its use are uncommon. PCMX is available in concentrations of 0.3%–3.75%. In-use contamination of a PCMX-containing preparation has been reported (187).

### Hexachlorophene

Hexachlorophene is a bisphenol composed of two phenolic groups and three chlorine moieties. In the 1950s and early 1960s, emulsions containing 3% hexachlorophene were widely used for hygienic handwashing, as surgical scrubs, and for routine bathing of infants in hospital nurseries. The antimicrobial activity of hexachlorophene results from its ability to inactivate essential enzyme systems in microorganisms. Hexachlorophene is bacteriostatic, with good activity against *S. aureus* and relatively weak activity against gram-negative bacteria, fungi, and mycobacteria (7).

Studies of hexachlorophene as a hygienic handwash and surgical scrub demonstrated only modest efficacy after a single handwash (53,143,188). Hexachlorophene has residual activity for several hours after use and gradually reduces bacterial counts on hands after multiple uses (i.e., it has a cumulative effect) (1,101,188,189). With repeated use of 3% hexachlorophene preparations, the drug is absorbed through the skin. Infants bathed with hexachlorophene and personnel regularly using a 3% hexachlorophene preparation for handwashing have blood levels of 0.1–0.6 ppm hexachlorophene (190). In the early 1970s, certain infants bathed with hexachlorophene developed neurotoxicity (vacuolar degeneration) (191). As a result, in 1972, the FDA warned that hexachlorophene should no longer be used routinely for bathing infants. However, after routine use of hexachlorophene for bathing infants in nurseries was discontinued, investigators noted that the incidence of health-care-associated *S. aureus* infections in hospital nurseries increased substantially (192,193). In several instances, the frequency of infections decreased when hexachlorophene bathing of infants was reinstituted. However, current guidelines still recommend against the routine bathing of neonates with hexachlorophene because of its potential neurotoxic effects (194). The agent is classified by FDA

TFM as not generally recognized as safe and effective for use as an antiseptic handwash (19). Hexachlorophene should not be used to bathe patients with burns or extensive areas of susceptible, sensitive skin. Soaps containing 3% hexachlorophene are available by prescription only (7).

### Iodine and Iodophors

Iodine has been recognized as an effective antiseptic since the 1800s. However, because iodine often causes irritation and discoloring of skin, iodophors have largely replaced iodine as the active ingredient in antiseptics.

Iodine molecules rapidly penetrate the cell wall of microorganisms and inactivate cells by forming complexes with amino acids and unsaturated fatty acids, resulting in impaired protein synthesis and alteration of cell membranes (195). Iodophors are composed of elemental iodine, iodide or triiodide, and a polymer carrier (i.e., the complexing agent) of high molecular weight. The amount of molecular iodine present (so-called “free” iodine) determines the level of antimicrobial activity of iodophors. “Available” iodine refers to the total amount of iodine that can be titrated with sodium thiosulfate (196). Typical 10% povidone-iodine formulations contain 1% available iodine and yield free iodine concentrations of 1 ppm (196). Combining iodine with various polymers increases the solubility of iodine, promotes sustained release of iodine, and reduces skin irritation. The most common polymers incorporated into iodophors are polyvinyl pyrrolidone (i.e., povidone) and ethoxylated nonionic detergents (i.e., poloxamers) (195,196). The antimicrobial activity of iodophors also can be affected by pH, temperature, exposure time, concentration of total available iodine, and the amount and type of organic and inorganic compounds present (e.g., alcohols and detergents).

Iodine and iodophors have bactericidal activity against gram-positive, gram-negative, and certain spore-forming bacteria (e.g., clostridia and *Bacillus* spp.) and are active against mycobacteria, viruses, and fungi (8,195,197–200). However, in concentrations used in antiseptics, iodophors are not usually sporicidal (201). In vivo studies have demonstrated that iodophors reduce the number of viable organisms that are recovered from the hands of personnel (113,145,148,152,155). Povidone-iodine 5%–10% has been tentatively classified by FDA TFM as a Category I agent (i.e., a safe and effective agent for use as an antiseptic handwash and an HCW handwash) (19). The extent to which iodophors exhibit persistent antimicrobial activity after they have been washed off the skin is unclear. In one study, persistent activity was noted for 6 hours (176); however, several other studies demonstrated persistent activity for only 30–60 minutes after washing hands with an iodophor (61,117,202). In studies in which bacterial counts were obtained after gloves were worn for 1–4 hours after washing, iodophors have demonstrated poor persistent activity (1,104,115,189,203–208). The in vivo antimicrobial activity of iodophors is substantially reduced in the presence of organic substances (e.g., blood or sputum) (8).

The majority of iodophor preparations used for hand hygiene contain 7.5%–10% povidone-iodine. Formulations with lower concentrations also have good antimicrobial activity because dilution can increase free iodine concentrations (209). However, as the amount of free iodine increases, the degree of skin irritation also may increase (209). Iodophors cause less skin irritation and fewer allergic reactions than iodine, but more irritant contact dermatitis than other antiseptics commonly used for hand hygiene (92). Occasionally, iodophor antiseptics have become contaminated with gram-negative bacilli as a result of poor manufacturing processes and have caused outbreaks or pseudo-outbreaks of infection (196).

### Quaternary Ammonium Compounds

Quaternary ammonium compounds are composed of a nitrogen atom linked directly to four alkyl groups, which may vary in their structure and complexity (210). Of this large group of compounds, alkyl benzalkonium chlorides are the most widely used as antiseptics. Other compounds that have been used as antiseptics include benzethonium chloride, cetrimide, and cetylpyridium chloride (1). The antimicrobial activity of these compounds was first studied in the early 1900s, and a quaternary ammonium compound for preoperative cleaning of surgeons' hands was used as early as 1935 (210). The antimicrobial activity of this group of compounds likely is attributable to adsorption to the cytoplasmic membrane, with subsequent leakage of low

molecular weight cytoplasmic constituents (210).

Quaternary ammonium compounds are primarily bacteriostatic and fungistatic, although they are microbicidal against certain organisms at high concentrations (1); they are more active against gram-positive bacteria than against gram-negative bacilli. Quaternary ammonium compounds have relatively weak activity against mycobacteria and fungi and have greater activity against lipophilic viruses. Their antimicrobial activity is adversely affected by the presence of organic material, and they are not compatible with anionic detergents (1,210). In 1994, FDA TFM tentatively classified benzalkonium chloride and benzethonium chloride as Category II/III active agents (i.e., insufficient data exists to classify them as safe and effective for use as an antiseptic handwash) (19). Further evaluation of these agents by FDA is in progress.

Quaternary ammonium compounds are usually well tolerated. However, because of weak activity against gram-negative bacteria, benzalkonium chloride is prone to contamination by these organisms. Several outbreaks of infection or pseudoinfection have been traced to quaternary ammonium compounds contaminated with gram-negative bacilli (211–213). For this reason, in the United States, these compounds have been seldom used for hand antisepsis during the last 15–20 years. However, newer handwashing products containing benzalkonium chloride or benzethonium chloride have recently been introduced for use by HCWs. A recent study of surgical intensive-care unit personnel found that cleaning hands with antimicrobial wipes containing a quaternary ammonium compound was about as effective as using plain soap and water for handwashing; both were less effective than decontaminating hands with an alcohol-based hand rub (214). One laboratory-based study reported that an alcohol-free hand-rub product containing a quaternary ammonium compound was efficacious in reducing microbial counts on the hands of volunteers (215). Further studies of such products are needed to determine if newer formulations are effective in health-care settings.

### Triclosan

Triclosan (chemical name: 2,4,4'-trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether) is a nonionic, colorless substance that was developed in the 1960s. It has been incorporated into soaps for use by HCWs and the public and into other consumer products. Concentrations of 0.2%–2% have antimicrobial activity. Triclosan enters bacterial cells and affects the cytoplasmic membrane and synthesis of RNA, fatty acids, and proteins (216). Recent studies indicate this agent's antibacterial activity is attributable to binding to the active site of enoylacyl carrier protein reductase (217,218).

Triclosan has a broad range of antimicrobial activity, but it is often bacteriostatic (1). Minimum inhibitory concentrations (MICs) range from 0.1 to 10 µg/mL, whereas minimum bactericidal concentrations are 25–500 µg/mL. Triclosan's activity against gram-positive organisms (including MRSA) is greater than against gram-negative bacilli, particularly *P. aeruginosa* (1,216). The agent possesses reasonable activity against mycobacterial and *Candida* spp., but it has limited activity against filamentous fungi. Triclosan (0.1%) reduces bacterial counts on hands by 2.8 log<sub>10</sub> after a 1-minute hygienic handwash (1). In several studies, log reductions have been lower after triclosan is used than when chlorhexidine, iodophors, or alcohol-based products are applied (1,61,149,184,219). In 1994, FDA TFM tentatively classified triclosan ≤1.0% as a Category II/III active agent (i.e., insufficient data exist to classify this agent as safe and effective for use as an antiseptic handwash) (19). Further evaluation of this agent by the FDA is underway. Like chlorhexidine, triclosan has persistent activity on the skin. Its activity in hand-care products is affected by pH, the presence of surfactants, emollients, or humectants and by the ionic nature of the particular formulation (1,216). Triclosan's activity is not substantially affected by organic matter, but it can be inhibited by sequestration of the agent in micelle structures formed by surfactants present in certain formulations. The majority of formulations containing <2% triclosan are well-tolerated and seldom cause allergic reactions. Certain reports indicate that providing hospital personnel with a triclosan-containing preparation for hand antisepsis has led to decreased MRSA infections (72,73). Triclosan's lack of potent activity against gram-negative bacilli has resulted in occasional reports of contamination (220).

## Other Agents

Approximately 150 years after puerperal-fever-related maternal mortality rates were demonstrated by Semmelweis to be reduced by use of a hypochlorite hand rinse, the efficacy of rubbing hands for 30 seconds with an aqueous hypochlorite solution was studied once again (221). The solution was demonstrated to be no more effective than distilled water. The regimen used by Semmelweis, which called for rubbing hands with a 4% [w/w] hypochlorite solution until the hands were slippery (approximately 5 minutes), has been revisited by other researchers (222). This more current study indicated that the regimen was 30 times more effective than a 1-minute rub using 60% isopropanol. However, because hypochlorite solutions are often irritating to the skin when used repeatedly and have a strong odor, they are seldom used for hand hygiene.

Certain other agents are being evaluated by FDA for use in health-care-related antiseptics (19). However, the efficacy of these agents has not been evaluated adequately for use in handwashing preparations intended for use by HCWs. Further evaluation of these agents is warranted. Products that use different concentrations of traditional antiseptics (e.g., low concentrations of iodophor) or contain novel compounds with antiseptic properties are likely to be introduced for use by HCWs. For example, preliminary studies have demonstrated that adding silver-containing polymers to an ethanol carrier (i.e., Surfacine®) results in a preparation that has persistent antimicrobial activity on animal and human skin (223). New compounds with good in vitro activity must be tested in vivo to determine their abilities to reduce transient and resident skin flora on the hands of HCWs.

## Activity of Antiseptic Agents Against Spore-Forming Bacteria

The widespread prevalence of health-care-associated diarrhea caused by *Clostridium difficile* and the recent occurrence in the United States of human *Bacillus anthracis* infections associated with contaminated items sent through the postal system has raised concern regarding the activity of antiseptic agents against spore-forming bacteria. None of the agents (including alcohols, chlorhexidine, hexachlorophene, iodophors, PCMX, and triclosan) used in antiseptic handwash or antiseptic hand-rub preparations are reliably sporicidal against *Clostridium* spp. or *Bacillus* spp. (120,172,224,225). Washing hands with non-antimicrobial or antimicrobial soap and water may help to physically remove spores from the surface of contaminated hands. HCWs should be encouraged to wear gloves when caring for patients with *C. difficile* associated diarrhea (226). After gloves are removed, hands should be washed with a non-antimicrobial or an antimicrobial soap and water or disinfected with an alcohol-based hand rub. During outbreaks of *C. difficile*-related infections, washing hands with a non-antimicrobial or antimicrobial soap and water after removing gloves is prudent. HCWs with suspected or documented exposure to *B. anthracis*-contaminated items also should be encouraged to wash their hands with a nonantimicrobial or antimicrobial soap and water.

## Reduced Susceptibility of Bacteria to Antiseptics

Reduced susceptibility of bacteria to antiseptic agents can either be an intrinsic characteristic of a species or can be an acquired trait (227). Several reports have described strains of bacteria that appear to have acquired reduced susceptibility (when defined by MICs established in vitro) to certain antiseptics (e.g., chlorhexidine, quaternary ammonium compounds, and triclosan) (227–230). However, because the antiseptic concentrations that are actually used by HCWs are often substantially higher than the MICs of strains with reduced antiseptic susceptibility, the clinical relevance of the in vitro findings is questionable. For example, certain strains of MRSA have chlorhexidine and quaternary ammonium compound MICs that are several-fold higher than methicillin-susceptible strains, and certain strains of *S. aureus* have elevated MICs to triclosan (227,228). However, such strains were readily inhibited by the concentrations of these antiseptics that are actually used by practicing HCWs (227,228). The description of a triclosan-resistant bacterial enzyme has raised the question of whether

resistance to this agent may develop more readily than to other antiseptic agents (218). In addition, exposing *Pseudomonas* strains containing the MexABOprM efflux system to triclosan may select for mutants that are resistant to multiple antibiotics, including fluoroquinolones (230). Further studies are needed to determine whether reduced susceptibility to antiseptic agents is of epidemiologic significance and whether resistance to antiseptics has any influence on the prevalence of antibiotic-resistant strains (227).

## Surgical Hand Antisepsis

Since the late 1800s, when Lister promoted the application of carbolic acid to the hands of surgeons before procedures, preoperative cleansing of hands and forearms with an antiseptic agent has been an accepted practice (231). Although no randomized, controlled trials have been conducted to indicate that surgical-site infection rates are substantially lower when preoperative scrubbing is performed with an antiseptic agent rather than a non-antimicrobial soap, certain other factors provide a strong rationale for this practice. Bacteria on the hands of surgeons can cause wound infections if introduced into the operative field during surgery (232); rapid multiplication of bacteria occurs under surgical gloves if hands are washed with a non-antimicrobial soap. However, bacterial growth is slowed after preoperative scrubbing with an antiseptic agent (14,233). Reducing resident skin flora on the hands of the surgical team for the duration of a procedure reduces the risk of bacteria being released into the surgical field if gloves become punctured or torn during surgery (1,156,169). Finally, at least one outbreak of surgical-site infections occurred when surgeons who normally used an antiseptic surgical scrub preparation began using a non-antimicrobial product (234).

Antiseptic preparations intended for use as surgical hand scrubs are evaluated for their ability to reduce the number of bacteria released from hands at different times, including 1) immediately after scrubbing, 2) after wearing surgical gloves for 6 hours (i.e., persistent activity), and 3) after multiple applications over 5 days (i.e., cumulative activity). Immediate and persistent activity are considered the most important in determining the efficacy of the product. U.S. guidelines recommend that agents used for surgical hand scrubs should substantially reduce microorganisms on intact skin, contain a nonirritating antimicrobial preparation, have broad-spectrum activity, and be fast-acting and persistent (19,235).

Studies have demonstrated that formulations containing 60%–95% alcohol alone or 50%–95% when combined with limited amounts of a quaternary ammonium compound, hexachlorophene, or chlorhexidine gluconate, lower bacterial counts on the skin immediately postscrub more effectively than do other agents (Table 4). The next most active agents (in order of decreasing activity) are chlorhexidine gluconate, iodophors, triclosan, and plain soap (104,119,186,188, 203,204,206, 208,236). Because studies of PCMX as a surgical scrub have yielded contradictory results, further studies are needed to establish how the efficacy of this compound compares with the other agents (176,185,186).

Although alcohols are not considered to have persistent antimicrobial activity, bacteria appear to reproduce slowly on the hands after a surgical scrub with alcohol, and bacterial counts on hands after wearing gloves for 1–3 hours seldom exceed baseline (i.e., prescrub) values (1). However, a recent study demonstrated that a formulation containing 61% ethanol alone did not achieve adequate persistent activity at 6 hours postscrub (237). Alcohol-based preparations containing 0.5% or 1% chlorhexidine gluconate have persistent activity that, in certain studies, has equaled or exceeded that of chlorhexidine gluconate-containing detergents (1,118,135,237).\*

Persistent antimicrobial activity of detergent-based surgical scrub formulations is greatest for those containing 2% or 4% chlorhexidine gluconate, followed by hexachlorophene, triclosan, and iodophors (1,102,113–115,159,189,203,204,206–208,236). Because hexachlorophene is absorbed into the blood after repeated use, it is seldom used as a surgical scrub.

Surgical staff have been traditionally required to scrub their hands for 10 minutes preoperatively, which frequently leads to skin damage. Several studies have demonstrated that scrubbing for 5 minutes reduces

bacterial counts as effectively as a 10-minute scrub (117,238,239). In other studies, scrubbing for 2 or 3 minutes reduced bacterial counts to acceptable levels (156,205,207,240,241).

Studies have indicated that a two-stage surgical scrub using an antiseptic detergent, followed by application of an alcohol-containing preparation, is effective. For example, an initial 1- or 2-minute scrub with 4% chlorhexidine gluconate or povidone-iodine followed by application of an alcohol-based product has been as effective as a 5-minute scrub with an antiseptic detergent (114,242).

Surgical hand-antiseptics protocols have required personnel to scrub with a brush. But this practice can damage the skin of personnel and result in increased shedding of bacteria from the hands (95,243). Scrubbing with a disposable sponge or combination sponge-brush has reduced bacterial counts on the hands as effectively as scrubbing with a brush (244–246). However, several studies indicate that neither a brush nor a sponge is necessary to reduce bacterial counts on the hands of surgical personnel to acceptable levels, especially when alcohol-based products are used (102,117,159,165,233,237, 247,248). Several of these studies performed cultures immediately or at 45–60 minutes postscrub (102,117, 233,247,248), whereas in other studies, cultures were obtained 3 and 6 hours postscrub (159,237). For example, a recent laboratory-based study using volunteers demonstrated that brushless application of a preparation containing 1% chlorhexidine gluconate plus 61% ethanol yielded lower bacterial counts on the hands of participants than using a sponge/brush to apply a 4% chlorhexidine-containing detergent preparation (237).

### Relative Efficacy of Plain Soap, Antiseptic Soap/Detergent, and Alcohols

Comparing studies related to the *in vivo* efficacy of plain soap, antimicrobial soaps, and alcohol-based hand rubs is problematic, because certain studies express efficacy as the percentage reduction in bacterial counts achieved, whereas others give  $\log_{10}$  reductions in counts achieved. However, summarizing the relative efficacy of agents tested in each study can provide an overview of the *in vivo* activity of various formulations intended for handwashing, hygienic handwash, antiseptic hand rub, or surgical hand antiseptics (Tables 2–4).

### Irritant Contact Dermatitis Resulting from Hand-Hygiene Measures

#### Frequency and Pathophysiology of Irritant Contact Dermatitis

In certain surveys, approximately 25% of nurses report symptoms or signs of dermatitis involving their hands, and as many as 85% give a history of having skin problems (249). Frequent and repeated use of hand-hygiene products, particularly soaps and other detergents, is a primary cause of chronic irritant contact dermatitis among HCWs (250). The potential of detergents to cause skin irritation can vary considerably and can be ameliorated by the addition of emollients and humectants. Irritation associated with antimicrobial soaps may be caused by the antimicrobial agent or by other ingredients of the formulation. Affected persons often complain of a feeling of dryness or burning; skin that feels “rough;” and erythema, scaling, or fissures. Detergents damage the skin by causing denaturation of stratum corneum proteins, changes in intercellular lipids (either depletion or reorganization of lipid moieties), decreased corneocyte cohesion, and decreased stratum corneum water-binding capacity (250,251). Damage to the skin also changes skin flora, resulting in more frequent colonization by staphylococci and gram-negative bacilli (17,90). Although alcohols are among the safest antiseptics available, they can cause dryness and irritation of the skin (1,252). Ethanol is usually less

irritating than n-propanol or isopropanol (252).

Irritant contact dermatitis is more commonly reported with iodophors (92). Other antiseptic agents that can cause irritant contact dermatitis (in order of decreasing frequency) include chlorhexidine, PCMX, triclosan, and alcohol-based products. Skin that is damaged by repeated exposure to detergents may be more susceptible to irritation by alcohol-based preparations (253). The irritancy potential of commercially prepared hand-hygiene products, which is often determined by measuring transepidermal water loss, may be available from the manufacturer. Other factors that can contribute to dermatitis associated with frequent handwashing include using hot water for handwashing, low relative humidity (most common in winter months), failure to use supplementary hand lotion or cream, and the quality of paper towels (254,255). Shear forces associated with wearing or removing gloves and allergy to latex proteins may also contribute to dermatitis of the hands of HCWs.

#### Allergic Contact Dermatitis Associated with Hand-Hygiene Products

Allergic reactions to products applied to the skin (i.e., contact allergies) may present as delayed type reactions (i.e., allergic contact dermatitis) or less commonly as immediate reactions (i.e., contact urticaria). The most common causes of contact allergies are fragrances and preservatives; emulsifiers are less common causes (256–259). Liquid soaps, hand lotions or creams, and “udder ointments” may contain ingredients that cause contact allergies among HCWs (257,258).

Allergic reactions to antiseptic agents, including quaternary ammonium compounds, iodine or iodophors, chlorhexidine, triclosan, PCMX, and alcohols have been reported (118,167,172,256,260–265). Allergic contact dermatitis associated with alcohol-based hand rubs is uncommon. Surveillance at a large hospital in Switzerland, where a commercial alcohol hand rub has been used for >10 years, failed to identify a single case of documented allergy to the product (169). In late 2001, a Freedom of Information Request for data in the FDA’s Adverse Event Reporting System regarding adverse reactions to popular alcohol hand rubs in the United States yielded only one reported case of an erythematous rash reaction attributed to such a product (John M. Boyce, M.D., Hospital of St. Raphael, New Haven, Connecticut, personal communication, 2001). However, with increasing use of such products by HCWs, true allergic reactions to such products likely will be encountered.

Allergic reactions to alcohol-based products may represent true allergy to alcohol, allergy to an impurity or aldehyde metabolite, or allergy to another constituent of the product (167). Allergic contact dermatitis or immediate contact urticarial reactions may be caused by ethanol or isopropanol (167). Allergic reactions can be caused by compounds that may be present as inactive ingredients in alcohol-based hand rubs, including fragrances, benzyl alcohol, stearyl or isostearyl alcohol, phenoxyethanol, myristyl alcohol, propylene glycol, parabens, and benzalkonium chloride (167,256,266–270).

### Proposed Methods for Reducing Adverse Effects of Agents

Potential strategies for minimizing hand-hygiene-related irritant contact dermatitis among HCWs include reducing the frequency of exposure to irritating agents (particularly anionic detergents), replacing products with high irritation potential with preparations that cause less damage to the skin, educating personnel regarding the risks of irritant contact dermatitis, and providing caregivers with moisturizing skin-care products or barrier creams (96,98,251,271–273). Reducing the frequency of exposure of HCWs to hand-hygiene products would prove difficult and is not desirable because of the low levels of adherence to hand-hygiene policies in the majority of institutions. Although

\* In a recent randomized clinical trial, surgical site infection rates were monitored among patients who were operated on by surgical personnel who cleaned their hands preoperatively either by performing a traditional 5-minute surgical hand scrub using 4% povidone-iodine or 4% antiseptic antimicrobial soap, or by washing their hands for 1 minute with a non-antimicrobial soap followed by a 5-minute hand-rubbing technique using an alcohol-based hand rinse containing 0.2% metronidazole etilsulfate. The incidence of surgical site infections was virtually identical in the two groups of patients. (Source: Parienti JJ, Thibon P, Heller R, et al. for Members of the Antiseptics Chirurgicales des Mains Study Group. Hand-rubbing with an aqueous alcoholic solution vs traditional surgical hand-scrubbing and 30-day surgical site infection rates: a randomized equivalence study. JAMA 2002;288:722–7).

hospitals have provided personnel with non-antimicrobial soaps in hopes of minimizing dermatitis, frequent use of such products may cause greater skin damage, dryness, and irritation than antiseptic preparations (92,96,98). One strategy for reducing the exposure of personnel to irritating soaps and detergents is to promote the use of alcohol-based hand rubs containing various emollients. Several recent prospective, randomized trials have demonstrated that alcohol-based hand rubs containing emollients were better tolerated by HCWs than washing hands with nonantimicrobial soaps or antimicrobial soaps (96,98,166). Routinely washing hands with soap and water immediately after using an alcohol hand rub may lead to dermatitis. Therefore, personnel should be reminded that it is neither necessary nor recommended to routinely wash hands after each application of an alcohol hand rub.

Hand lotions and creams often contain humectants and various fats and oils that can increase skin hydration and replace altered or depleted skin lipids that contribute to the barrier function of normal skin (251,271). Several controlled trials have demonstrated that regular use (e.g., twice a day) of such products can help prevent and treat irritant contact dermatitis caused by hand-hygiene products (272,273). In one study, frequent and scheduled use of an oil-containing lotion improved skin condition, and thus led to a 50% increase in handwashing frequency among HCWs (273). Reports from these studies emphasize the need to educate personnel regarding the value of regular, frequent use of hand-care products.

Recently, barrier creams have been marketed for the prevention of hand-hygiene-related irritant contact dermatitis. Such products are absorbed to the superficial layers of the epidermis and are designed to form a protective layer that is not removed by standard handwashing. Two recent randomized, controlled trials that evaluated the skin condition of caregivers demonstrated that barrier creams did not yield better results than did the control lotion or vehicle used (272,273). As a result, whether barrier creams are effective in preventing irritant contact dermatitis among HCWs remains unknown.

In addition to evaluating the efficacy and acceptability of hand-care products, product-selection committees should inquire about the potential deleterious effects that oil-containing products may have on the integrity of rubber gloves and on the efficacy of antiseptic agents used in the facility (8,236).

## Factors To Consider When Selecting Hand-Hygiene Products

When evaluating hand-hygiene products for potential use in health-care facilities, administrators or product-selection committees must consider factors that can affect the overall efficacy of such products, including the relative efficacy of antiseptic agents against various pathogens (Appendix) and acceptance of hand-hygiene products by personnel (274,275). Soap products that are not well-accepted by HCWs can be a deterrent to frequent handwashing (276). Characteristics of a product (either soap or alcohol-based hand rub) that can affect acceptance by personnel include its smell, consistency (i.e., “feel”), and color (92,277,278). For soaps, ease of lathering also may affect user preference.

Because HCWs may wash their hands from a limited number of times per shift to as many as 30 times per shift, the tendency of products to cause skin irritation and dryness is a substantial factor that influences acceptance, and ultimate usage (61,98,274,275,277,279). For example, concern regarding the drying effects of alcohol was a primary cause of poor acceptance of alcohol-based hand-hygiene products in hospitals in the United States (5,143). However, several studies have demonstrated that alcohol-based hand rubs containing emollients are acceptable to HCWs (90,93,98,100,101,106,143,163,164,166). With alcohol-based products, the time required for drying may also affect user acceptance.

Studies indicate that the frequency of handwashing or antiseptic handwashing by personnel is affected by the accessibility of hand-hygiene facilities (280–283). In certain health-care facilities, only one sink is available in rooms housing several patients, or sinks are located far away from the door of the room, which may discourage handwashing by personnel leaving the room. In intensive-care units,

access to sinks may be blocked by bedside equipment (e.g., ventilators or intravenous infusion pumps). In contrast to sinks used for handwashing or antiseptic handwash, dispensers for alcohol-based hand rubs do not require plumbing and can be made available adjacent to each patient’s bed and at many other locations in patient-care areas. Pocket carriage of alcohol-based hand-rub solutions, combined with availability of bedside dispensers, has been associated with substantial improvement in adherence to handhygiene protocols (74,284). To avoid any confusion between soap and alcohol hand rubs, alcohol hand-rub dispensers should not be placed adjacent to sinks. HCWs should be informed that washing hands with soap and water after each use of an alcohol hand rub is not necessary and is not recommended, because it may lead to dermatitis. However, because personnel feel a “build-up” of emollients on their hands after repeated use of alcohol hand gels, washing hands with soap and water after 5–10 applications of a gel has been recommended by certain manufacturers.

Automated handwashing machines have not been demonstrated to improve the quality or frequency of handwashing (88,285). Although technologically advanced automated handwashing devices and monitoring systems have been developed recently, only a minimal number of studies have been published that demonstrate that use of such devices results in enduring improvements in hand-hygiene adherence among HCWs. Further evaluation of automated handwashing facilities and monitoring systems is warranted.

Dispenser systems provided by manufacturers or vendors also must be considered when evaluating hand-hygiene products. Dispensers may discourage use by HCWs when they 1) become blocked or partially blocked and do not deliver the product when accessed by personnel, and 2) do not deliver the product appropriately onto the hands. In one hospital where a viscous alcohol-based hand rinse was available, only 65% of functioning dispensers delivered product onto the caregivers’ hands with one press of the dispenser lever, and 9% of dispensers were totally occluded (286). In addition, the volume delivered was often suboptimal, and the product was sometimes squirted onto the wall instead of the caregiver’s hand.

Only limited information is available regarding the cost of hand-hygiene products used in health-care facilities (165,287). These costs were evaluated in patient-care areas at a 450-bed community teaching hospital (287); the hospital spent \$22,000 (\$0.72 per patient-day) on 2% chlorhexidine-containing preparations, plain soap, and an alcohol hand rinse. (287) When hand-hygiene supplies for clinics and nonpatient care areas were included, the total annual budget for soaps and hand antiseptic agents was \$30,000 (approximately \$1 per patientday). Annual hand-hygiene product budgets at other institutions vary considerably because of differences in usage patterns and varying product prices. One researcher (287) determined that if non-antimicrobial liquid soap were assigned an arbitrary relative cost of 1.0, the cost per liter would be 1.7 times as much for 2% chlorhexidine gluconate detergent, 1.6–2.0 times higher for alcohol-based hand-rub products, and 4.5 times higher for an alcohol-based foam product. A recent cost comparison of surgical scrubbing with an antimicrobial soap versus brushless scrubbing with an alcohol-based hand rub revealed that costs and time required for preoperative scrubbing were less with the alcohol-based product (165). In a trial conducted in two critical-care units, the cost of using an alcohol hand rub was half as much as using an antimicrobial soap for handwashing (\$0.025 versus \$0.05 per application, respectively) (166).

To put expenditures for hand-hygiene products into perspective, health-care facilities should consider comparing their budget for hand-hygiene products to estimated excess hospital costs resulting from health-care-associated infections. The excess hospital costs associated with only four or five healthcare-associated infections of average severity may equal the entire annual budget for hand-hygiene products used in inpatient-care areas. Just one severe surgical site infection, lower respiratory tract infection, or bloodstream infection may cost the hospital more than the entire annual budget for antiseptic agents used for hand hygiene (287). Two studies provided certain quantitative estimates of the benefit of hand-hygiene-promotion programs (72,74). One study demonstrated a cost saving of approximately \$17,000 resulting from reduced use of vancomycin after the observed decrease in MRSA incidence in a 7-month period (72). In another study that

examined both direct costs associated with the hand-hygiene promotion program (increased use of hand-rub solution and poster production) and indirect costs associated with health-care—personnel time (74), costs of the program were an estimated \$57,000 or less per year (an average of \$1.42 per patient admitted). Supplementary costs associated with the increased use of alcohol-based hand-rub solution averaged \$6.07 per 100 patient-days. Based on conservative estimates of \$2,100 saved per infection averted and on the assumption that only 25% of the observed reduction in the infection rate was associated with improved hand-hygiene practice, the program was substantially cost-effective. Thus, hospital administrators must consider that by purchasing more effective or more acceptable hand-hygiene products to improve hand-hygiene practices, they will avoid the occurrence of nosocomial infections; preventing only a limited number of additional health-care-associated infections per year will lead to savings that will exceed any incremental costs of improved hand-hygiene products.

### Hand-Hygiene Practices Among HCWs

In observational studies conducted in hospitals, HCWs washed their hands an average of five times per shift to as many as 30 times per shift (Table 6) (17,61,90,98,274,288); certain nurses washed their hands ≤100 times per shift (90). Hospitalwide surveillance of hand hygiene reveals that the average number of handwashing opportunities varies markedly between hospital wards. For example, nurses in pediatric wards had an average of eight opportunities for hand hygiene per hour of patient care compared with an average of 20 for nurses in intensive-care units (11). The duration of handwashing or hygienic handwash episodes by HCWs has averaged 6.6–24.0 seconds in observational studies (Table 7) (17,52,59,84–87,89,249,279). In addition to washing their hands for limited time periods, personnel often fail to cover all surfaces of their hands and fingers (288).

TABLE 6. Handwashing frequency among health-care workers

Ref. no.	Year	Avg. no./time period	Range	Avg. no./hr
(61)	1988	5/8 hour	N.S.	
(89)	1984	5-10/shift	N.S.	
(96)	2000	10/shift	N.S.	
(273)	2000	12-18/day	2-60	
(98)	2000	13-15/8 hours	5-27	1.6-1.8/hr
(90)	1977	20-42/8 hours	10-100	
(391)	2000	21/12 hours	N.S.	
(272)	2000	22/day	0-70	
(88)	1991			1.7-2.1/hr
(17)	1998			2.1/hr
(279)	1978			3/hr
(303)	1994			3.3/hr

Note: N.S. = Not Stated.

TABLE 7. Average duration of handwashing by health-care workers

Ref. no.	Year	Mean/median time
(392)	1997	4.7-5.3 seconds
(303)	1994	6.6 seconds
(52)	1974	8-9.3 seconds
(85)	1984	8.6 seconds
(86)	1994	<9 seconds
(87)	1994	9.5 seconds
(88)	1991	<10 seconds
(294)	1990	10 seconds
(89)	1984	11.6 seconds
(300)	1992	12.5 seconds
(59)	1988	15.6-24.4 seconds
(17)	1998	20.6 seconds
(279)	1978	21 seconds
(293)	1989	24 seconds

### Adherence of HCWs to Recommended

#### Hand-Hygiene Practices

**Observational Studies of Hand-Hygiene Adherence.** Adherence of HCWs to recommended hand-hygiene procedures has been poor, with mean baseline rates of 5%–81% (overall average: 40%) (Table 8) (71,74,86,87,276,280,281,283,285,289–313). The methods used for defining adherence (or nonadherence) and those used for conducting observations vary considerably among studies, and reports do not provide detailed information concerning the methods and criteria used. The majority of studies were conducted with hand-hygiene adherence as the major outcome measure, whereas a limited number measured adherence as part of a broader investigation. Several investigators reported improved adherence after implementing various interventions, but the majority of studies had short follow-up periods and did not confirm whether behavioral improvements were long-lasting. Other studies established that sustained improvements in handwashing behavior occurred during a long-term program to improve adherence to hand-hygiene policies (74,75).

**Factors Affecting Adherence.** Factors that may influence hand hygiene include those identified in epidemiologic studies and factors reported by HCWs as being reasons for lack of adherence to hand-hygiene recommendations. Risk factors for poor adherence to hand hygiene have been determined objectively in several observational studies or interventions to improve adherence (11,12,274,292,295,314–317). Among these, being a physician or a nursing assistant, rather than a nurse, was consistently associated with reduced adherence (Box 1).

In the largest hospitalwide survey of hand-hygiene practices among HCWs (11), predictors of poor adherence to recommended hand-hygiene measures were identified. Predictor variables included professional category, hospital ward, time of day/week, and type and intensity of patient care, defined as the number of opportunities for hand hygiene per hour of patient care. In 2,834 observed opportunities for hand hygiene, average adherence was 48%. In multivariate analysis, nonadherence was lowest among nurses and during weekends (Odds Ratio [OR]: 0.6; 95% confidence interval [CI] = 0.4–0.8). Nonadherence was higher in intensive-care units compared with internal medicine wards (OR: 2.0; 95% CI = 1.3–3.1), during procedures that carried a high risk of bacterial contamination (OR: 1.8; 95% CI = 1.4–2.4), and when intensity of patient care was high (21–40 handwashing opportunities — OR: 1.3; 95% CI = 1.0–1.7; 41–60 opportunities — OR: 2.1; 95% CI = 1.5–2.9; >60 opportunities — OR: 2.1; 95% CI = 1.3–3.5). The higher the demand for hand hygiene, the lower the adherence; on average, adherence decreased by 5% (+ 2%) for each increase of 10 opportunities per hour when the intensity of patient care exceeded 10 opportunities per hour. Similarly, the lowest adherence rate (36%) was found in intensive-care units, where indications for hand hygiene were typically more frequent (on average, 20 opportunities per patient-hour). The highest adherence rate (59%) was observed in pediatrics wards, where the average intensity of patient care was lower than in other hospital areas (an average of eight opportunities per patient-hour). The results of this study indicate that full adherence to previous guidelines may be unrealistic, and that facilitated access to hand hygiene could help improve adherence (11,12,318).

Perceived barriers to adherence with hand-hygiene practice recommendations include skin irritation caused by handhygiene agents, inaccessible hand-hygiene supplies, interference with HCW-patient relationships, priority of care (i.e., the patients' needs are given priority over hand hygiene), wearing of gloves, forgetfulness, lack of knowledge of the guidelines, insufficient time for hand hygiene, high workload and understaffing, and the lack of scientific information indicating a definitive impact of improved hand hygiene on healthcare-associated infection rates (11,274,292,295,315–317). Certain perceived barriers to adherence with hand-hygiene guidelines have been assessed or quantified in observational studies (12,274,292,295,314–317) (Box 1).

Skin irritation by hand-hygiene agents constitutes a substantial barrier to appropriate adherence (319). Because soaps and detergents can damage skin when applied on a regular basis, HCWs must be better informed regarding the possible adverse effects associated with hand-

hygiene agents. Lack of knowledge and education regarding this subject is a barrier to motivation. In several studies, alcohol-based hand rubs containing emollients (either isopropanol, ethanol, or n-propanol in 60%–90% vol/vol) were less irritating to the skin than the soaps or detergents tested. In addition, the alcohol-based products containing emollients that were tested were at least as tolerable and efficacious as the detergents tested. Also, studies demonstrate that several hand lotions have reduced skin scaling and cracking, which may reduce microbial shedding from the hands (67,272,273).

Easy access to hand-hygiene supplies, whether sink, soap, medicated detergent, or alcohol-based hand-rub solution, is essential for optimal adherence to hand-hygiene recommendations. The time required for nurses to leave a patient's bedside, go to a sink, and wash and dry their hands before attending the next patient is a deterrent to frequent handwashing or hand antisepsis (11,318). Engineering controls could facilitate adherence, but careful monitoring of hand-hygiene behavior should be conducted to exclude the possible negative effect of newly introduced handwashing devices (88).

The impact of wearing gloves on adherence to hand hygiene policies has not been definitively established, because published studies have yielded contradictory results (87,290,301,320). Hand hygiene is required regardless of whether gloves are used or changed. Failure to

remove gloves after patient contact or between “dirty” and “clean” body-site care on the same patient must be regarded as nonadherence to hand-hygiene recommendations (11). In a study in which experimental conditions approximated those occurring in clinical practice (321), washing and reusing gloves between patient contacts resulted in observed bacterial counts of 0–4.7 log on the hands after glove removal. Therefore, this practice should be discouraged; handwashing or disinfection should be performed after glove removal.

Lack of 1) knowledge of guidelines for hand hygiene, 2) recognition of hand-hygiene opportunities during patient care, and 3) awareness of the risk of cross-transmission of pathogens are barriers to good hand-hygiene practices. Furthermore, certain HCWs believe they have washed their hands when necessary, even when observations indicate they have not (89,92,295,296,322).

Perceived barriers to hand-hygiene behavior are linked not only to the institution, but also to HCWs' colleagues. Therefore, both institutional and small-group dynamics need to be considered when implementing a system change to secure an improvement in HCWs' hand-hygiene practice.

#### Possible Targets for Hand-Hygiene Promotion

Targets for the promotion of hand hygiene are derived from studies assessing risk factors for nonadherence, reported reasons for the lack of

TABLE 8. Hand-hygiene adherence by health-care workers (1981-2000)

Ref. no.	Year	Setting	Before/ after	Adherence baseline	Adherence after intervention	Intervention
(280)	1981	ICU	A	16%	30%	More convenient sink locations
(289)	1981	ICU	A	41%	—	
		ICU	A	28%	—	
(290)	1983	All wards	A	45%	—	Performance feedback
(281)	1986	SICU	A	51%	—	
		MICU	A	76%	—	
(276)	1986	ICU	A	63%	92%	Wearing overgown
(291)	1987	PICU	A	31%	30%	
(292)	1989	MICU	B/A	14%/28%*	73%/81%	
		MICU	B/A	26%/23%	38%/60%	Feedback, policy reviews, memo, and posters
(293)	1989	NICU	A/B	75%/50%	—	
(294)	1990	ICU	A	32%	45%	
(295)	1990	ICU	A	81%	92%	Alcohol rub introduced
(296)	1990	ICU	B/A	22%	30%	
(297)	1991	SICU	A	51%	—	
(298)	1991	Pedi OPDs	B	49%	49%	Signs, feedback, and verbal reminders to physicians
(299)	1991	Nursery and NICU	B/A**	28%	63%	
(300)	1992	NICU/others	A	29%	—	Automated handwashing machines available
(71)	1992	ICU	N.S.	40%	—	
(301)	1993	ICUs	A	40%	—	
(87)	1994	Emergency Room	A	32%	—	No gowning required
(86)	1994	All wards	A	32%	—	
(285)	1994	SICU	A	22%	38%	
(302)	1994	NICU	A	62%	60%	Lectures, feedback, and demonstrations
(303)	1994	ICU Wards	AA	30%/29%	—	
(304)	1995	ICU Oncol Ward	A	56%	—	
(305)	1995	ICU	N.S.	5%	63%	Overt observation, followed by feedback
(306)	1996	PICU	B/A	12%/11%	68%/65%	
(307)	1996	MICU	A	41%	58%	
(308)	1996	Emergency Dept	A	54%	64%	Routine wearing of gowns and gloves
(309)	1998	All wards	A	30%	—	
(310)	1998	Pediatric wards	B/A	52%/49%	74%/69%	
(311)	1999	MICU	B/A	12%/55%	—	Feedback, movies, posters, and brochures
(74)	2000	All wards	B/A	48%	67%	
(312)	2000	MICU	A	42%	61%	
(283)	2000	MICU	B/A	10%/22%	23%/48%	Posters, feedback, administrative support, and alcohol rub
		CTICU	B/A	4%/13%	7%/14%	
(313)	2000	Medical ward	A	60%	52%	

Note: ICU = intensive care unit, SICU = surgical ICU, MICU = medical ICU, PICU = pediatric ICU, NICU = neonatal ICU, Emerg = emergency, Oncol = oncology, CTICU = cardiothoracic ICU, and N.S. = not stated.

\* Percentage compliance before/after patient contact.

\*\* After contact with inanimate objects.

adherence to recommendations, and additional factors perceived as being important to facilitate appropriate HCW behavior. Although certain factors cannot be modified (Box 1), others can be changed.

One factor that must be addressed is the time required for HCWs to clean their hands. The time required for traditional handwashing may render full adherence to previous guidelines unrealistic (11,12,318) and more rapid access to handhygiene materials could help improve adherence. One study conducted in an intensive-care unit demonstrated that it took nurses an average of 62 seconds to leave a patient's bedside, walk to a sink, wash their hands, and return to patient care (318). In contrast, an estimated one fourth as much time is required when using alcohol-based hand rub placed at each patient's bedside. Providing easy access to hand-hygiene materials is mandatory for appropriate hand-hygiene behavior and is achievable in the majority of health-care facilities (323). In particular, in high-demand situations (e.g., the majority of critical-care units), under hectic working conditions, and at times of overcrowding or understaffing, HCWs may be more likely to use an alcohol-based hand rub than to wash their hands (323). Further, using alcohol-based hand rubs may be a better option than traditional handwashing with plain soap and water or antiseptic handwash, because they not only require less time (166,318) but act faster (1) and irritate hands less often (1,67,96,98,166). They also were used in the only program that reported a sustained improvement in handhygiene

adherence associated with decreased infection rates (74). However, making an alcohol-based hand rub available to personnel without providing ongoing educational and motivational activities may not result in long-lasting improvement in hand-hygiene practices (313). Because increased use of hand-hygiene agents might be associated with skin dryness, the availability of free skin-care lotion is recommended.

Education is a cornerstone for improvement with handhygiene practices. Topics that must be addressed by educational programs include the lack of 1) scientific information for the definitive impact of improved hand hygiene on healthcare-associated infection and resistant organism transmission rates; 2) awareness of guidelines for hand hygiene and insufficient knowledge concerning indications for hand hygiene during daily patient care; 3) knowledge concerning the low average adherence rate to hand hygiene by the majority of HCWs; and 4) knowledge concerning the appropriateness, efficacy, and understanding of the use of hand-hygiene and skin-care-protection agents.

HCWs necessarily evolve within a group that functions within an institution. Possible targets for improvement in handhygiene behavior not only include factors linked to individual HCWs, but also those related to the group(s) and the institution as a whole (317,323). Examples of possible targets for hand-hygiene promotion at the group level include education and performance feedback on hand-hygiene

#### BOX 1. Factors influencing adherence to hand-hygiene practices\*

##### Observed risk factors for poor adherence to recommended hand-hygiene practices

- Physician status (rather than a nurse)
- Nursing assistant status (rather than a nurse)
- Male sex
- Working in an intensive-care unit
- Working during the week (versus the weekend)
- Wearing gowns/gloves
- Automated sink
- Activities with high risk of cross-transmission
- High number of opportunities for hand hygiene per hour of patient care

##### Self-reported factors for poor adherence with hand hygiene

- Handwashing agents cause irritation and dryness
- Sinks are inconveniently located/shortage of sinks
- Lack of soap and paper towels
- Often too busy/insufficient time
- Understaffing/overcrowding
- Patient needs take priority
- Hand hygiene interferes with health-care worker relationships with patients
- Low risk of acquiring infection from patients
- Wearing of gloves/beliefs that glove use obviates the need for hand hygiene
- Lack of knowledge of guidelines/protocols
- Not thinking about it/forgetfulness
- No role model from colleagues or superiors
- Skepticism regarding the value of hand hygiene
- Disagreement with the recommendations
- Lack of scientific information of definitive impact of improved hand hygiene on health-care-associated infection rates

##### Additional perceived barriers to appropriate hand hygiene

- Lack of active participation in hand-hygiene promotion at individual or institutional level
- Lack of role model for hand hygiene
- Lack of institutional priority for hand hygiene
- Lack of administrative sanction of noncompliers/rewarding compliers
- Lack of institutional safety climate

\* Source: Adapted from Pittet D. Improving compliance with hand hygiene in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000;21:381-6.

adherence; efforts to prevent high workload, downsizing, and understaffing; and encouragement and provision of role models from key members in the work unit. At the institutional level, targets for improvement include 1) written guidelines, hand-hygiene agents, skin-care promotions and agents, or hand-hygiene facilities; 2) culture or tradition of adherence; and 3) administrative leadership, sanction, support, and rewards. Several studies, conducted in various types of institutions, reported modest and even low levels of adherence to recommended hand-hygiene practices, indicating that such adherence varied by hospital ward and by type of HCW. These results indicate educational sessions may need to be designed specifically for certain types of personnel (11,289,290,294,317,323).

## Lessons Learned from Behavioral Theories

In 1998, the prevailing behavioral theories and their applications with regard to the health professions were reviewed by researchers in an attempt to better understand how to target more successful interventions (317). The researchers proposed a hypothetical framework to enhance hand-hygiene practices and stressed the importance of considering the complexity of individual and institutional factors when designing behavioral interventions.

Although behavioral theories and secondary interventions have primarily targeted individual workers, this practice might be insufficient to produce sustained change (317,324,325). Interventions aimed at improving hand-hygiene practices must account for different levels of behavior interaction (12,317,326). Thus, the interdependence of individual factors, environmental constraints, and the institutional climate must be taken into account in the strategic planning and development of hand-hygiene campaigns. Interventions to promote hand hygiene in hospitals should consider variables at all these levels. Various factors involved in hand-hygiene behavior include intention, attitude towards the behavior, perceived social norm, perceived behavioral control, perceived risk for infection, hand-hygiene practices, perceived role model, perceived knowledge, and motivation (317). The factors necessary for change include 1) dissatisfaction with the current situation, 2) perception of alternatives, and 3) recognition, both at the individual and institutional level, of the ability and potential to change. Although the latter implies education and motivation, the former two necessitate a system change.

Among the reported reasons for poor adherence with hand hygiene recommendations (Box 1), certain ones are clearly associated with the institution or system (e.g., lack of institutional priority for hand hygiene, administrative sanctions, and a safety climate). Although all of these reasons would require a system change in the majority of institutions, the third requires management commitment, visible safety programs, an acceptable level of work stress, a tolerant and supportive attitude toward reported problems, and belief in the efficacy of

preventive strategies (12,317,325,327). Most importantly, an improvement in infection-control practices requires 1) questioning basic beliefs, 2) continuous assessment of the group (or individual) stage of behavioral change, 3) intervention(s) with an appropriate process of change, and 4) supporting individual and group creativity (317). Because of the complexity of the process of change, single interventions often fail. Thus, a multimodal, multidisciplinary strategy is likely necessary (74,75,317,323,326).

## Methods Used To Promote Improved Hand Hygiene

Hand-hygiene promotion has been challenging for >150 years. In-service education, information leaflets, workshops and lectures, automated dispensers, and performance feedback on hand-hygiene adherence rates have been associated with transient improvement (291,294–296,306,314).

Several strategies for promotion of hand hygiene in hospitals have been published (Table 9). These strategies require education, motivation, or system change. Certain strategies are based on epidemiologic evidence, others on the authors' and other investigators' experience and review of current knowledge. Some strategies may be unnecessary in certain circumstances, but may be helpful in others. In particular, changing the hand-hygiene agent could be beneficial in institutions or hospital wards with a high workload and a high demand for hand hygiene when alcohol-based hand rubs are not available (11,73,78,328). However, a change in the recommended hand-hygiene agent could be deleterious if introduced during winter, at a time of higher hand-skin irritability, and if not accompanied by the provision of skin-care products (e.g., protective creams and lotions). Additional specific elements should be considered for inclusion in educational and motivational programs (Box 2).

Several strategies that could potentially be associated with successful promotion of hand hygiene require a system change (Box 1). Hand-hygiene adherence and promotion involve factors at both the individual and system level. Enhancing individual and institutional attitudes regarding the feasibility of making changes (self-efficacy), obtaining active participation of personnel at both levels, and promoting an institutional safety climate represent challenges that exceed the current perception of the role of infection-control professionals.

Whether increased education, individual reinforcement technique, appropriate rewarding, administrative sanction, enhanced self-participation, active involvement of a larger number of organizational leaders, enhanced perception of health threat, self-efficacy, and perceived social pressure (12,317,329,330), or combinations of these factors can improve HCWs' adherence with hand hygiene needs further investigation. Ultimately, adherence to recommended hand hygiene practices should become part of a culture of patient safety where a set of interdependent quality elements interact to achieve a shared

TABLE 9. Strategies for successful promotion of hand hygiene in hospitals

Strategy	Tool for change*	Selected references**
Education	E (M, S)	(74, 295, 306, 326, 393)
Routine observation and feedback	S (E, M)	(74, 294, 306, 326, 393)
Engineering control		
Make hand hygiene possible, easy, and convenient	S	(74, 281, 326, 393)
Make alcohol-based hand rub available	S	(74)
(at least in high-demand situations)	S	(74, 283, 312)
Patient education	S (M)	(283, 394)
Reminders in the workplace	S	(74, 395)
Administrative sanction/rewarding	S	(12,317)
Change in hand-hygiene agent	S (E)	(11, 67, 71, 283, 312)
Promote/facilitate skin care for health-care-workers' hands	S (E)	(67, 74, 274, 275)
Obtain active participation at individual and institutional level	E, M, S	(74, 75, 317)
Improve institutional safety climate	S (M)	(74, 75, 317)
Enhance individual and institutional self-efficacy	S (E, M)	(74, 75, 317)
Avoid overcrowding, understaffing, and excessive workload	S	(11, 74, 78, 297, 396)
Combine several of above strategies	E, M, S	(74, 75, 295, 306, 317, 326)

\* The dynamic of behavioral change is complex and involves a combination of education (E), motivation (M), and system change (S).

\*\* Only selected references have been listed; readers should refer to more extensive reviews for exhaustive reference lists (1,8,317,323,397).

**BOX 2. Elements of health-care worker educational and motivational programs****Rationale for hand hygiene**

- Potential risks of transmission of microorganisms to patients
- Potential risks of health-care worker colonization or infection caused by organisms acquired from the patient
- Morbidity, mortality, and costs associated with health-care-associated infections

**Indications for hand hygiene**

- Contact with a patient's intact skin (e.g., taking a pulse or blood pressure, performing physical examinations, lifting the patient in bed) (25, 26, 45, 48, 51, 53)
- Contact with environmental surfaces in the immediate vicinity of patients (46, 51, 53, 54)
- After glove removal (50, 58, 71)

**Techniques for hand hygiene**

- Amount of hand-hygiene solution
- Duration of hand-hygiene procedure
- Selection of hand-hygiene agents
  - Alcohol-based hand rubs are the most efficacious agents for reducing the number of bacteria on the hands of personnel. Antiseptic soaps and detergents are the next most effective, and non-antimicrobial soaps are the least effective (1, 398).
  - Soap and water are recommended for visibly soiled hands.
  - Alcohol-based hand rubs are recommended for routine decontamination of hands for all clinical indications (except when hands are visibly soiled) and as one of the options for surgical hand hygiene.

**Methods to maintain hand skin health**

- Lotions and creams can prevent or minimize skin dryness and irritation caused by irritant contact dermatitis
- Acceptable lotions or creams to use
- Recommended schedule for applying lotions or creams

**Expectations of patient care managers/administrators**

- Written statements regarding the value of, and support for, adherence to recommended hand-hygiene practices
- Role models demonstrating adherence to recommended hand hygiene practices (399)

**Indications for, and limitations of, glove use**

- Hand contamination may occur as a result of small, undetected holes in examination gloves (321, 361)
- Contamination may occur during glove removal (50)
- Wearing gloves does not replace the need for hand hygiene (58)
- Failure to remove gloves after caring for a patient may lead to transmission of microorganisms from one patient to another (373).

objective (331).

On the basis of both these hypothetical considerations and successful, actual experiences in certain institutions, strategies to improve adherence to hand-hygiene practices should be both multimodal and multidisciplinary. However, strategies must be further researched before they are implemented.

**Efficacy of Promotion and Impact of Improved Hand Hygiene**

The lack of scientific information of the definitive impact of improved hand hygiene on health-care-associated infection rates is a possible barrier to appropriate adherence with hand-hygiene recommendations (Box 1). However, evidence supports the belief that improved hand hygiene can reduce health-care-associated infection rates. Failure to perform appropriate hand hygiene is considered the leading cause of health-care-associated infections and spread of multiresistant organisms and has been recognized as a substantial contributor to outbreaks.

Of nine hospital-based studies of the impact of hand hygiene on the risk of health-care-associated infections (Table 10) (48,69–75,296), the majority demonstrated a temporal relationship between improved hand-hygiene practices and reduced infection rates.

In one of these studies, endemic MRSA in a neonatal intensive-care unit was eliminated 7 months after introduction of a new hand antiseptic (1% triclosan); all other infection-control measures remained in place, including the practice of conducting weekly active surveillance by obtaining cultures (72). Another study reported an MRSA outbreak involving 22 infants in a neonatal unit (73). Despite intensive efforts, the outbreak could not be controlled until a new antiseptic was added (i.e., 0.3% triclosan); all previously used control measures remained in place, including gloves and gowns, cohorting, and obtaining cultures for active surveillance.

The effectiveness of a longstanding, hospitalwide program to promote hand hygiene at the University of Geneva hospitals was recently reported (74). Overall adherence to handhygiene guidelines during routine patient care was monitored during hospitalwide observational surveys. These surveys were conducted biannually during December 1994–December 1997, before and during implementation of a hand-hygiene campaign that specifically emphasized the practice of bedside, alcohol-based hand disinfection. Individual-sized bottles of hand-rub solution were distributed to all wards, and custommade holders were mounted on all beds to facilitate access to hand disinfection. HCWs were also encouraged to carry bottles in their pockets, and in 1996, a newly designed flat (instead of round) bottle was made available to further facilitate pocket carriage. The

TABLE 10. Association between improved adherence with hand-hygiene practice and health-care-associated infection rates

Year	Ref. no.	Hospital setting	Results	Duration of follow-up
1977	(48)	Adult ICU	Reduction in health-care-associated infections caused by endemic <i>Klebsiella</i> spp.	2 years
1982	(69)	Adult ICU	Reduction in health-care-associated infection rates	N.S.
1984	(70)	Adult ICU	Reduction in health-care-associated infection rates	N.S.
1990	(296)	Adult ICU	No effect (average hand hygiene adherence improvement did not reach statistical significance)	11 months
1992	(71)	Adult ICU	Substantial difference between rates of health-care-associated infection between two different hand-hygiene agents	8 months
1994	(72)	NICU	Elimination of MRSA, when combined with multiple other infection-control measures. Reduction of vancomycin use	9 months
1995	(73)	Newborn nursery	Elimination of MRSA, when combined with multiple other infection-control measures	3.5 years
2000	(75)	MICU/NICU	85% relative reduction of VRE rate in the intervention hospital; 44% relative reduction in control hospital; no change in MRSA	8 months
2000	(74)	Hospitalwide	Substantial reduction in the annual overall prevalence of health-care-associated infections and MRSA cross-transmission rates. Active surveillance cultures and contact precautions were implemented during same period	5 years

Note: ICU = intensive care unit, NICU = neonatal ICU, MRSA = methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MICU = medical ICU, and N.S. = not stated.

promotional strategy was multimodal and involved a multidisciplinary team of HCWs, the use of wall posters, the promotion of antiseptic hand rubs located at bedsides throughout the institution, and regular performance feedback to all HCWs (see <http://www.hopisafe.ch> for further details on methodology). Health-care-associated infection rates, attack rates of MRSA cross-transmission, and consumption of hand-rub disinfectant were measured. Adherence to recommended hand-hygiene practices improved progressively from 48% in 1994 to 66% in 1997 ( $p < 0.001$ ). Whereas recourse to handwashing with soap and water remained stable, frequency of hand disinfection markedly increased during the study period ( $p < 0.001$ ), and the consumption of alcoholbased hand-rub solution increased from 3.5 to 15.4 liters per 1,000 patient-days during 1993–1998 ( $p < 0.001$ ). The increased frequency of hand disinfection was unchanged after adjustment for known risk factors of poor adherence. During the same period, both overall health-care-associated infection and MRSA transmission rates decreased (both  $p < 0.05$ ). The observed reduction in MRSA transmission may have been affected by both improved hand-hygiene adherence and the simultaneous implementation of active surveillance cultures for detecting and isolating patients colonized with MRSA (332). The experience from the University of Geneva hospitals constitutes the first report of a hand-hygiene campaign with a sustained improvement over several years. An additional multimodal program also yielded sustained improvements in hand-hygiene practices over an extended period (75); the majority of studies have been limited to a 6- to 9-month observation period.

Although these studies were not designed to assess the independent contribution of hand hygiene on the prevention of health-care-associated infections, the results indicate that improved hand-hygiene practices reduce the risk of transmission of pathogenic microorganisms. The beneficial effects of hand-hygiene promotion on the risk of cross-transmission also have been reported in surveys conducted in schools and day care centers (333–338), as well as in a community setting (339–341).

## Other Policies Related to Hand Hygiene

### Fingernails and Artificial Nails

Studies have documented that subungual areas of the hand harbor high concentrations of bacteria, most frequently coagulase-negative staphylococci, gram-negative rods (including *Pseudomonas* spp.), Corynebacteria, and yeasts (14,342,343). Freshly applied nail polish does not increase the number of bacteria recovered from periungual skin, but chipped nail polish may support the growth of larger numbers of organisms on fingernails (344,345). Even after careful handwashing or the use of surgical scrubs, personnel often harbor substantial numbers of potential pathogens in the subungual spaces (346–348).

Whether artificial nails contribute to transmission of healthcare-associated infections is unknown. However, HCWs who wear artificial nails are more likely to harbor gram-negative pathogens on their fingertips than are those who have natural nails, both before and after handwashing (347–349). Whether the length of natural or artificial nails is a substantial risk factor is unknown, because the majority of bacterial growth occurs along the proximal 1 mm of the nail adjacent to subungual skin (345,347,348). Recently, an outbreak of *P. aeruginosa* in a neonatal intensive care unit was attributed to two nurses (one with long natural nails and one with long artificial nails) who carried the implicated strains of *Pseudomonas* spp. on their hands (350). Patients were substantially more likely than controls to have been cared for by the two nurses during the exposure period, indicating that colonization of long or artificial nails with *Pseudomonas* spp. may have contributed to causing the outbreak. Personnel wearing artificial nails also have been epidemiologically implicated in several other outbreaks of infection caused by gram-negative bacilli and yeast (351–353). Although these studies provide evidence that wearing artificial nails poses an infection hazard, additional studies are warranted.

### Gloving Policies

CDC has recommended that HCWs wear gloves to 1) reduce the risk of personnel acquiring infections from patients, 2) prevent health-care worker flora from being transmitted to patients, and 3) reduce transient contamination of the hands of personnel by flora that can be transmitted from one patient to another (354). Before the emergence of the acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) epidemic, gloves were worn primarily by personnel caring for patients colonized or infected with certain pathogens or by personnel exposed to patients with a high risk of hepatitis B. Since 1987, a dramatic increase in glove use has occurred in an effort to prevent transmission of HIV and other bloodborne pathogens from patients to HCWs (355). The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) mandates that gloves be worn during all patient-care activities that may involve exposure to blood or body fluids that may be contaminated with blood (356).

The effectiveness of gloves in preventing contamination of HCWs' hands has been confirmed in several clinical studies (45,51,58). One study found that HCWs who wore gloves during patient contact contaminated their hands with an average of only 3 CFUs per minute of patient care, compared with 16 CFUs per minute for those not wearing gloves (51). Two other studies, involving personnel caring for patients with *C. difficile* or VRE, revealed that wearing gloves prevented hand contamination among the majority of personnel having direct contact with patients (45,58). Wearing gloves also prevented personnel from acquiring VRE on their hands when touching contaminated environmental surfaces (58). Preventing heavy contamination of the hands is considered important, because handwashing or hand antisepsis may not remove all potential pathogens when hands are heavily contaminated (25,111).

**BOX 3. Hand-hygiene research agenda****Education and promotion**

- Provide health-care workers (HCWs) with better education regarding the types of patient care activities that can result in hand contamination and cross-transmission of microorganisms.
- Develop and implement promotion hand-hygiene programs in pregraduate courses.
- Study the impact of population-based education on hand-hygiene behavior.
- Design and conduct studies to determine if frequent glove use should be encouraged or discouraged.
- Determine evidence-based indications for hand cleansing (considering that it might be unrealistic to expect HCWs to clean their hands after every contact with the patient).
- Assess the key determinants of hand-hygiene behavior and promotion among the different populations of HCWs.
- Develop methods to obtain management support.
- Implement and evaluate the impact of the different components of multimodal programs to promote hand hygiene.

**Hand-hygiene agents and hand care**

- Determine the most suitable formulations for hand-hygiene products.
- Determine if preparations with persistent antimicrobial activity reduce infection rates more effectively than do preparations whose activity is limited to an immediate effect.
- Study the systematic replacement of conventional handwashing by the use of hand disinfection.
- Develop devices to facilitate the use and optimal application of hand-hygiene agents.
- Develop hand-hygiene agents with low irritancy potential.
- Study the possible advantages and eventual interaction of hand-care lotions, creams, and other barriers to help minimize the potential irritation associated with hand-hygiene agents.

**Laboratory-based and epidemiologic research and development**

- Develop experimental models for the study of cross-contamination from patient to patient and from environment to patient.
- Develop new protocols for evaluating the in vivo efficacy of agents, considering in particular short application times and volumes that reflect actual use in health-care facilities.
- Monitor hand-hygiene adherence by using new devices or adequate surrogate markers, allowing frequent individual feedback on performance.
- Determine the percentage increase in hand-hygiene adherence required to achieve a predictable risk reduction in infection rates.
- Generate more definitive evidence for the impact on infection rates of improved adherence to recommended hand-hygiene practices.
- Provide cost-effectiveness evaluation of successful and unsuccessful promotion campaigns.

Several studies provide evidence that wearing gloves can help reduce transmission of pathogens in health-care settings. In a prospective controlled trial that required personnel to routinely wear vinyl gloves when handling any body substances, the incidence of *C. difficile* diarrhea among patients decreased from 7.7 cases/1,000 patient discharges before the intervention to 1.5 cases/1,000 discharges during the intervention (226). The prevalence of asymptomatic *C. difficile* carriage also decreased substantially on “glove” wards, but not on control wards. In intensive-care units where VRE or MRSA have been epidemic, requiring all HCWs to wear gloves to care for all patients in the unit (i.e., universal glove use) likely has helped control outbreaks (357,358).

The influence of glove use on the hand-hygiene habits of personnel is not clear. Several studies found that personnel who wore gloves were less likely to wash their hands upon leaving a patient’s room (290,320). In contrast, two other studies found that personnel who wore gloves were substantially more likely to wash their hands after patient care (87,301).

The following caveats regarding use of gloves by HCWs must be considered. Personnel should be informed that gloves do not provide complete protection against hand contamination. Bacterial flora colonizing patients may be recovered from the hands of  $\leq 30\%$  of HCWs who wear gloves during patient contact (50,58). Further, wearing gloves does not provide complete protection against acquisition of infections caused by hepatitis B virus and herpes simplex virus (359,360). In such instances, pathogens presumably gain access to the caregiver’s hands via small defects in gloves or by contamination of

the hands during glove removal (50,321,359,361).

Gloves used by HCWs are usually made of natural rubber latex and synthetic nonlatex materials (e.g., vinyl, nitrile, and neoprene [polymers and copolymers of chloroprene]). Because of the increasing prevalence of latex sensitivity among HCWs and patients, FDA has approved several powdered and powderfree latex gloves with reduced protein contents, as well as synthetic gloves that can be made available by health-care institutions for use by latex-sensitive employees. In published studies, the barrier integrity of gloves varies on the basis of type and quality of glove material, intensity of use, length of time used, manufacturer, whether gloves were tested before or after use, and method used to detect glove leaks (359,361–366). In published studies, vinyl gloves have had defects more frequently than latex gloves, the difference in defect frequency being greatest after use (359,361,364,367). However, intact vinyl gloves provide protection comparable to that of latex gloves (359). Limited studies indicate that nitrile gloves have leakage rates that approximate those of latex gloves (368–371). Having more than one type of glove available is desirable, because it allows personnel to select the type that best suits their patient-care activities. Although recent studies indicate that improvements have been made in the quality of gloves (366), hands should be decontaminated or washed after removing gloves (8,50,58,321,361). Gloves should not be washed or reused (321,361). Use of petroleum-based hand lotions or creams may adversely affect the integrity of latex gloves (372). After use of powdered gloves, certain alcohol hand rubs may interact with residual powder on the hands of personnel, resulting in a gritty feeling on the hands. In

facilities where powdered gloves are commonly used, various alcohol-based hand rubs should be tested after removal of powdered gloves to avoid selecting a product that causes this undesirable reaction. Personnel should be reminded that failure to remove gloves between patients may contribute to transmission of organisms (358,373).

### Jewelry

Several studies have demonstrated that skin underneath rings is more heavily colonized than comparable areas of skin on fingers without rings (374–376). One study found that 40% of nurses harbored gram-negative bacilli (e.g., *E. cloacae*, *Klebsiella*, and *Acinetobacter*) on skin under rings and that certain nurses carried the same organism under their rings for several months (375). In a more recent study involving >60 intensive care unit nurses, multivariable analysis revealed that rings were the only substantial risk factor for carriage of gram-negative bacilli and *S. aureus* and that the concentration of organisms recovered correlated with the number of rings worn (377). Whether the wearing of rings results in greater transmission of pathogens is unknown. Two studies determined that mean bacterial colony counts on hands after handwashing were similar among persons wearing rings and those not wearing rings (376,378). Further studies are needed to establish if wearing rings results in greater transmission of pathogens in healthcare settings.

## Hand-Hygiene Research Agenda

Although the number of published studies concerning hand hygiene has increased considerably in recent years, many questions regarding hand-hygiene products and strategies for improving adherence of personnel to recommended policies remain unanswered. Several concerns must still be addressed by researchers in industry and by clinical investigators (Box 3).

## Web-Based Hand-Hygiene Resources

Additional information regarding improving hand hygiene is available at

<http://www.hopisafe.ch>

University of Geneva Hospitals, Geneva, Switzerland

<http://www.cdc.gov/ncidod/hip>

CDC, Atlanta, Georgia

<http://www.jr2.ox.ac.uk/bandolier/band88/b88-8.html>

Bandolier journal, United Kingdom

<http://www.med.upenn.edu>

University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania

## Part II. Recommendations

### Categories

These recommendations are designed to improve hand hygiene practices of HCWs and to reduce transmission of pathogenic microorganisms to patients and personnel in healthcare settings. This guideline and its recommendations are not intended for use in food processing or food-service establishments, and are not meant to replace guidance provided by FDA's Model Food Code.

As in previous CDC/HICPAC guidelines, each recommendation is categorized on the basis of existing scientific data, theoretical rationale, applicability, and economic impact. The CDC/HICPAC system for categorizing recommendations is as follows:

**Category IA.** Strongly recommended for implementation and strongly supported by well-designed experimental, clinical, or epidemiologic studies.

**Category IB.** Strongly recommended for implementation and supported by certain experimental, clinical, or epidemiologic studies and a strong theoretical rationale.

**Category IC.** Required for implementation, as mandated by federal or state regulation or standard.

**Category II.** Suggested for implementation and supported by suggestive clinical or epidemiologic studies or a theoretical rationale.

**No recommendation.** Unresolved issue. Practices for which insufficient evidence or no consensus regarding efficacy exist.

## Recommendations

### 1. Indications for handwashing and hand antisepsis

- A. When hands are visibly dirty or contaminated with proteinaceous material or are visibly soiled with blood or other body fluids, wash hands with either a nonantimicrobial soap and water or an antimicrobial soap and water (IA) (66).
- B. If hands are not visibly soiled, use an alcohol-based hand rub for routinely decontaminating hands in all other clinical situations described in items 1C–J (IA) (74,93,166,169,283,294,312,398). Alternatively, wash hands with an antimicrobial soap and water in all clinical situations described in items 1C–J (IB) (69–71,74).
- C. Decontaminate hands before having direct contact with patients (IB) (68,400).
- D. Decontaminate hands before donning sterile gloves when inserting a central intravascular catheter (IB) (401,402).
- E. Decontaminate hands before inserting indwelling urinary catheters, peripheral vascular catheters, or other invasive devices that do not require a surgical procedure (IB) (25,403).
- F. Decontaminate hands after contact with a patient's intact skin (e.g., when taking a pulse or blood pressure, and lifting a patient) (IB) (25,45,48,68).
- G. Decontaminate hands after contact with body fluids or excretions, mucous membranes, nonintact skin, and wound dressings if hands are not visibly soiled (IA) (400).
- H. Decontaminate hands if moving from a contaminated-body site to a clean-body site during patient care (II) (25,53).
- I. Decontaminate hands after contact with inanimate objects (including medical equipment) in the immediate vicinity of the patient (II) (46,53,54).
- J. Decontaminate hands after removing gloves (IB) (50,58,321).
- K. Before eating and after using a restroom, wash hands with a non-antimicrobial soap and water or with an antimicrobial soap and water (IB) (404–409).
- L. Antimicrobial-impregnated wipes (i.e., towelettes) may be considered as an alternative to washing hands with non-antimicrobial soap and water. Because they are not as effective as alcohol-based hand rubs or washing hands with an antimicrobial soap and water for reducing bacterial counts on the hands of HCWs, they are not a substitute for using an alcohol-based hand rub or antimicrobial soap (IB) (160,161).
- M. Wash hands with non-antimicrobial soap and water or with antimicrobial soap and water if exposure to *Bacillus anthracis* is suspected or proven. The physical action of washing and rinsing hands under such circumstances is recommended because alcohols, chlorhexidine, iodophors, and other antiseptic agents have poor activity against spores (II) (120,172, 224,225).
- N. No recommendation can be made regarding the routine use of nonalcohol-based hand rubs for hand hygiene in health-care settings. Unresolved issue.

### 2. Hand-hygiene technique

- A. When decontaminating hands with an alcohol-based hand rub, apply product to palm of one hand and rub hands together, covering all surfaces of hands and fingers, until hands are dry (IB) (288,410). Follow the manufacturer's recommendations regarding the volume of product to use.
- B. When washing hands with soap and water, wet hands first with water, apply an amount of product recommended by the manufacturer to hands, and rub hands together vigorously for at least 15 seconds, covering all surfaces of the hands and fingers. Rinse hands with water and dry thoroughly with a disposable towel. Use towel to turn off the faucet (IB) (90–92,94,411). Avoid using hot water, because repeated exposure to hot water may increase the risk of dermatitis (IB) (254,255).
- C. Liquid, bar, leaflet or powdered forms of plain soap are acceptable when washing hands with a nonantimicrobial soap and

water. When bar soap is used, soap racks that facilitate drainage and small bars of soap should be used (II) (412-415).

- D. Multiple-use cloth towels of the hanging or roll type are not recommended for use in health-care settings (II) (137,300).

### 3. Surgical hand antisepsis

- A. Remove rings, watches, and bracelets before beginning the surgical hand scrub (II) (375,378,416).
- B. Remove debris from underneath fingernails using a nail cleaner under running water (II) (14,417).
- C. Surgical hand antisepsis using either an antimicrobial soap or an alcohol-based hand rub with persistent activity is recommended before donning sterile gloves when performing surgical procedures (IB) (115,159,232,234,237,418).
- D. When performing surgical hand antisepsis using an antimicrobial soap, scrub hands and forearms for the length of time recommended by the manufacturer, usually 2–6 minutes. Long scrub times (e.g., 10 minutes) are not necessary (IB) (117,156,205, 207,238-241).
- E. When using an alcohol-based surgical hand-scrub product with persistent activity, follow the manufacturer's instructions. Before applying the alcohol solution, prewash hands and forearms with a non-antimicrobial soap and dry hands and forearms completely. After application of the alcohol-based product as recommended, allow hands and forearms to dry thoroughly before donning sterile gloves (IB) (159,237).

### 4. Selection of hand-hygiene agents

- A. Provide personnel with efficacious hand-hygiene products that have low irritancy potential, particularly when these products are used multiple times per shift (IB) (90,92,98,166,249). This recommendation applies to products used for hand antisepsis before and after patient care in clinical areas and to products used for surgical hand antisepsis by surgical personnel.
- B. To maximize acceptance of hand-hygiene products by HCWs, solicit input from these employees regarding the feel, fragrance, and skin tolerance of any products under consideration. The cost of handhygiene products should not be the primary factor influencing product selection (IB) (92,93,166, 274,276-278).
- C. When selecting non-antimicrobial soaps, antimicrobial soaps, or alcohol-based hand rubs, solicit information from manufacturers regarding any known interactions between products used to clean hands, skin care products, and the types of gloves used in the institution (II) (174,372).
- D. Before making purchasing decisions, evaluate the dispenser systems of various product manufacturers or distributors to ensure that dispensers function adequately and deliver an appropriate volume of product (II) (286).
- E. Do not add soap to a partially empty soap dispenser. This practice of "topping off" dispensers can lead to bacterial contamination of soap (IA) (187,419).

### 5. Skin care

- A. Provide HCWs with hand lotions or creams to minimize the occurrence of irritant contact dermatitis associated with hand antisepsis or handwashing (IA) (272,273).
- B. Solicit information from manufacturers regarding any effects that hand lotions, creams, or alcoholbased hand antiseptics may have on the persistent effects of antimicrobial soaps being used in the institution (IB) (174,420,421).

### 6. Other Aspects of Hand Hygiene

- A. Do not wear artificial fingernails or extenders when having direct

contact with patients at high risk (e.g., those in intensive-care units or operating rooms) (IA) (350–353).

- B. Keep natural nails tips less than 1/4-inch long (II) (350).
- C. Wear gloves when contact with blood or other potentially infectious materials, mucous membranes, and nonintact skin could occur (IC) (356).
- D. Remove gloves after caring for a patient. Do not wear the same pair of gloves for the care of more than one patient, and do not wash gloves between uses with different patients (IB) (50,58,321,373).
- E. Change gloves during patient care if moving from a contaminated body site to a clean body site (II) (50,51,58).
- F. No recommendation can be made regarding wearing rings in health-care settings. Unresolved issue.

### 7. Health-care worker educational and motivational programs

- A. As part of an overall program to improve handhygiene practices of HCWs, educate personnel regarding the types of patient-care activities that can result in hand contamination and the advantages and disadvantages of various methods used to clean their hands (II) (74,292,295,299).
- B. Monitor HCWs' adherence with recommended hand-hygiene practices and provide personnel with information regarding their performance (IA) (74,276,292,295,299,306,310).
- C. Encourage patients and their families to remind HCWs to decontaminate their hands (II) (394,422).

### 8. Administrative measures

- A. Make improved hand-hygiene adherence an institutional priority and provide appropriate administrative support and financial resources (IB) (74,75).
- B. Implement a multidisciplinary program designed to improve adherence of health personnel to recommended hand-hygiene practices (IB) (74,75).
- C. As part of a multidisciplinary program to improve hand-hygiene adherence, provide HCWs with a readily accessible alcohol-based hand-rub product (IA) (74,166,283,294,312).
- D. To improve hand-hygiene adherence among personnel who work in areas in which high workloads and high intensity of patient care are anticipated, make an alcohol-based hand rub available at the entrance to the patient's room or at the bedside, in other convenient locations, and in individual pocket-sized containers to be carried by HCWs (IA) (11,74,166,283,284,312,318,423).
- E. Store supplies of alcohol-based hand rubs in cabinets or areas approved for flammable materials (IC).

## Part III. Performance Indicators

1. The following performance indicators are recommended for measuring improvements in HCWs' hand-hygiene adherence:
  - A. Periodically monitor and record adherence as the number of hand-hygiene episodes performed by personnel/number of hand-hygiene opportunities, by ward or by service. Provide feedback to personnel regarding their performance.
  - B. Monitor the volume of alcohol-based hand rub (or detergent used for handwashing or hand antisepsis) used per 1,000 patient-days.
  - C. Monitor adherence to policies dealing with wearing of artificial nails.
  - D. When outbreaks of infection occur, assess the adequacy of health-care worker hand hygiene.

### Appendix

#### Antimicrobial Spectrum and Characteristics of Hand-Hygiene Antiseptic Agents \*

Group	Gram-positive bacteria	Gram-negative bacteria	Mycobacteria	Fungi	Viruses	Speed of action	Comments
Alcohols	+++	+++	+++	+++	+++	Fast	Optimum concentration 60%-95%; no persistent activity
Chlorhexidine (2% and 4% aqueous)	+++	++	+	+	+++	Intermediate	Persistent activity; rare allergic reactions
Iodine compounds	+++	+++	+++	++	+++	Intermediate	Causes skin burns; usually too irritating for hand hygiene
Iodophors	+++	+++	+	++	++	Intermediate	Less irritating than iodine; acceptance varies
Phenol derivatives	+++	+	+	+	+	Intermediate	Activity neutralized by nonionic surfactants
Tricolsan	+++	++	+	-	+++	Intermediate	Acceptability on hands varies
Quaternary ammonium compounds	+	++	-	-	+	Slow	Used only in combination with alcohols; ecologic concerns

**Note:** +++ = excellent ; ++ = good, but does not include the entire bacterial spectrum ; + = fair ; - = no activity or not sufficient.

\* Hexachlorophene is not included because it is no longer an accepted ingredient of hand disinfectants.

この印刷物は、Centers for Disease Control and Prevention (CDC) の許可を得て、MMWR 2002年10月25日号：Vol. 51/No. RR-16 (<http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5116.pdf>) に掲載された Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings を 株式会社イマ インターナショナルが 横浜市立大学医学部附属病院講師 満田年宏先生の監訳により、出版いたしました。この印刷物の無断転載、複写は禁じられています。

Copyright :  
U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES  
Public Health Service  
Centers for Disease Control and Prevention (CDC)  
Atlanta, Georgia 30333

## Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings

### 医療現場における手指衛生のためのガイドライン

---

発行日	2003年3月1日
監訳	満田 年宏
編集制作	国際医学出版株式会社 東京都港区赤坂2-17-60 〒107-0052 Tel : 03-5573-9205 Fax : 03-5573-0810
企画発行	株式会社 イマ インターナショナル 東京都港区麻布台1-7-3 神谷町スクエアビル2階 〒106-0041 Tel : 03-5545-3531 Fax : 03-3584-0551
デザイン	鈴木 弘子

---



Patient♥First

© 2003 株式会社イマインターナショナル

株式会社 イマ インターナショナル

106-0041 東京都港区麻布台1-7-3 神谷町スクエアビル2階  
ホームページ <http://www.imajapan.com>