

{ Jpn. J. Hosp. Pharm. }
 { 資 料 }
 { 21(6) 525-530 (1995) }

超酸化水による手指および環境消毒の検討

山田喜広*, 大村知広, 伊藤 譲, 可知茂男,
 田中聖人, 二橋純一, 橋本久邦
 浜松医科大学医学部附属病院薬剤部†

Effect of Superoxidized Water on Disinfection of the Hands and Environment

YOSHIHIYO YAMADA*, TOMOHIRO OHMURA, YUZURU ITO, SHIGEO KATI,
 SEIJI TANAKA, JUN-ICHI NIHASHI and HISAKUNI HASHIMOTO
 Department of Pharmacy, Hamamatsu University School of Medicine†

(Received April 13, 1995)
 (Accepted August 7, 1995)

The disinfection efficacy of superoxidized water on hands, floors and working tables was examined. Superoxidized water was produced by the electrolysis of water. An agar sausage method was employed to compare superoxidized water, 0.2% benzalkonium chloride in ethanol lotion (BAC-EtOH), and 0.3% triclosan with respect to the bacterial elimination effect on the resident flora of the hands (14 subjects). The mean reductions (%) of bacteria after disinfection were 86.5% for superoxidized water, 96.5% for BAC-EtOH, and 37.1% for triclosan, with the difference between superoxidized water and BAC-EtOH treatment not being statistically significant in terms of the reduction (%). However, handborne bacteria were eliminated more effectively with superoxidized water than with triclosan after scrubbing. Furthermore, the disinfection efficacy of superoxidized water was examined on the unused parenteral bottles returned from the general wards. The bottles were disinfected for 5 min with superoxidized water resulting in complete inhibition of bacterial survival.

Bacterial surface contamination of floors and working tables was measured by standard agar method for total bacteria and mannitol salt oxacillin agar method for oxacillin-resistant *Staphylococci*. Following the disinfection with superoxidized water, the mean reductions (%) of bacteria on floors and tables were estimated as being 86.7-100% for total bacteria and 100% for oxacillin-resistant *Staphylococci*. These results suggest that superoxidized water might be useful for disinfecting the hands and environment in hospital practice.

Keywords—superoxidized water, disinfection, bacterial elimination effect, oxacillin-resistant *Staphylococci*, environment

はじめに

メチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) をは

† 静岡県浜松市半田町3600; 3600, Handacho, Hamamatsu-shi, 431 Japan

じめとする院内感染の拡大により医療を取り巻く環境の整備が急務となっている。病院薬剤部も例外ではなく、病棟との交流が増加するに従い、薬剤部の環境汚染や薬剤師(部)を介した汚染の伝播を阻止しなければならない。最も簡便で効果的

な院内感染防止対策は、消毒剤による手指消毒や環境消毒であり、これらについては多数の報告がある。しかしながら、消毒剤の作用の強さは人体に対する悪影響と比例している場合が多く、ほとんどの消毒剤は用途がかなり限定されている¹⁾。

また、人体に対する副作用が少ないと言われている緩和な消毒剤も手指消毒等に頻繁に使用することにより容易に手荒れなどが出現する²⁾。低濃度の食塩水を電気分解して得られる水（以下、超酸化水）は pH 2.7 以下、酸化還元電位 1000mV 以上、遊離塩素 30ppm 以上の規格で *in vitro* では HBV や HIV をはじめ、ほとんどすべての微生物に対して短時間で十分な殺菌効果を示すと報告されている³⁻⁵⁾。超酸化水は酸性であるため金属への使用が不可である以外は、人体も含め器具や環境の消毒が可能⁶⁾とされているが、血清等の有機物の混入により、作用が著しく低下するとの報告もある⁷⁻⁹⁾。また、歯科や外科等の臨床現場への使用も検討されつつある^{4,10)}。このように、超酸化水はランニングコストの低さと基礎研究での高い殺菌効果から手指や環境消毒等への有用性が示唆されている。しかしながら、実際の医療従事者の手洗いや病院内の環境汚染に対する消毒剤としての明確な位置付けは確立されていない。

今回著者らは、院内感染防止対策の一環として、超酸化水による手指消毒、返納薬品の消毒、環境消毒を行い、医療現場における超酸化水の消毒剤としての可能性を検討した。

手指消毒および返納薬品の消毒効果の調査には表在菌の簡便な測定が可能なアガーソーセージ法を用いた。環境消毒の調査には、特殊な技術や測定者の個人差の生じないスタンプ法により消毒効果の概要を知る指標とした¹¹⁾。また、一般生菌と同時にオキサシリン耐性ブドウ球菌も測定し環境汚染状況を確認した。

調査方法

1. 超酸化水の調製

Superoxeed labo（シオノギ）によって調製し理化学的試験は堀場カスター LAB-pH メーター F14（pH および酸化還元電位）ならびに柴

田残留塩素測定器（残留塩素, O-Tolidine 法）で行い、pH 2.7 以下、酸化還元電位 1000mV、遊離塩素 30ppm の規格に適合するものを使用した。

2. 手指消毒

1) 使用消毒剤

効果比較のために擦式アルコール製剤の 0.2% benzalkonium-EtOH lotion (BAC-EtOH) と使用頻度の高い 0.3% triclosan を選択した。

2) 菌数の測定

利き手の全手指、および手の平と手の甲の各 10 cm² を 5 秒以上 stamp media BHI(栄研器材) にスタンプし、37°C で 48 時間好気培養した後、総コロニー数を求め、それを菌数とした。

3) 被験者

調剤業務に従事する薬剤師 14 名とし、各試験は 24 時間以上の間隔をおいて行った。なおその間、他の消毒剤による手指洗浄は禁止した。

4) 判定方法

前菌数を測定した後、各消毒剤で消毒し消毒後の除菌率を求めて評価した。

5) 前菌数 (control) の測定

通常の手洗いに近い非薬用石鹸を 5 秒間手に取り 20 秒間揉み擦りを行い、水道水で洗い流す。滅菌ペーパータオルで水分を拭き取った後、菌採取した。

6) 各消毒剤毎の菌数測定

(ア) 超酸化水 (ベースン法)

超酸化水 2L の入ったベースンに手を入れ 30 秒間または 1 分間十分に揉み擦りした後、滅菌ペーパータオルで水分を拭き取り菌採取した。

(イ) 超酸化水 (定量噴霧装置, 揉み擦り)

超酸化水を定量噴霧装置 (SWASH, シオノギ) に充填し、噴霧量 500ml/分で 1 分間十分に手指を揉み擦りした後、(ア)と同様の操作を行う。

(ウ) 超酸化水 (定量噴霧装置, シャワーリング)

(イ)と同様の操作を行うが、超酸化水噴霧中に手指の揉み擦りは行わず、手指全体のシャワーリングのみとする。

(エ) 超酸化水 (少量使用)

超酸化水を 1 回噴霧量 3.4±0.1ml の噴霧用器

に充填し10秒間隔で6回(計1分間)手掌に噴霧する。この間十分に手指を揉み擦りし、以下(ア)と同様の操作を行う。

(ア) BAC-EtOH

BAC-EtOH 3ml以上を手掌に取り乾燥するまでまんべんなく摩擦した後、菌採取する。

(カ) 0.3% Triclosan

Triclosan 3mlを水にぬらした手に取り30秒間揉み擦りし、水道水で洗浄し、滅菌ペーパータオルで水分を除き菌採取する。

3. 返納注射薬の汚染状況と消毒

1) 菌数の測定

Stamp media BHI(栄研器材)を用い補液の前面3カ所、裏面2カ所を各10cm²ずつ5秒以上スタンプし、37°C、48時間好気培養した後、総コロニー数を求め、それを菌数とした。

2) 払い出し前菌数の測定

当院採用の6社の500ml補液を、包装開封直後に無作為に各4本ずつ抽出し菌数を測定した(計24本)。

3) 返納注射薬の汚染状況

各診療科から返納された500ml補液の中から無作為に抽出し、5本を1グループとして状況を調査した。

4) 消毒(洗浄)方法

洗浄には水道水を用い、5分間浸漬または流水下で1分あるいは5分洗浄した。消毒には超酸化水と効果比較のために0.05%クロルヘキシジン(0.05% CH)を用い1分あるいは5分浸漬した。消毒(洗浄)後は汚染を避けるためクリーンベンチ内で風乾した。

5) 判定方法

消毒(洗浄)前後の平均菌数から除菌率を求め評価した。

4. 環境汚染の状況と消毒

1) 採取場所

薬剤部内の各部門と内科病棟のナースステーションの作業台と床面、ならびに内科病棟の廊下を対照とし、同一箇所を消毒前と消毒直後に各4ポイントずつ菌採取した。

2) 菌数の測定

一般細菌用には生菌数用 Food stamp(ニッスイ)を用い10cm²ずつ5秒以上スタンプし、37°C、24時間好気培養した後、総コロニー数を求め、それを菌数とした。オキサシリン耐性ブドウ球菌用には Mannitol salt oxacillin agar(MSO, ニッスイ)を用い同様の操作で、培養は35°C、48時間行う。

3) 消毒方法

日常の消毒を考慮に入れて、超酸化水で30分以上浸漬後、乾燥させたモップを用い超酸化水を含ませ清拭した。作業台上の清拭には滅菌タオルを用いた。0.05% CHを使用した場合も同様の操作を行った。

4) 効果の判定

消毒前後の各箇所の平均菌数より評価を下した。

4. 超酸化水廃液中の生菌の測定

各調査終了後の超酸化水廃液を滅菌綿棒に染み込ませ、直ちに Brain heart infusion agarに0.25%の中和剤(0.5%-Lecithine, 1% Tween-80, 1% Lubrol-W, 1% Sodium thiosulphateの混液)を混合した培地に塗布する。37°C、48時間好気培養し生菌の有無を確認した。

結果と考察

1. 手指消毒

超酸化水により手指消毒を行った直後の除菌率はベースン法30秒で88.2%、60秒で88.9%、定量噴霧法では揉み擦りした場合86.5%、シャワーリングのみでも83.6%とデータ間に大きな差はなくほぼ良好な値で、消毒後の廃液中にも菌の生存は確認出来なかった(図1)。一方、超酸化水を少量使用した場合には、十分に揉み擦りを行っても消毒効果も小さく(除菌率25.1%)被験者間のばらつきが大きくなり、廃液にも菌の生存を確認した。同時に試験を行った他の消毒剤との比較では BAC-EtOH が除菌率も96.5%と高くばらつきも少ない。Triclosan による除菌率は37.1%で、超酸化水による消毒効果が明らかに上回っていた。各消毒剤と消毒方法の有意差検定を行った(危険率5%)。Fisher PLSD, Scheffe F-Test

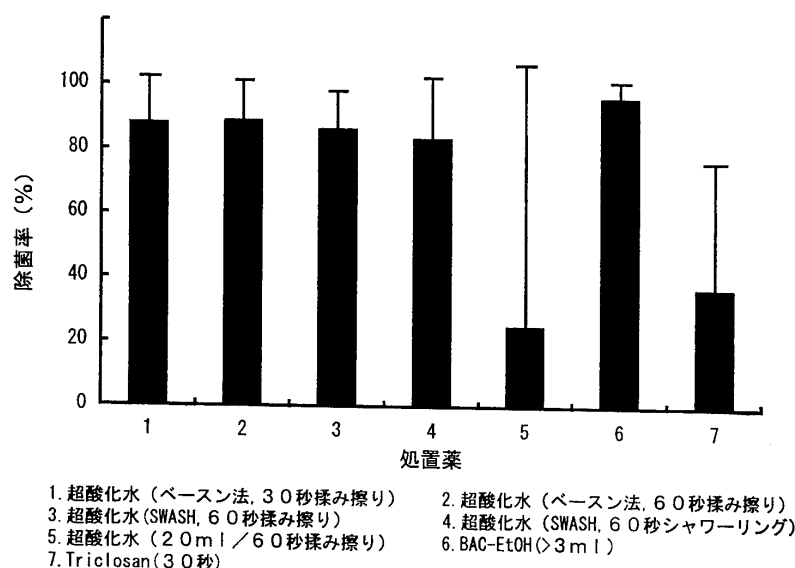


図 1. 消毒後の平均除菌率 (n=14)

いずれの検定においても超酸化水の大量使用の4者間に有意差はなく、BAC-EtOHとの間にも有意差は認められなかった。しかし、超酸化水の大量使用、BAC-EtOHと超酸化水の少量使用、Triclosanの2群間には有意差がみとめられた。これらの結果および超酸化水は有機物により直ちに失活することから^{8,9)}、少量使用では被消毒物中に含まれる有機物の混入により消毒効果が低下するものと考えられる。手指消毒に使用する場合には相当量の超酸化水を用いることが不可欠である。ベースンを用いた試験も行い良好な結果が得られたが、実際の医療の現場ではベースン交換の煩わしさや超酸化水の安定性の面から、専用の定量噴霧装置の使用が望ましいと思われる。

超酸化水の安全性は皮膚累積刺激試験や眼粘膜一次刺激試験等で検討され、特に問題がないとされている。また、強い殺菌作用と比較して細胞毒性は低いと報告されている¹²⁾。

今回の超酸化水による手指消毒試験の期間中にも手荒れ、発疹などの副作用を訴える被験者はなかった。擦式アルコール製剤やクロルヘキシジンスクラブは優れた消毒効果の期待できる製剤であるが、手荒れ等の発現のため頻回に使用することは医療従事者にとって苦痛である。超酸化水は使用後にタオル等が必要で、設置場所も限定される。また、遊離塩素を含むために長期連続使用に

おける副作用発現の可能性も否めないが、医療現場の状況に応じた手指消毒剤の使い分けに加えることが可能と考えられる。

2. 返納注射剤の汚染と消毒

開封直後の注射補液の外側表面はほぼ清潔な状態が保たれ平均菌数は 0.54 ± 0.5 (mean \pm SD)であった。病棟からの返納補液にはばらつきはあるものの細菌が付着している。しかし、水道水に浸漬するか、あるいは流水下で放置すればほとんど除菌が可能であった(除菌率82.1—96%)。0.05% CHでも同様に短時間の浸漬で高い除菌率が得られたが、いずれの洗浄、消毒においても100%の除菌率を得ることは出来なかった。超酸化水による浸漬では1分間では除菌率87.9%であるが5分間では100%であった(表1)。手指消毒の場合と異なり有機物などによる失活が少ないため良好な結果となった。使用後の廃液からも生菌を確認出来なかった。

3. 環境汚染と消毒

床面の汚染状況と超酸化水による消毒効果を表2に示す。薬剤部各部署の床面の一般細菌による汚染状況はいずれも平均30個以下で軽度に汚染された状態であった。内科病棟のナースステーションや廊下では薬剤部より若干汚染された結果であった。一方、オキサシリン耐性ブドウ球菌の汚染は、測定した部署の業務と大きく関係していた。

表 1. 返納注射薬消毒（洗浄）前後の平均菌数（mean±S.D.）（n=5）

	処理前	処理後	除菌率 (%)
水道水浸漬5分	6.4±2.8	0.4±0.6	93.8
流水1分	21.2±19.7	3.8±6.9	82.1
流水5分	15.0±17.3	0.6±0.9	96.0
0.05%CH浸漬1分	17.6±9.1	1.0±1.0	94.3
0.05%CH浸漬5分	8.4±3.7	0.4±0.6	95.2
超酸化水浸漬1分	6.6±3.9	0.8±0.8	87.9
超酸化水浸漬5分	12.4±5.9	0	100

払出前平均菌数 (n=24) 0.54個

表 2. 超酸水による環境消毒（床面, mean±S.D.）（n=4）

	処理前		処理後	
	一般細菌	M S O *	一般細菌	M S O
部員控室	10±7.5	2.8±2.4	0	0
休憩室	14.5±5.5	8.5±3.5	0.5±0.5	0
入院調剤室	28.5±15.3	11.5±4.0	0.3±0.4	0
注射室	11.5±4.7	5.5±4.2	1±0.7	0
製剤検査室	5.8±3.7	0.3±0.4	0	0
	11.5±5.0	4.8±2.9	4.3±3.0	1±0.7**
乾性製剤室	2.5±1.8	0.5±0.5	0.3±0.4	0
	18.5±12.1	8.8±5.0	4.3±4.1	0.8±1.3**
病棟混注室	38.3±2.5	21.5±11.2	0.8±0.4	0
病棟廊下	20.8±9.2	18.8±11.0	1.3±1.1	0

*オキサシリン耐性ブドウ球菌検出培地

**0.05%CHで消毒

表 3. 超酸化水による環境消毒（作業台, mean±S.D.）（n=4）

	処理前		処理後	
	一般細菌	M S O *	一般細菌	M S O
休憩室	> 100	2±1	0	0
入院調剤室	6±4.3	0.5±0.5	0.8±1.3	0
注射薬返納台	17.3±12.5	0	0.3±0.4	0
製剤検査室	2.0±3.5	0.5±0.9	0	0
病棟混注台	59.8±12.7	3.8±1.9	3.8±1.9	0

*オキサシリン耐性ブドウ球菌検出培地

病棟との間で人的、物的な交流の大きい入院調剤室は11.5±4個、薬剤部職員全員が使用する休憩室では8.5±3.5個と多く、人の出入りの少ない製剤部門では、製剤検査室0.3±0.4個、乾性製剤室0.5±0.5個と小さな値となっている。病棟においてはオキサシリン耐性ブドウ球菌はナースステーションで21.5±11.2個、廊下で18.8±11個と薬剤

部内と比較しかなり汚染されていた。

作業台上の汚染状況と超酸化水の消毒効果を表3に示す。一般細菌は休憩室が100個以上と高い値を示したが、出現したコロニーは一種類であることから水拭きによる汚染の拡散と考えられる¹³⁾。病棟の作業台では多種類のコロニーが59.8±12.7個と中等度の汚染状況であった。作業台上のオキ

サシリン耐性ブドウ球菌は床面と異なりいずれも低値であったが、病棟では注射剤の混注等も行う可能性があり、安全とは言えない。超酸化水での清拭後は床、作業台とも一般細菌はほとんど1個以下で除菌率は86.7—100%であった。オキサシリン耐性ブドウ球菌はいずれも生菌数0で良好な結果であった。同時に行った0.05% CHでの消毒では一般細菌、オキサシリン耐性ブドウ球菌とも除菌率は62.6—90.9%と低く、超酸化水の環境消毒への利用が示唆される。

最近では病室などの床掃除には消毒剤を用いても短時間に菌数が回復するため、消毒剤は用いない傾向にある¹¹⁾。しかし、床面にも多数のオキサシリン耐性ブドウ球菌が常に存在していることを考えれば、院内感染の発生源を出来るかぎり根絶する目的で超酸化水等のコストの低い消毒剤で清拭することも今後必要となるものと思われる。

以上、超酸化水の消毒剤としての可能性を調査した結果を次のように要約することが出来る。手指消毒には triclosan より高い効果が得られた。擦式アルコール製剤と比較すれば、手指が有機物であるため、比較的少量の超酸化水が必要で被験者間の個人差により若干除菌率も低くばらつきの大きな結果となった。しかしながら、短期間の使用では副作用は確認できず、手指消毒剤を使い分ける際には有効な消毒剤になりうると思われる。

返納薬品や環境の消毒では、消毒対照物に有機物の付着が少ないため、いずれも短時間で高い効果が得られ、超酸化水が物品や環境の消毒剤とし

て十分な効果を有することが明らかとなった。

引用文献

- 1) 神谷 晃, 尾家重治, “消毒剤の選び方と使用上の留意点”, 薬業時報社, 1992, pp.35-49.
- 2) 久家智子, 高森スミ, 辻 明良, 感染症, 22, 231-236 (1992).
- 3) 小沢経子, 福島陽子, 一色由紀江, 長 祐子, 芝紀代子, 水野徳次, 松尾至晃, 臨病理, 39(補冊), 223 (1991).
- 4) 清水義信, 古沢利武, 歯科ジャーナル, 37, 1055-1060 (1992).
- 5) 岩沢篤郎, 中村良子, 水野徳次, 日環感, 8, 11-16 (1993).
- 6) 浅利誠志, 妙中信之, 最新医学, 49, 1009-1014 (1994).
- 7) 下枝貞彦, 斉藤 博, 第9回日本環境感染学会総会プログラム, 1994, p.46.
- 8) 田辺光晴, 岡田 純, 奥田英裕, 第4回東海ブロック病院薬学研究会講演要旨, 1994, p.27-28.
- 9) 余明順, 秋山美章, 下川樹也, 本田武司, 日環感, 9, 20-23 (1994).
- 10) 宮崎 崇, 鬼頭健一, 森 伸彦, 脳神経外科速報, 3, 779-782 (1993).
- 11) 滝 和美, 藤原千代美, 千葉栄子, 中沢弘一, メディアサークル, 38, 161-167 (1993).
- 12) 橋本ひろ美, Pharm Tech Japan, 11, 351-357 (1995).
- 13) 佐藤懇一, Modern Physician, 14, 627-630 (1994).
- 14) 神谷 晃, 尾家重治, “消毒剤の選び方と使用上の留意点”, 薬業時報社, 1992, p.93-98.